

AIST

平成18年度

産業技術総合研究所年報



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

目 次

I. 総 説	1
1. 概 要	1
2. 動 向	3
3. 幹部名簿	12
4. 組 織 図	13
5. 組織編成	14
II. 業 務	17
1. 研 究	17
(1) 研究ユニット	19
1) 研究センター	19
① 深部地質環境研究センター	19
② 活断層研究センター	28
③ 化学物質リスク管理研究センター	35
④ ライフサイクルアセスメント研究センター	46
⑤ パワーエレクトロニクス研究センター	54
⑥ 生命情報科学研究センター	58
⑦ 生物情報解析研究センター	64
⑧ ヒューマンストレスシグナル研究センター	70
⑨ 強相関電子技術研究センター	73
⑩ 次世代半導体研究センター	77
⑪ デジタルものづくり研究センター	81
⑫ 界面ナノアーキテクニクス研究センター	83
⑬ グリッド研究センター	86
⑭ 爆発安全研究センター	91
⑮ 糖鎖医工学研究センター	96
⑯ 年齢軸生命工学研究センター	101
⑰ デジタルヒューマン研究センター	107
⑱ 近接場光応用工学研究センター	113
⑲ ダイヤモンド研究センター	115
⑳ バイオニクス研究センター	118
㉑ 水素材料先端科学研究センター	121
㉒ 太陽光発電研究センター	124
㉓ システム検証研究センター	128
㉔ ナノカーボン研究センター	132
㉕ 健康工学研究センター	134
㉖ 情報セキュリティ研究センター	140
㉗ 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	147
㉘ コンパクト化学プロセス研究センター	153
㉙ バイオマス研究センター	158
2) 研究部門	164
① 計測標準研究部門	164

②地圏資源環境研究部門	185
③知能システム研究部門	190
④エレクトロニクス研究部門	195
⑤光技術研究部門	204
⑥人間福祉医工学研究部門	211
⑦脳神経情報研究部門	221
⑧ナノテクノロジー研究部門	227
⑨計算科学研究部門	241
⑩生物機能工学研究部門	248
⑪計測フロンティア研究部門	261
⑫ユビキタスエネルギー研究部門	275
⑬セルエンジニアリング研究部門	278
⑭ゲノムファクトリー研究部門	290
⑮先進製造プロセス研究部門	296
⑯サステナブルマテリアル研究部門	314
⑰地質情報研究部門	321
⑱環境管理技術研究部門	341
⑲環境化学技術研究部門	357
⑳エネルギー技術研究部門	369
㉑情報技術研究部門	379
3) 研究ラボ	388
①実環境計測・診断研究ラボ	388
②メタンハイドレート研究ラボ	391
③シグナル分子研究ラボ	393
④超高速光信号処理デバイス研究ラボ	396
⑤バイオセラピューティック研究ラボ	398
⑥創薬シーズ探索研究ラボ	401
⑦器官発生工学研究ラボ	404
4) フェロー	406
(2) 内部資金	406
(3) 外部資金	429
1) 国からの外部資金	431
1 経済産業省	431
2 文部科学省	493
3 環境省	524
4 その他省庁	538
2) 国以外からの外部資金	567
NEDO	567
3) その他の収入	639
2. 研究関連業務	809
(1) 企画本部	811
(2) 業務推進部	811
(3) 評価部	812
(4) 環境安全管理部	813

(5) 広報部	814
(6) 法務室	844
(7) 情報公開・個人情報保護推進室	844
(8) 男女共同参画室	844
(9) 次期情報システム研究開発推進室	845
(10) イノベーション推進室	846
(11) 監査室	846
(12) 研究コーディネータ	847
(13) 情報化統括責任者	847
(14) 産業技術アーキテクト	848
(15) 先端情報計算センター	848
(16) 特許生物寄託センター	848
(17) ベンチャー開発戦略研究センター	849
(18) 地質調査情報センター	853
(19) 計量標準管理センター	857
(20) 技術情報部門	858
(21) 産学官連携推進部門	863
(22) 知的財産部門	886
(23) 国際部門	888
(24) 研究業務推進部門	905
(25) 能力開発部門	906
(26) 財務会計部門	907
(27) 研究環境整備部門	908
3. 地域拠点	911
(1) 東京本部・つくば本部	911
(2) 北海道センター	911
(3) 東北センター	912
(4) つくばセンター	913
(5) 臨海副都心センター	914
(6) 中部センター	915
(7) 関西センター	916
(8) 中国センター	917
(9) 四国センター	918
(10) 九州センター	919
4. 総合センター	921
(1) 地質調査総合センター	921
(2) 計量標準総合センター	923
III. 資料	945
1. 研究発表	945
2. 兼業	948
3. 中期目標	949
4. 中期計画	961
5. 職員	1059

I . 総 説

I. 総 説

1. 概 要

任 務：

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

組 織：

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

総 説

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

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

平成19年3月31日現在、常勤役員12名、研究職員2,491名、事務職員705名の合計3,196名である。

沿 革：

① 平成13年1月

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

② 平成13年4月

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

③ 平成17年4月

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

産業技術総合研究所の業務の根拠法：

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

主務大臣：

経済産業大臣

主管課：

経済産業省産業技術環境局技術振興課

産業技術総合研究所の事業所の所在地 (平成18年3月31日現在)：

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

2. 動 向

産総研の分野別年間研究動向の要約

I. ライフサイエンス分野

1. 分野の目標

ライフサイエンス分野の研究は、高齢社会における生活の質(QOL)の向上、また循環型社会実現のための産業を育成するために必要不可欠なものであり、第三期科学技術基本計画(H18-22)の重点推進4分野の一つに位置づけられている。当分野では「健康長寿を達成し質の高い生活を実現する」ための研究開発を行うとし、バイオテクノロジー分野及び医工学・福祉分野において先端的研究及び基盤的研究を推進している。

2. 分野の組織構成

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

3. 主な研究動向

以下に平成18年度の主な研究動向を示す。

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

- ・測定に用いる血液から血球を除去するプロセスと活性窒素を測定するプロセスを併せ持つチップを開発した。
- ・指紋照合の原理で質量分析器のスペクトルから複雑な糖鎖の構造を迅速に決定する技術を開発した。
- ・レクチンアレイを用いた糖鎖プロファイリング技術を基とした糖鎖構造の解析装置を開発し、共同研究企業から製品化された。
- ・ヒトのすべての遺伝子と16万件以上の転写産物についての情報を解析・整理し、統合データベース H-InvDB のリリース3.8を公開した。

(2) 精密診断および再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

- ・分離・検出用チップにプラスチックを用いた蛍光検出型の高感度・高速分析装置を開発した。
- ・脳機能の回復を促進する技術の開発を目指し、上肢指運動のリハビリテーショントレーニングにともなう運動機能の回復過程を定量的に測定した。
- ・患者自身の細胞から臓器の細胞を作製し移植する新たな治療法を開発を目指し、本年度は骨髄由来の細胞から作製した肝細胞を注入することにより、ラットの肝障害を治癒することに成功した。

(3) 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

- ・家庭用血圧計を利用して動脈硬化を計測する技術を開発し、組込型ソフトウェアを作成した。
- ・障害を持った人も災害発生時に安全・安心して避難できるようにするため、認知・知的障害者の理解特性に合わせて情報を提示する技術を開発した。

(4) 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

- ・実験室で培養できない大多数の微生物を資源として活用するため、環境より微生物ゲノムを DNA として分離しライブラリを作成するとともに迅速に酵素をスクリーニングする系を構築し有用酵素を得た。
- ・遺伝子組換え植物の栽培と植物体から医薬品成分の抽出・製剤化工程が可能な GMP 基準に準拠した閉鎖型遺伝子組換え植物工場システムを開発した。
- ・低環境負荷・省エネルギーの物質生産の実現を目指し、物質生産・精製・有用性や安全性評価までを生物機能を高度利用して一貫かつ円滑に行うプロセス構築(バイオプロセスパイプライン)の活動を推進した。

(5) 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

- ・医療現場や食品生産現場などオンサイトで、病原体や遺伝子組換え生物の遺伝子を増幅し、これらの感染や混入量を安価・迅速・正確・頑強に検出できる新規 PCR 技術(ABC-PCR 法)を開発した。
- ・バイオテロでの使用が危惧されているボツリヌス毒素(C型)の迅速で高感度な検知技術を開発した。
- ・環境ホルモンや薬剤など化学物質の生体への影響を DNA チップを用いて評価する技術を開発した。

II. 情報通信・エレクトロニクス分野

1. 分野の目標

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

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

2. 分野の組織構成

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

3. 主な研究動向

平成18年度の主な研究動向は以下の通りである。

(1) 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

- ・グリッド研究センターは、グリッドミドルウェア技術の開発や大規模高速計算システムの活用によるグリッドテストベッドの構築と実証システムの開発などグリッド技術の高度化と体系化に関する研究開発を行っている。本年度は、地理情報を活用し環境・防災などの社会的課題解決を目指した地球観測グリッド(GEO Grid)の推進などを行った。
- ・デジタルヒューマン研究センターでは、計算機上に人間の機能を実現し、それを利用して人間の機能と行動を記述・分析・シミュレート・予測することを目的として、人間の計算機モデルの研究開発を行っている。本年度は、製品設計用デジタルマネキン **Dhaiba** の開発や患者の生理・心理反応シミュレータなどの成果をあげている。
- ・情報技術研究部門では、生活世界の意味をデジタル情報化し、それを実問題に適用することで新たな意味や価値を創造し、人間の安心・安全・快適な生活に寄与する知的な情報技術を構築するための研究開発を行っている。本年度は、業務情報システム開発のための包括フレームワークの開発を行い、それを産総研のみならず地方自治体などの情報システムへ適用するなどの成果をあげている。

(2) ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

- ・知能システム研究部門では、人間の行う知的な運動や物理的操作を支援・代行する知能システム技術の原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行っている。本年度は、産総研で開発した **RT** ミドルウェアの基本要素である **RT** コンポーネントの仕様が **OMG** において標準原案として採択されるなどの成果をあげている。
- ・エレクトロニクス研究部門では、情報処理デバイス技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究開発を行っている。本年度は **XMOS** デバイスの開発に要求されるソフトな中性子ビームを用いた高精度な微細エッチング技術を確立するなどの成果をあげている。
- ・光技術研究部門では、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムおよびセンサなど実世界とのインタフェースの高度化に資する技術の研究開発を行っている。本年度は、伝送や処理の過程で波形劣化した **160Gb/s** の光デジタル信号をきれいな波形に再生する **3R** 再生技術の開発などの成果をあげている。
- ・次世代半導体研究センターでは、次世代の極微細デバイスに必須の技術の研究開発を行っている。本年度はシリコンのポテンシャル分布と不純物原子分布を同時にナノスケールで計測する技術や多孔質層間絶縁膜の空孔径計測技術を開発した。

(3) 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

- ・システム検証研究センターでは、現在、社会で広く使われているソフトウェアを含む情報処理システムの動作の数理的技法(形式的技法、**formal method**)による検証技術の研究開発を行っている。本年度は、モデル検査の研修コースのカリキュラム作成やそのための教科書の出版などの成果をあげている。
- ・情報セキュリティ研究センターでは、情報化社会で重要となる総合的な情報セキュリティ技術の研究開発・人材育成を行っている。本年度は鍵漏えいに強い **ID** ベース暗号アルゴリズムや **Web** の安全な設計ガイドラインの策定などの成果をあげている。
- ・超高速光信号処理デバイス研究ラボでは、超高速全光スイッチの研究開発を行っている。本年度は、サブバンド

間遷移スイッチ作成技術などの成果をあげている。

(4) 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

- ・近接場光応用工学研究センターでは、光による情報記録を波長の数分の一程度の微細領域で可能にするため近接場光を応用した微小光学素子の研究開発を行っている。本年度は直径10 cm を超える広い面積を持った基板上へのナノ加工を製造現場が必要としている加工時間で実現する卓上装置を開発した。

Ⅲ. ナノテクノロジー・材料・製造分野

1. 分野の目標

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

2. 分野の組織構成

当該分野は平成18年度末において5つの研究センター(強相関電子技術研究センター、界面ナノアーキテクニクス研究センター、ダイヤモンド研究センター、ナノカーボン研究センター、デジタルものづくり研究センター)、4つの研究部門(ナノテクノロジー研究部門、計算科学研究部門、先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門)の計9研究ユニットで構成されている。

3. 主な研究動向

当該分野の先端研究の代表例を以下に示す。

当該分野では積極的に産業界と連携して研究開発を実施している。その代表的なものとして NEDO プロジェクトがあり、そのうち「ナノテクノロジープログラム」では、精密高分子技術プロジェクト、ナノレベル電子セラミックス材料低温形成・集積化技術、カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト等がある。また、「革新的部材産業創出プログラム」においてはマグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト、セラミックリアクター開発等、「新製造技術プログラム」では、高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト、MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクト等を実施している。

平成18年度の主な研究動向は以下の通りである。

(1) 低環境負荷型の革新的ものづくり技術の実現

- ・ステレオファブリック造形法により、精密貫通細孔を配した長尺円筒、柱状粒子を表面にもつ微細突起を規則的に配した中空大面積体等、従来困難であった大サイズレンジ比で複雑形状の構造体の設計と試作を行った。
- ・エアロゾルデポジション法では、原料粒子、噴射ノズル等の最適化により成膜速度 (2 mm³/min) と±5%の膜厚均一性を達成した。また、ステンレス構造に直接形成した圧電膜で光スキャナーを試作し、走査角30度共振周波数30 kHz以上の性能を達成した。
- ・超微細インクジェット技術やレーザーなどの直接描画技術などを組み合わせたマイクロファブリケーションシステムの構築を進めた。卓上設置が可能なサイズの装置により、世界最小レベルのビルドアップ基板およびマイクロコネクタを試作した。

(2) ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

- ・単層カーボンナノチューブ (SWNT) の中型全自動準量産合成炉と生産システムを構築し、一日あたり100 mg (平成17年度) から1グラム単位に向上した。サンプル提供は50箇所以上に実施した。超長尺ナノチューブは長さ1 cm を達成した。合成したスーパーグロース SWNT を用いて、活性炭を上回る特性、耐電圧、電気容量をもつスーパーキャパシタを創製した。
- ・マイクロプラズマ法ではパルス高周波印加によりプラズマの低温化を実現した。液相レーザーアブレーション法では、レーザー照射条件の最適化により、平成17年度の4倍の生成効率の向上を実現し、金と酸化鉄からなる多機能複合ナノ粒子の調製に成功した。
- ・ダイヤモンド単結晶製造において、高速エピタキシャル成長技術およびイオンビームを利用し、種結晶からの成長層を分離するスライスフリーウエハ製造法を開発し、世界最大の形状である10 mm 角単結晶ウエハの製造技術を確認した。プラズマシミュレーションに基づきプロトタイプの大面積合成装置を製作し、実験と計算との比較を行い設計手法の妥当性を明らかにした。

(3) 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生する CO₂の削減

- ・車体用軽金属材料開発では、連続鋳造機による高品質な AZ31合金ビレットの製造を可能にする溶湯流量制御技術及び溶解・鋳造雰囲気制御技術を開発した。摩擦攪拌接合を異厚材および異種材 (AZ31合金と A5083合金) の接合に拡張し、母材強度の90 %以上の接合条件を見出した。
- ・省エネルギー型建築部材開発では、2000回以上の繰返し耐久性を持つ調光ミラー材料を開発した。自律型調光ガラスでは、光触媒機能が期待される TiO_2 膜と調光層を多層化し、調光性能も向上することを見いだした。また企業と共同で30 cm 角の面積化に成功した。木製サッシ材料については、杉、檜、桐の JIS 難燃1級化を達成した。また圧密と含浸により曲強度が向上した。デシカント空調技術へ展開可能なイモゴライト系の調湿材料及び環境用の高性能貴金属担持クリオゲル触媒を開発した。廃棄物を利用した保水性セラミックスを試作し、各種試験により最適な混合組成範囲等を明らかにした。

(4) ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

- ・MEMS 人材育成事業として、MEMS プロセッシング施設 (成膜装置、ロールインプリント法による大面積成形装置の導入) の拡充・整備を実施し、産総研内外に公開することで、研究者・技術者への研究開発支援を行った。MEMS におけるシミュレーション、プロセス環境を整備し、ファウンドリ機能の充実により、MEMS 設計・プロセス・評価実習講座を6回、研究会を5回開催し、広い産業分野への人材育成を行った。また、このような環境整備を通して、つくば以外の産総研拠点において MEMS 設計シミュレーションが可能となった。
- ・加工技能の技術化と情報化支援では、切削、アーク溶接、研磨など15の基本的な加工法についての技術情報データベースを充実させ、インターネットを通じて企業に公開することで社内活用促進に努め、6000名を超えるユーザを獲得した。また、鋳造、鍛造、めっき、熱処理の4つの加工技術を対象に、熟練技術者の持つ技術ノウハウの調査・分析に着手し、技能に関わる項目 (鋳造では約800) を抽出し、加工技術情報の体系化を行った。これに基づき、加工法毎の加工テンプレート試用版を作成し、企業における技術ノウハウのデータベース化の試行を10社で実施した。

(5) ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

- ・バイオインターフェース技術開発では、マイクロ流路内に電極を設置する技術を確立し、チャンネル内に電界・pH 勾配を形成した。しかし、臨床診断に用いるには分離能に乏しいことが判明したため、別法としてチャンネル形状を設計し、チャンネル断面の比率により任意量の液体を吸引できることを見出した。これを応用して臨床検査試薬と血清を定比で混合させる技術を確立した。この方法により、適切なサイズの流路を設計すれば、試薬を吸引するだけの簡便操作で臨床検査が可能であることが分かった。

人材育成に関わる課題としては、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムがある。

IV. 環境・エネルギー分野

1. 分野の目標

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

- (1) 「環境・安全対策の最適ソリューションの提供」においては、産業活動や社会生活に伴う環境負荷低減を図る観点から、産総研が高いポテンシャルを有する化学物質リスク、LCA、温暖化、爆発安全等の評価技術と対策技術の融合により、複雑化する環境問題を解決し、環境対策を最適化する。具体的な戦略課題として、マルチプルリスク評価手法、ライフサイクルアセスメント技術、環境問題の診断・予測技術、有害化学物質リスク対策技術、フィジカルハザードを防止する安全管理技術等を実施している。
- (2) 「低環境負荷型化学産業の創出」では、第1期における環境負荷の低い原料、反応系、分離プロセス研究の成果を基に、エネルギーと資源を効率的に利用することにより、化学産業の省エネルギー化・省資源化を実現しようとするものである。具体的な戦略課題としては、バイオマスを原料とする化学製品の製造技術、副産物の極小化を実現する化学反応システム技術、省エネルギー型の気体製造プロセス技術の開発等を実施している。
- (3) 「分散型エネルギーネットワークの開発」については、 CO_2 排出削減とエネルギーの安定供給確保を図る観点から、今後大幅な伸びの見込める燃料電池及び水素等の分散エネルギー源の効率的なネットワーク構築にかかわる研究開発を進めることによって、再生可能エネルギーの大規模導入と高効率燃料電池やシステムマネジメントによる省エネルギー化を目指す。具体的な戦略課題として、分散型エネルギーの効率的な運用技術、小型高性能燃料電池技術、太陽光発電の大量導入促進に寄与する技術、水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術、等の開発を実施している。

(4) 「バイオマスエネルギーの開発」では、再生可能エネルギーであるバイオマスの利用を拡大し、CO₂削減や地球温暖化防止に貢献するための技術開発を進める。戦略課題として、木質系バイオマスからの液体燃料製造技術、バイオマス利用最適化のための評価技術の開発等を実施している。

2. 分野の組織構成

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

3. 主な研究動向

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

- ・地球温暖化防止新技術プログラム：ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発
- ・化学物質総合評価管理プログラム：有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発、化学物質リスク評価手法技術開発
- ・次世代低公害車技術開発プログラム：革新的次世代低公害車総合技術開発
- ・省エネルギー技術開発プログラム：低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術開発、情報通信の省エネルギー基盤技術研究開発、未来型 CO₂低消費材料・材料製造技術研究開発、ミニマム・エナジー・ケミストリー技術研究開発、超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発等
- ・新エネルギー技術開発プログラム：燃料電池先端科学研究、固体酸化物型燃料電池システム技術開発、固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発、分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発、水素安全利用等基盤技術開発、次世代型分散エネルギーシステムの基盤技術研究開発、再生可能エネルギー利用基盤技術研究開発、燃料電池自動車用リチウム電池技術開発、太陽光発電システム未来技術研究開発、高効率高温水素分離膜の開発、バイオマスエネルギー高効率転換技術開発等
- ・燃料技術開発プログラム：メタンハイドレート開発促進事業、計量標準基盤技術研究
- ・革新的部材産業創出プログラム：革新的マイクロ反応場利用部材技術開発、等

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

また、平成18年度の主な成果としては以下が挙げられる。

- (1) 予測・評価・保全技術の融合により、環境・安全対策の最適ソリューションを提供する
 - ・化学物質のリスク評価・解析用ツールの公開
 - ・煙火の規制改正に関わる技術支援
 - ・自動車ボディへ適用した太陽熱高反射塗料の熱負荷解析
- (2) 環境効率最大の化学技術により高い国際競争力を持つ低環境負荷型化学産業を創出する
 - ・高温水を利用した PET のケミカルリサイクル
 - ・超低硫黄軽油製造用の脱硫触媒の実用化に成功
 - ・触媒表面での水の動的挙動観察を可能とする革新的システム
 - ・白金金属分離回収の為の新規抽出剤開発
 - ・酵母を利用して高機能バイオサーファクタンを開発
 - ・GaN 系 HFET スイッチング素子技術を開発
- (3) 分散型エネルギーネットワーク技術により、CO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上に資する
 - ・ポータブル水素発生システムを開発
 - ・ジメチルエーテル燃料の市場導入に向けた実証研究の成果
 - ・メタンハイドレート資源の減圧分解生産時における出砂挙動評価
 - ・ワイドギャップ CIGSe 系太陽電池の高効率化新技術
- (4) バイオマスエネルギーの開発により、地球温暖化防止へ貢献する

- ・バイオマストータルシステムの基本フローを構築

V. 地質分野

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

平成12年12月に閣議決定された「経済構造の変革と創造のための行動計画」において、地質情報は国が整備すべき知的基盤の重点分野に取り上げられた。これを受けて、平成13年6月の産業構造審議会産業技術分科会・日本工業標準調査会合同会議 知的基盤整備特別委員会で、産業技術総合研究所地質調査総合センターは、平成22年を目途に世界最高水準を目指した地質情報整備を推進することが要請され、平成14年8月以降の同委員会での整備目標の見直しに基づき、地質情報の整備を計画的・継続的に実施してきている。平成18年度は、第三期科学技術基本計画の策定及び知的基盤整備10年計画の中間点にあたることを受け、平成18年11月に同委員会による大幅な整備目標の見直し (例えば、地質図幅等の数値目標や重点の整備等) がなされている。

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

地質分野の重点課題

(1) 地質情報の統合化と共有化・国土及び周辺域の高度利活用

- ・最新の地球科学的知識に基づき、5万分の1地質図幅 (陸域)、20万分の1地質図 (陸域・海域)、地球物理図、地球化学図、火山関連図、地震関連図など各種地球科学基本図、地球科学主題図等の網羅的・系統的な整備を行い、知的基盤として整備・公表している。
- ・国の要請に基づき、国連に提出する大陸棚画定のための科学的根拠に関する調査研究を進めるとともに、衛星画像情報に関する技術開発と情報の統合化を行っている。
- ・社会への貢献という視点で、外部の研究者・機関等での地質情報の高度な利活用を促進するために、これまで網羅的に整備された地質図・地球科学図等を標準化・数値化・統合化し、付加価値の高い地球科学データベースの構築を進めている。
- ・整備されたデータベースとしては、全国統一の凡例による20万分の1日本数値地質図 (シームレス地質図全国版)、地層・岩体・火山事典、活火山データベース、活断層データベースなどの研究開発成果を取りまとめたデータベースのほかに、日本地質文献データベース (GEOLIS+)、世界地質図データベース (G-MAPI) 等の、これまではインターネット上で公開しており、いずれのデータベースも、所内外から広く利用されている。

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

- ・地質分野では、地質学、地球化学、地球物理学等の地球科学的手法を駆使し、人間活動が陸域・海域に及ぼす環境影響問題に対して、土壌・地質汚染、沿岸域の物質循環・生態系と環境評価・修復技術、温暖化等地球規模環境変動の要となる炭素循環研究、地圏・水圏環境にかかわる知的基盤情報の整備・提供等の研究を実施している。
- ・沿岸域地下水挙動の把握や深部岩盤の応力測定などの深部地質環境に関わる知見の収集、高精度の地下水センサーや高分解能の物理探査技術など調査手法の開発等の、廃棄物処分場にかかわる調査研究を実施している。
- ・国際的な資源流通経済は長期的に安定し続ける保障はなく、常に資源ショックの危険性が潜在している。このような資源問題に対処することを基本に、地圏及び海洋に賦存する様々な資源に関する研究や技術開発等を行っている。具体的には、国土 (領海) 及び経済水域におけるガスハイドレート等の未利用資源の開発研究、資源・エネルギーに関する知的基盤情報の整備・提供等の研究や資源産出国に対する鉱物資源開発海外協力を実施している。

- ・平成9年に採択された京都議定書を履行するために CO₂を地中に貯留・隔離する技術開発が進められる中で、地質分野では CO₂発生源に近い沿岸域における地質及び帯水層モデリングなどによる長期地中挙動予測手法や貯留モニタリング技術、安全評価手法などの開発を行っている。
- ・東・東南アジア地域を含めた CO₂貯留に係る地質情報の収集・整備とともに貯留ポテンシャル評価技術の高度化を実施している。

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

- ・国土の安全を目指した自然災害に関する研究では、地震及び火山に関する研究を重点的に実施している。日本の地震・火山に関する研究については、災害軽減のための国の各施策(地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策・地震予知のための新たな観測研究計画・火山噴火予知計画等)に基づいて、関連機関が相互に連携を取りつつ分担・実施する体制が取られている。産業技術総合研究所では主要活断層調査、地震地下水の観測、活断層・平野地下構造データベースの整備、短期的・長期的火山噴火予知・予測の研究のほか、地震発生及び火山噴火メカニズム等にかかる基礎的研究を実施している。
- ・高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価に資するため、行政対応課題から基礎的課題まで幅広い研究を実施しており、安全規制を所管する原子力安全・保安院への技術支援の役割を担っている。具体的には、地層処分に係る地質現象の長期変動と、天然バリア領域の隔離性能をテーマにして、体系的に研究を実施している。国内的には原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構(安全研究センター)との強い連携の下で規制支援研究を実施しており、国際連携としては、深部地質環境研究センターと米国の放射性廃棄物規制解析センターとの間で研究協力協定を締結し(平成16年10月から5年間)、人事交流とともに地層処分に係る地下水流動評価技術の研究協力を実施している。また、平成17年9月からスイスの放射性廃棄物管理共同組合の主宰する国際共同研究に参加している。

(4) グローバルな地質情報ネットワークにおけるイニシアティブの発揮

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

(5) 分野融合研究の推進

- ・地質分野における分野融合研究の目的は、従来の研究手法では解決困難な課題に対して、他分野との融合により問題解決を図り、社会の要請に応えることである。地質分野は、地球を対象とした分野融合研究に積極的に取り組むことにより、地球が抱える諸問題解決の一翼を担うことができる。第2期の研究戦略では、地質情報の統合システムの開発として「最新の情報技術を活用した地質基盤情報データベースの構築」、地球微生物プロセスの解明と利用技術の開発として「地球システムにおける微生物のメタン生成・消費プロセスの解明と利用技術の開発」の2課題を分野融合研究として実施している。前者は、国の地球観測推進施策に対応して衛星画像情報と地質情報の統合化を目指し、「GEO Grid プロジェクト」として、地質調査情報センター、グリッド研究センター、地質情報研究部門及び環境管理技術研究部門を中核とする融合研究として推進している。

(6) 研究支援部門の活動

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

VI. 標準・計測分野

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

当分野の研究組織は、2つの研究部門(計測標準研究部門、計測フロンティア研究部門)、1つの研究ラボ(実環境計測・診断研究ラボ)の計3つの研究ユニットで構成している。平成18年度の主な研究動向は以下の通りである。

1. 計量標準

計量標準整備については、計測標準研究部門がわが国の中核として担い開発・供給を行っている。第1期中では、当初の整備計画に対する産業界からの強い要請に基づいてその数値目標を200種類へと上方修正したうえで、第1期終了時点において220種類の新規供給を実現し、その目標をも上回る成果を挙げることができた。平成18年度の実績としては、物理標準20種類及び標準物質17種類、合計37種類の新たな標準の供給を開始した。また特定二次標準器の校正186件、特定副標準器の校正は16件、依頼試験は419件であった。認証標準物質の頒布数は535件であった。特定計量器の型式承認は82件、基準器検査は3372件、比較検査76件、検定14件、各種計量教習のべ約696人を行った。同時に国家計量標準の相互承認を目的とし、計量標準の国際比較、国際基準に準拠した標準供給のための品質システムの整備と ISO/IEC 17025および ISO ガイド34認定(ASNITE-NMI)取得、他国の専門家による技術審査(Peer review)受入等を進めた。国際関係ではメートル条約と国際法定計量条約における調整活動への参加を通して我が国の計量技術を代表した責務を果たすと同時に、アジア太平洋地域では計量組織での調整活動や各国の計量技術者に対する教習等を通して計量先進国としてのプレゼンスを発揮した。

研究開発面での成果例としては、以下のようなものが挙げられる。

- (1) 基本的な計量標準を世界最高水準で整備することにより、わが国の国際通商、生産・品質管理、基準認証制度の発展を支援する
 - ・当所が維持している時間標準および光周波数計測技術を用い、東大と共同で Sr 光格子時計の絶対周波数計測を行った。その結果、高い精度が確認され、メートル条約の国際度量衡委員会において、秒の二次表現方法の一つとして採択された。
- (2) ニーズに即応した計量標準を開発・供給することにより、我が国産業の競争力強化と国民の安心・安全の確保を支援する
 - ・電波法の改正に必要な計量トレーサビリティを供給するために3項目の標準を緊急に整備することになり、平成18年度にはその中で最も高い周波数域である75-110GHzの電力標準を開発し、校正サービスを開始した。
 - ・欧州指令の一つである RoHS 指令(電気・電子機器中の特定有害物質の使用禁止令で平成18年7月から発効済み)に対応する重金属分析用プラスチック認証標準物質として、化学分析用のペレットと蛍光 X 線分析用のディスクを開発した。
 - ・周波数遠隔校正の普及に向け、エンドユーザー向けの GPS common-view 方式周波数遠隔装置の開発に着手するとともに、INS1500利用簡易供給システムの商用化を実現しつつある。

2. 計測技術

計測技術に関しては、計測フロンティア研究部門と実環境計測・診断研究ラボを中心に研究開発を行っている。前者は、産業技術に主要な役割を果たす「遷移・変移現象」の解明・制御・利用を対象として、その計測・評価技術とそこから派生する制御技術の開発を目標とする。後者は、センサ材料技術の中核とし、産業や生活の多様な分野で必要とされる実環境での計測・診断技術の開発による産業の高度化と多様化する社会における安心・安全の確保に貢献することを目的としている。

平成18年度の、これら2ユニットにおける計測・評価技術の主な研究成果としては、以下が挙げられる。

- (1) 先端的計測評価技術の開発とそれらの規格化により、産業競争力の強化と国際市場の獲得を支援する
 - ・長さの国家標準にトレーサブルな厚さ計測用の物差しとなる10 nm 以下の酸化膜の作製、並びに計測技術に関する研究を行い、光励起オゾン酸化法により200 °C以下で多結晶シリコン上にデバイスレベルの絶縁特性を持つ酸化薄膜を作製することに成功した。
 - ・タンパク質を構成するアミノ酸の違いを識別できるレベルの質量分解能で分子量分布計測が行える質量分析装置の開発を進めている。開発中の装置は2MDa の高分子まで実質検出効率100 %であることを実証し、超伝導検出器用の極低温半導体エレクトロニクスのための GaAs FET を試作し、30 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ の低ノイズと4 Kでの動作を確認した。
 - ・材料中の空孔・欠陥の三次元分布や動的変化を計測する可搬検査システムを開発するためにポータブル電子加速器の主要コンポーネントを作成した。さらに陽電子ビーム集束のための高輝度化装置を作成し、約100 μm 程度に陽電子ビームが集束されていることを確認した。
 - ・常に500 °C以上で動作できる高耐熱性圧力、振動薄膜センサデバイスを開発している。窒化アルミ圧電薄膜を用いて自動車エンジンの燃焼圧の計測に成功した。また同薄膜が700 °Cまで AE 計測が可能であることを実証した。

- ・ 応力分解能が既存の歪ゲージと同等以上で、かつ数百 nm 以下の空間分解能を有する応力発光体の開発において、最大100 MPa の圧縮荷重を200回以上繰り返した後も応力発光強度が維持される材料組成を発見した。
- ・

3. 幹部名簿

役職（本務）	役 職（兼務）	氏 名	就任期間	就任年月日	備 考
理事長	ベンチャー開発戦略研究センター長	吉川 弘之	6年	平成13年4月1日	
副理事長	つくばセンター所長	小玉 喜三郎	4年	平成15年4月1日	
理事	企画本部長	吉海 正憲	4年7ヶ月	平成14年9月1日	
理事	業務推進本部長	小林 憲明	3年9ヶ月	平成15年7月11日	
理事	評価部長	小林 直人	4年	平成15年4月1日	
理事	臨海副都心センター所長	中島 尚正	1年6ヶ月	平成17年10月1日	※2005/04/01～09/30 までは非常勤理事
理事	環境安全管理部長	曾良 達生	4年	平成15年4月1日	
理事	広報部長 つくばセンター所長代理 情報化統括責任者（CIO） 次期情報システム研究開発推進室長	小野 晃	1年	平成18年4月1日	
理事		加藤 碩一	1年	平成18年4月1日	
理事		山崎 正和	1年	平成18年4月1日	
理事		一村 信吾	0年1ヶ月	平成19年2月16日	
理事（非常勤）		渡邊 浩之	2年	平成17年4月1日	
監事		鈴木 安雄	2年	平成17年4月1日	
監事（非常勤）		中村 勉	0年0ヶ月	平成19年3月16日	

（平成19年3月31日現在）

4. 組織図



5. 組織編成

年月日	組 織 規 程	組 織 規 則
平成18年4月1日	<p>理事長直属部門に男女共同参画室を設置 男女共同参画室の設置に伴い、男女共同参画室長の職制を設置 東京本部の千葉サイトを廃止</p>	<p>生命情報科学研究センターのアルゴリズムチーム及び細胞情報チームを廃止し、同研究センターに生体ネットワークチームを設置 ものづくり先端技術研究センターを廃止 グリッド研究センターの科学技術基盤チームを廃止し、地球観測グリッドチームを設置 糖鎖工学研究センターの糖鎖自動合成チームを廃止 デジタルものづくり研究センターを設置し、同研究センターに加工情報構造研究チーム、計測分析技術研究チーム、システム技術研究チーム、対話的支援技術研究チーム、加工基盤技術研究チーム及び加工応用技術研究チームを設置 計測標準研究部門有機分析科の高分子標準研究室を廃止し、同科の有機標準研究室を改編し、有機標準第1研究室及び有機標準第2研究室を設置し、同研究部門先端材料科に高分子標準研究室を設置し、同研究部門に標準物質システム科を設置 エレクトロニクス研究部門に先端デバイス材料グループを設置 光技術研究部門のガラス材料技術グループの名称を光波制御デバイスグループに変更し、同研究部門にハイブリッドフォトンクスグループを設置 脳神経情報研究部門の脳情報工学研究グループの名称を脳機能計測研究グループに変更し、同研究部門にニューロテクノロジー研究グループ及び視覚情報処理研究グループを設置 ナノテクノロジー研究部門のマイクロ・ナノ空間化学グループの名称をマイクロナノ空間化学グループに変更し、同研究部門にナノシミュレーショングループ及びナノ機能合成グループを設置 計測フロンティア研究部門の無機粉体評価研究グループを廃止 ユビキタスエネルギー研究部門の分子材料デバイス研究グループを廃止 先進製造プロセス研究部門の循環型生産システム研究グループ、マイクロ実装研究グループ、損傷機構・構造健全性研究グループ及び複雑現象工学研究グループを廃止し、同研究部門に機能薄膜プロセス研究グループ、エコ設計生産研究グループ、ネットワーク MEMS 研究グループ、インプリント製造技術研究グループ、機能・構造診断研究グループ及びマイクロ熱流体研究グループを設置 環境化学技術研究部門の酸化触媒グループ及び Nox 除去触媒グループを廃止し、同研究部門に固体触媒グループを設置 器官発生工学研究ラボ及び創薬シーズ探索研究ラボを設置 計量標準管理センターに標準物質認証管理室を設置 技術情報部門の技術情報室の名称を技術情報企画室に、技術政策調査室の名称を戦略経営調査室に、研究経営調査室の名称をイノベーション経営研究室に、及び情報基盤整備室の名称を研究情報整備室に変更 先端 SoC 連携研究体、沖縄亜熱帯バイオ連携研究体及びマイクロ熱流体システム活用エネルギー有効利用連携研究体を廃止</p>
平成18年5月1日	<p>業務推進部門の名称を研究業務推進部門に変更</p>	<p>研究業務推進部門の業務推進総括室を廃止し、研究業務推進企画室を設置</p>

	九州センターに福岡西サイトを設置	<p>研究業務推進部門の中部センター業務推進部の名称を、中部センター研究業務推進部に、同部の業務室の名称を研究業務推進室に名称を変更</p> <p>研究業務推進部門の関西センター業務推進部の名称を関西センター研究業務推進部に、同部の業務室の名称を研究業務推進室に、尼崎業務推進室の名称を尼崎研究業務推進室に変更</p> <p>研究業務推進部門のつくばセンター業務推進部を廃止し、同部門につくばセンター第一研究業務推進室、つくばセンター第二研究業務推進室、つくばセンター第三研究業務推進室、つくばセンター第四研究業務推進室、つくばセンター第五研究業務推進室、つくばセンター第六研究業務推進室、つくばセンター第七研究業務推進室、つくばセンター西研究業務推進室、つくばセンター東研究業務推進室を設置</p> <p>研究業務推進部門の北海道センター会計室及び北海道センター研究環境管理室を廃止し、北海道センター業務室の名称を北海道センター研究業務推進室に変更</p> <p>研究業務推進部門の東北センター業務推進室の名称を、東北センター研究業務推進室に変更</p> <p>研究業務推進部門の臨海副都心センター業務推進室の名称を、臨海副都心センター研究業務推進室に変更</p> <p>研究業務推進部門の中国センター業務推進室の名称を、中国センター研究業務推進室に変更</p> <p>研究業務推進部門の四国センター業務推進室の名称を、四国センター研究業務推進室に変更</p> <p>研究業務推進部門の九州センター業務推進室の名称を、九州センター研究業務推進室に変更</p> <p>研究業務推進部門に北海道センター研究業務推進統括監、東北センター研究業務推進統括監、つくばセンター研究業務推進統括監、臨海副都心センター研究業務推進統括監、中部センター研究業務推進統括監、関西センター研究業務推進統括監、中国センター研究業務推進統括監、四国センター研究業務推進統括監及び九州センター研究業務推進統括監の職制を設置し、並びに同部門の研究業務推進室に総括事務マネージャーの職制を設置</p> <p>研究関連部門及び管理部門に部門総括の職制を設置</p> <p>評価部、環境安全管理部、広報部、研究関連部門及び管理部門の部に部総括の職制を設置</p> <p>北海道センターの審議役の職制を廃止</p>
平成18年5月15日		高速電力線通信連携研究体を設置
平成18年6月1日		グリッド研究センターにインターネットアーキテクチャチームを設置
平成18年6月15日	東京本部の神田サイトを廃止	
平成18年7月1日		<p>ダイヤモンド研究センターのデバイス企画チームを廃止</p> <p>ジーンファンクション研究センターを廃止</p> <p>デジタルものづくり研究センターに連携推進統括チームを設置</p> <p>水素材料先端科学研究センターを設置し、同研究センターに水素材料強度特性研究チーム、水素トライボロジー研究チーム、水素物性研究チーム、水素シミュレーション研究チーム及び水素脆化評価研究チームを設置</p> <p>計測フロンティア研究部門の水素脆化評価研究グループを廃止</p> <p>セルエンジニアリング研究部門に生体運動研究グループ、細胞増殖制御研究グループを設置</p> <p>ゲノムファクトリー研究部門に遺伝子転写制御研究グループを設置</p>

総 説

		<p>エネルギー技術研究部門の分散システムグループの名称をエネルギー社会システムグループに変更し、同研究部門に熱流体システムグループを設置</p> <p>バイオセラピューティック研究ラボを設置</p> <p>能力開発部門の能力開発コーディネータの職制を廃止</p> <p>研究センター、研究部門及び研究ラボの総括研究員の職制を廃止し、上席研究員及び主幹研究員</p> <p>シニアリサーチャー及びリサーチャーの職制を廃止</p>
平成18年8月1日		<p>生物情報解析研究センターのつくば高次構造解析チーム、つくば分子認識解析チーム、つくば機能構造解析チーム及び遺伝子多様性チームを廃止し、同研究センターに分子機構解析チーム、分子機能解析チーム及びケミカルバイオチームを設置し、同研究センターの細胞ゲノム解析チームの名称を機能性 RNA 解析チームに変更</p> <p>環境化学技術研究部門の熱利用化学システムグループの名称を化学システムグループに変更</p>
平成18年10月1日	<p>理事長直属部門に次期情報システム研究開発推進室を設置</p> <p>次期情報システム研究開発推進室の設置に伴い、次期情報システム研究開発推進室長の職制を設置</p>	<p>生物機能工学研究部門の蛋白質ダイナミクス研究グループ及び遺伝子応用技術研究グループを廃止</p> <p>ユビキタスエネルギー研究部門に電池システム研究グループを設置</p> <p>セルエンジニアリング研究部門に遺伝子応用技術研究グループを設置</p> <p>次期情報システム研究開発推進室に審議役の職制を設置</p>
平成18年10月15日		<p>ダイヤモンド研究センターの材料プロセス研究チームを廃止</p> <p>ナノテクノロジー研究部門に高温量子エレクトロニクスグループを設置</p>
平成18年11月1日	東北センターの仙台泉サイトを廃止	地圏資源環境研究部門の地圏環境技術研究グループの名称を CO ₂ 地中貯留研究グループに変更
平成18年12月1日	<p>理事長直属部門にイノベーション推進室を設置</p> <p>イノベーション推進室の設置に伴い、イノベーション推進室長の職制を設置</p> <p>研究所に産業技術アーキテクトの職制を設置</p>	<p>糖鎖工学研究センターを廃止</p> <p>糖鎖医工学研究センターを設置し、同研究センターに糖鎖遺伝子機能解析チーム、分子医用技術開発チーム、糖鎖分子情報解析チーム、細胞機能制御解析チーム及びレクチン応用開発チームを設置</p> <p>イノベーション推進室に総括企画主幹及び企画主幹の職制を設置</p>
平成19年1月1日		情報技術研究部門のユビキタスインターフェースグループを廃止
平成18年2月14日		バイオ高圧加工基盤連携研究体を設置

II. 業 務

Ⅱ．業 務

1. 研 究

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

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

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

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

1. 鉱工業の科学技術

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

2. 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

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

3. 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

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

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

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

研 究

<凡 例>

研究ユニット名 (English Name)

研究ユニット長：〇〇 〇〇 存続期間：発足日～終了日

副研究ユニット長：〇〇 〇〇

総括研究員：〇〇 〇〇、〇〇 〇〇

所在地：つくば中央第×、△△センター（主な所在地）

人 員：常勤職員数（研究職員数）

経 費：執行総額 千円（運営交付金 千円）

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

外部資金：

テーマ名（制度名／提供元）

テーマ名（制度名／提供元）

発 表：誌上発表〇件（総件数）、口頭発表〇件（総件数）

その他〇件（刊行物等）

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

研究グループ長：氏 名（所在地）

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

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

研究グループ長：氏 名（所在地）

概要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

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

連携研究体長：〇〇 〇〇（つくば中央第△、研究職数名）

概要：研究目的、研究手段、方法論

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

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

[研究代表者] 氏 名（〇〇研究グループ）

[研究担当者] 〇〇、△△、××、（常勤職員〇名、他〇名）

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

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

[研究代表者] 氏 名（〇〇研究グループ）

[研究担当者] 〇〇、△△、××、（常勤職員〇名、他〇名）

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

(1) 研究ユニット

1) 研究センター

①【深部地質環境研究センター】

(Research Center for Deep Geological Environments)

(存続期間：2001. 4. 1～2007. 3. 31)

研究センター長：笹田 政克

副研究センター長：月村 勝宏

所在地：つくば中央第7、深部地質環境研究センター

人員：29名 (28名)

経費：608,769千円 (109,996千円)

概要：

本研究センターは、産業技術総合研究所の4つのミッションのうち、「地質の調査」を主たる業務とする研究センターの1つです。当センターでは、地質学、地球物理学、地球化学、鉱物学、水文学、火山学、岩石力学、情報地質学等の専門分野の研究者が、高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全規制を支援するため、地質環境について幅広い調査研究を実施しています。

高レベル放射性廃棄物の地層処分については、それぞれの分野の研究者により得られた高精度のデータをベースにして、地震・火山活動等地質現象の長期変動についての将来予測の研究を行うとともに、地下深部に埋設される放射性核種の挙動予測についての研究を実施しています。平成18年度は原子力安全・保安院からの委託により、高レベル放射性廃棄物地層処分に係る安全評価のための調査・研究「地層処分に係る地質情報データの整備」を実施しました。この委託研究では地層処分の外的要因となる地質現象の長期変動についての評価と、三次元的に不均質な天然バリア領域の隔離性能についての評価をテーマにしています。

外部資金：

経済産業省 原子力試験研究委託費 「TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価」

経済産業省 原子力試験研究委託費 「断層内水理モデルの確立に関する実験的研究」

経済産業省 試験研究調査委託費 「難透水性汚染地盤を対象とする音波-動電ハイブリッド原位置方式による汚染浄化技術の研究開発」

経済産業省原子力・安全保安院 核燃料サイクル施設安全対策技術調査 「核燃料サイクル施設安全対策技術調査 (放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に

係る地質情報データの整備)」

発表：誌上发表56件、口頭発表107件、その他13件

長期変動チーム

(Geodynamics Team)

研究チーム長：山元 孝広

(つくば中央第7)

概要：

本研究チームは、地殻変動及び火山活動の基礎的理解を深めることを目的として、第四紀火山の地質・岩石学・鉱物学的研究、変動地形学的手法による第四紀地殻変動の研究、断層解析による地殻応力場変遷史の研究を行っています。本年度は岩手火山・肘折火山、北九州単成火山群の研究、関東北部等における広域テフラの研究を行いました。また、日本火山学会、日本地質学会、第四紀学会、米国地球物理学連合などの研究集会に積極的に参加し、成果を公表しました。

研究テーマ：テーマ項目7、テーマ項目9、テーマ項目10、テーマ項目11、テーマ項目12、テーマ項目13、テーマ項目14、テーマ項目29、テーマ項目32

深層地下水チーム

(Crustal Fluid Team)

研究チーム長：風早 康平

(つくば中央第7)

概要：

本研究チームは、結晶質岩体の亀裂地下水採取及び分析による地下水の長期安定性に関する研究、深層地下水の実態解明のための基礎的研究、火山・断層活動が周辺の地下水系に与える影響の評価手法の開発、深部流体の広域分布特性の解明などについて、同位体トレーサを主に用いる手法を主に適用して行いました。また、地下水流動系のモデリングに必要な涵養域の地球物理学的推定手法を提示し、その検証実験を行いました。VSP 法チューブ波検層技術の高度化により、結晶質岩における水みち探査の高精度化に成功しました。地球惑星科学連合大会、日本火山学会、水文科学会などの研究集会に積極的に参加し、成果の公表を行いました。

研究テーマ：テーマ項目6、テーマ項目7、テーマ項目9、テーマ項目10、テーマ項目12、テーマ項目15、テーマ項目16、テーマ項目17、テーマ項目30、テーマ項目32

地質特性チーム

(Integrated Geology Team)

研究チーム長：竹野 直人

(つくば中央第7)

概 要：

本研究チームは、浅部地下水の水質形成機構と浅部地下水・渓流水の水質形成機構を既存データと補備的調査による取得データを取りまとめるとともに、イモゴライト等の非晶質物質の生成条件等の研究をさらに進めました。栃木県那須烏山市内において、弾性波探査、AMT (Audio Frequency Magnetotelluric) 法電磁探査、電気探査、自然電位探査、重力探査、微小地震観測のための予備調査、及び土壌水分、気象要素の観測を実施しました。また、孔井掘削調査手法及び来年度に当地にて調査坑井を掘削する地点の検討を行いました。新潟県小国町金丸地域では、上ノ沢において、前年度に引き続き合計3回の水系調査を実施し、流況や流域環境の異なる条件下での流量、主要水質パラメータ、コロイド分析手法の検討、主要及び微量溶存成分の濃度及び負荷量の流下実態を明らかにしました。また、調査坑井サイトにおいて、多深度地下水モニタリング (MP) システムにより長期観測してきた地下水質データの解析、地球化学的指標を用いた地下水流動の解析、孔井を対象とした溶存有機物特性の把握等に重点を置いた調査を実施しました。室内拡散試験を重点に研究を実施し、新たな透過型拡散試験の開発を行いました。水理地質モデル作成法の検討では、金丸地域のローカルスケール及びサイトスケールでの地下水流動シミュレーションを実施しました。地質データベースの研究では、引き続き地質図類データの追加、地質報告書データの追加、及びデータベースシステムの改良を実施しました。

研究テーマ：テーマ項目1、テーマ項目2、テーマ項目3、テーマ項目4、テーマ項目18、テーマ項目19、テーマ項目20、テーマ項目22、テーマ項目23、テーマ項目24、テーマ項目28、テーマ項目31、テーマ項目32

地下環境機能チーム

(Experimental Geoscience Team)

研究チーム長：金井 豊

(つくば中央第7)

概 要：

本研究チームは、地質環境の隔離機能の定量的評価に必要な実験手法を整備し、数値モデル化を目指した系統的な実験・試験手法の確立、並びに構成則を作成すべきキープロセスの解明を目指します。このため、伸張応力場における変形構造と物性及び透水性の評価手法、熱水浸潤過程から見た水みちの形成と力学・透水特性評価手法、長期原位置応力変化測定装置の開発と原位置への適用化のための研究、核種移行促進及び遅延に係わるコロイド・非晶質の生成及び元素の挙動、河川水・地下水でのコロイド調査、微生物の実験手法の確立と掘削試料への適用、等、力学・水理・化学・

生物学等の諸プロセスに係わる研究を行いました。また、環境における物質の地球化学的サイクル並びに分析化学的見地からの標準化等を研究する地下環境機能の研究や、断層内水理モデル確立やヨウ素ガス固定化技術の開発等に関する研究も併せて行いました。

研究テーマ：テーマ項目5、テーマ項目15、テーマ項目19、テーマ項目20、テーマ項目21、テーマ項目22、テーマ項目25、テーマ項目26、テーマ項目27、テーマ項目31、テーマ項目32

[テーマ項目1] 地質特性の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 竹野 直人 (地質特性チーム)

[研究担当者] 竹野 直人、関 陽児、張 銘、
内藤 一樹、高木 哲一、富島 康夫、
奥澤 康一、Regis Bros、須甲 武志、
吉田 崇宏、中島 英夫
(常勤職員6名、他5名)

[研究内容]

地表及び地下地質環境のベースラインについて溪流調査、坑井調査をもとに取得したデータと補備的調査による取得データを取りまとめ、国内外に公表しました。また、概要調査に向けた技術資料において地質環境調査の部分の執筆を分担するとともに関連する内容を公表しました。

[分野名] 地質

[キーワード] ベースライン、風化、続成、変質、水質、地下水、表層水

[テーマ項目2] 米国放射性廃棄物規制解析センターでの在外研修 (運営費交付金)

[研究代表者] 富島 康夫 (地質特性チーム)

[研究担当者] 富島 康夫 (常勤職員1名)

[研究内容]

平成17年12月から平成19年1月まで米国サウスウエスト研究所内に設置されている放射性廃棄物規制解析センター (テキサス州サンアントニオ市) にて在外研修を実施しました。この研修では、研究者と直接意見交換を行うことにより、放射性廃棄物規制解析センターで実施されている研究内容について把握するとともに、ヤッカマウンテン処分場予定地の見学、野外実験への参加等を通して米国処分場の地質環境について直接の経験により知見を広めることができました。特に処分場総合性能評価コードについては、その基本概念、使用方法、具体的計算法等、詳細に理解することができました。これは今後我が国で同様のコードを作成するための一助となるものと思われれます。また、米国原子力規制委員会への訪問により規制政策の基本概念についても理解しました。

この研修により米国でこれまでに進められてきた放射性廃棄物処分事業における規制側の活動内容、役割、現状について理解を深めることができました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕放射性廃棄物規制解析センター、総合性能評価、ヤッカマウンテン

〔テーマ題目3〕新第三系堆積盆の水理地質モデル作成の日米共同研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕高木 哲一（地質特性チーム）

〔研究担当者〕高木 哲一（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、平成17年度に引き続き、米国サウスウエスト研究所研究者2名（G. Walter 氏、J. Stamatakos 氏）を招聘し、瑞浪超深地層研究所（日本原子力研究開発機構）訪問、西南日本での地質巡検を実施し、米国研究者の講演、意見交換、産総研研究者の研究指導等を行いました。さらに、水理地質モデル作成に関わるソフトウェアの保守等を行いました。本研究により、平成19年に予定されています幌延地域新第三系堆積盆における水理地質モデル作成のための日米共同研究に向けた、地質学的・水文学的な基礎認識を日米でさらに発展させることが可能となりました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕幌延、日本原子力研究開発機構

〔テーマ題目4〕地質媒体における物質移行特性評価技術に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕張 銘（地質特性チーム）

〔研究担当者〕張 銘、竹田 幹郎、中島 英夫（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

地層における物質の移流拡散特性の高精度評価技術の確立に関する研究・開発を行っています。室内透水試験に関しては、すでに開発している試験装置を高度化し、試験条件の設定、試験操作、及びデータ収録・解析等一連の試験手順の自動化を行いました。解析面では、主要な室内透水及び拡散試験法の理論解を一律の無次元量を用いて再整理・検討し、試験法間での試験時間、感度、計測精度に関する比較や最適試験法の選定及び最適試験条件の設定等が可能となりました。また、室内拡散試験に関しては、既存の各種試験法に対する総合的レビューを行い、岩への適用性について各試験法の問題点を明らかにしました。原位置単孔式透水試験に関しては既存解析モデルを調査し、各モデルの適用性を原位置において想定される水理地質条件と対比し検討しました。地層変形に伴う透水性変化において間隙水の影響を検討するため、次元解析に基づく大型模型試験を実施し、乾燥状態と飽和状態でのクロスチェック試験結果より試験設計理論の有効性を実証しました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕物質移行、透水試験、拡散試験、模型試験、厳密解析

〔テーマ題目5〕地下環境機能の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕金井 豊（地下環境機能チーム）

〔研究担当者〕金井 豊、高橋 学、上岡 晃、鈴木 正哉、成田 孝、間中 光雄、鈴木 庸平（常勤職員7名）

〔研究内容〕

環境における元素・物質の地球化学サイクルを様々な視点から眺めその実態把握と評価を目的とする環境化学の研究では、湖・沿岸域等の底質中放射性核種の測定に協力すると同時に、重金属類の汚染土壌・底質での検討結果を論文投稿しました。また、ナノ粒子の形成過程の研究や、微生物の影響を考慮したナノ地球科学をさらに展開しました。高精度・高確度の同位体比データを得るため Nd 同位体標準試料 JNdi-1の作成・配布・データのコンパイルを行う同位体標準試料の研究では、8カ国8機関へ送付しました。室内岩石透水試験に関する手法普及のための活動・情報発信等も行いました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕環境化学、放射性核種、汚染土壌、ナノ粒子、微生物影響、同位体標準試料、透水試験

〔テーマ題目6〕プレート境界地震の影響評価（外部資金）

〔研究代表者〕小泉 尚嗣

（深層地下水チーム付（兼））

〔研究担当者〕小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、佐藤 努、板場 智史（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

1946年南海地震(M8.0)、1999年台湾集集地震(M7.6)、2003年十勝沖地震(M8.0)を対象に、プレート境界型地震が内陸の地下水位にどのように影響を与えているかを評価する手法を検討しています。平成18年度は、北海道・四国・紀伊半島の観測点（平成17年度に設置）におけるデータの安定な取得に努めるとともに、十勝沖地震、南海地震及び台湾集集地震に伴う地下水変化を評価しました。この結果、平野部の堆積層における地震時の液状化による地下水変化、及び歪モデルで説明できる地震時の地下水変化は、比較的早く（数ヶ月から数年以内に）回復することが判明しました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地震、地下水、地殻変動、歪モデル、液状化、地震動、南海地震、十勝沖地震、集集地震

〔テーマ題目7〕断層移動のモデル化と影響範囲評価手法（外部資金）

〔研究代表者〕安原 正也（深層地下水チーム）

〔研究担当者〕安原 正也、稲村 明彦、牧野 雅彦、

住田 達哉、高橋 浩、森川 徳敏、
山元 孝広、半田 宙子、仲間 純子、
鈴木 裕一、佐藤 芳徳
(常勤職員6名、他5名)

〔研究内容〕

福島県会津盆地西縁における活断層の移動及び活断層周辺の地下水流動について調査を実施しています。活断層の移動については、平成16年度までの調査（反射法地震探査、ボーリング調査、精密重力探査、及び MT 法電磁探査）により、会津盆地西縁断層帯の最新の地震断層（1611年）は主断層から東へ約5 km 移動して新規出現したものであることが明らかになりました。平成18年度は、平成15年度から実施している活断層周辺の地下水調査につき取りまとめを行いました。この結果、会津盆地の地下水流動系は、階層構造が形成されており、盆地の周辺山地部のより高い標高域で涵養された地下水ほど、盆地内ではより深い帯水層を流動するという広域流動システムが存在することが明らかになりました。また、盆地の地下水、特に浅層部の被圧地下水は会津盆地西縁断層によってその流動が阻害されるため、断層近傍で強い上向きのポテンシャル勾配を持つことが示唆されました。さらに、会津盆地西縁断層や会津盆地東縁断層、また、伏在断層を通じて上昇する深部起源流体が盆地の地下水や温泉水に混入し、その性状に影響を与えていることも明らかになりました。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 活断層、構造盆地、被圧地下水、広域地下水流動、深部起源流体

〔テーマ題目8〕 低活動性断層評価手法の確立（外部資金）

〔研究代表者〕 宮下 由香里

(活断層研究センター活断層調査研究チーム)

〔研究担当者〕 宮下 由香利、小林 健太

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

活断層の存在が不確かな地域で生じる地震断層の活動を評価することを目的とし、低活動性断層のトレンチ調査を行っています。平成18年度は、茂住一祐延断層（富山、岐阜県境）の活動履歴調査、宮地断層（岐阜県下呂市から中津川市）の活動履歴調査と断層破砕帯調査、及び2000年鳥取県西部地震余震域周辺地域から採取した断層ガウジの解析を実施しました。茂住一祐延断層（富山、岐阜県境）の活動履歴調査では、約3-4万年前以降、複数回の断層イベントがあったことが明らかになりました。宮地断層の活動履歴調査と断層破砕帯調査では、最新活動時期が認定できませんでしたが、断層破砕帯の幾何学とガウジの色相から低活動性であることが示唆されました。断層ガウジの解析は、2000年鳥取県西部

地震余震域周辺地域から採取した試料を解析した結果、断層ガウジの色相トレンドの傾きと、断層の活動度には相関のあることが認められました。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 低活動性、活断層、断層ガウジ、茂住断層、祐延断層、宮地断層

〔テーマ題目9〕 複成火山におけるマグマ輸送蓄積、熱拡散過程の研究（外部資金）

〔研究代表者〕 伊藤 順一（長期変動チーム）

〔研究担当者〕 伊藤 順一、風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、安原 正也、大和田 道子、稲村 明彦、半田 宙子、仲間 純子、牧野 雅彦、住田 達哉、渡辺 史郎、大場 武
(常勤職員8名、他6名)

〔研究内容〕

火山マグマ活動の影響範囲について研究しています。平成18年度は、既存試錐資料に基づいた岩手火山周辺の地下地質構造についての検討、水文地質構造と地下水の起源や成因についての検討、平成16年度に掘削したコア試料を用いての火山岩類の全岩分析と年代測定、及び精密重力測定を実施しました。この結果、岩手火山の基盤岩である新第三系及び中・古生層には南北方向の断層群が発達しており、深層地下水の流動に影響を及ぼしていること、及び岩手火山では数十万年前の活動初期から、東岩手及び西岩手タイプのマグマシステムが存在し、両火山体の大規模山体崩壊とその後の山体形成を繰り返してきたことが判明しました。さらに、岩手山の北、東麓地域では、山頂部を涵養源とする滞留時間の短い巨大な浅層地下水系、及び浅層地下水系から孤立した滞留時間の長い深層地下水系存在することが判明しました。南、南西麓では、浅層と深層地下水の滞留時間が異なるにもかかわらず、同程度のマグマ性フラックスがあったことが判明しました。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 複成火山、影響範囲、マグマ活動、地下水流動、マグマ性フラックス

〔テーマ題目10〕 北西九州地域の地殻、マントル構造の解明と新規火山出現予測手法の適用（外部資金）

〔研究代表者〕 松本 哲一（長期変動チーム付（兼））

〔研究担当者〕 松本 哲一、宇都 浩三、Nguyen Hoang、清水 洋、植平 賢司、村越 匠、高橋 浩、森川 徳敏、大和田 道子、高橋 正明、風早 康平
(常勤職員6名、他5名)

〔研究内容〕

北西九州に分布する単成火山につき、マグマ成因論や

マグマ噴出の時間空間分布から、火山噴火を予測する手法を検討しています。平成18年度は、昨年度に引き続き北西九州地域の単成火山群の年代測定、自然地震波観測、及び水文調査を実施しました。年代測定は、昨年度に引き続き佐世保地域において実施しました。その結果、6-9 Ma に休止期間なしに火山が噴出したとの昨年度の結果を検証できました。自然地震波観測では、Double-Difference トモグラフィ法により、九州地域の地震波の解析を行い地下の構造を推定しました。この結果、下部地殻(20 km)において、別府-島原地溝帯に沿った火山や地殻変動の活発な地域において地震波速度が遅い領域が見られました。これは、この地域の地殻深部に高温領域が広がっていることを示唆しており、マグマ活動である可能性が高い。水文調査は、長崎県五島列島において平成16年度から継続して実施しています。本年度は、福江島及び中通島の温泉、地下水を分析した結果、鬼岳周辺において、マントル起源ヘリウムが地表付近に供給されていることが明らかになりました。

【分野名】地質

【キーワード】北西九州、単成火山、地震波トモグラフィ法、五島列島

【テーマ題目11】東北日本を対象とした新規火山出現プロセスのモデル化（外部資金）

【研究代表者】山元 孝広（長期変動チーム）

【研究担当者】宮城 磯治、山元 孝広、松本 哲一、Nguyen Hoang（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

東北日本に分布する複成火山の長期的なマグマ噴出の時空間的变化及び新規火山出現のメカニズムを研究しています。平成18年度は、東北日本に新規出現した珪長質火山の噴出物の Sr-Nd 同位体比と微量成分を検討し、マグマの源になった下部地殻物質の地球化学的性格を明らかにしました。

【分野名】地質

【キーワード】東北日本、新規火山、肘折火山

【テーマ題目12】巨大カルデラ噴火の発生頻度と影響範囲の研究（外部資金）

【研究代表者】山元 孝広（長期変動チーム）

【研究担当者】山元 孝広、伊藤 順一、松本 哲一、Nguyen Hoang、宮城 磯治、桑原 拓一郎、中川 光弘、風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、安原 正也、大和田 道子、稲村 明彦、半田 宙子、仲間 純子（常勤職員10名、他6名）

【研究内容】

北海道東部の阿寒、屈斜路、摩周カルデラ群を対象に、巨大噴火（大型カルデラ火山）の将来予測、影響範囲予

測に必要な地質学的基礎データを取得しています。初年度となる平成18年度は、屈斜路、摩周カルデラ火山群起源の巨大噴火堆積物層序を地表調査から明らかにし、巨大噴火の層序と年代を確定しました。また、巨大噴火をもたらしたマグマ供給系を明らかにするために、噴出物全岩化学組成分析を実施しました。

【分野名】地質

【キーワード】巨大カルデラ、巨大噴火堆積物、阿寒カルデラ、屈斜路カルデラ、摩周カルデラ

【テーマ題目13】地層処分に関わる隆起、沈降（侵食、堆積）の空間分布に関する研究（外部資金）

【研究代表者】山元 孝広（長期変動チーム）

【研究担当者】山元 孝広、桑原 拓一郎、大坪 誠（常勤職員3名）

【研究内容】

地表地質調査、ボーリング調査により、指標地形面構成物の堆積層解析と被覆テフラ相の同定を行い、平均的隆起、侵食率を導くことにより、最終間氷期最盛期（12.5万年前）以前の地形変化を検討しています。平成18年度は、北関東内陸部における侵食、堆積履歴の復元、及び青森県太平洋岸における海成段丘調査を実施しました。北関東内陸部における侵食、堆積履歴の復元では、平成17年に掘削したコアの解析を実施しました。この解析結果と他の段丘の編年結果を合わせると、本地域鬼怒川沿いで現河床と段丘河川堆積物の上面との比高は、過去約35万年まで遡っても6 m 以内で、年代との相関は認められませんでした。青森県太平洋岸における海成段丘調査では、平成17年度から引き続き、下北半島南部の上北平野において、火山灰の年代測定及び火山灰の鉱物分析を実施しています。年代測定の結果、袋町面が約100万年前頃以前に、天狗岱面が約30万年前頃以前に形成された可能性があることが判明しました。ただし、これよりも新しいとの説もあるので、今後の検討を有します。火山灰の鉱物分析の結果、上北平野北端部の東北町ガス平で得られた風成堆積物が、下位より白ベタテフラ、オレンジテフラ、洞爺テフラと言った6枚の火山灰層を含むことが判明しました。

【分野名】地質

【キーワード】隆起、侵食率、海成段丘、広域テフラ、最終間氷期

【テーマ題目14】隆起、侵食量定量化に必要なテフラ編年データの補強（外部資金）

【研究代表者】松本 哲一（長期変動チーム付（兼））

【研究担当者】山元 孝広、松本 哲一（常勤職員2名）

【研究内容】

斜長石班晶試料10 mg 以下で年代測定可能な⁴⁰Ar/

^{39}Ar 法を開発するとともに、この手法を用いて東北日本のテフラ編年データを補強している。平成18年度は、阿蘇火山の強溶結火砕流堆積物から採取した本質レンズ岩片を測定試料として、レーザー段階加熱極微量 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法を試みました。この結果、年代が 122 ± 6 kaとなり、これまでもっとも正確な火砕流堆積物の噴出年代を提供してきた K-Ar 法による値と誤差の範囲で一致し、誤差の大きさもほぼ同程度であった。しかも、試料重量は従来の K-Ar 法と比べて1/120以下まで低減することができました。

【分野名】地質

【キーワード】レーザー段階加熱、テフラ、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法、斜長石、阿蘇火山

【テーマ題目15】地下水系の長期安定性と変動特性に係る調査、評価技術の開発（外部資金）

【研究代表者】塚本 斉（深層地下水チーム）

【研究担当者】塚本 斉、風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、安原 正也、大和田 道子、稲村 明彦、半田 宙子、仲間 純子、牧野 雅彦、住田 達哉、渡辺 史郎、高橋 学、竹村 貴人、佐東 大作、漆松 雪彦、馬場 智理（常勤職員10名、他8名）

【研究内容】

断層、構造線と地下水系、地下水流動系との関係について研究を実施しました。平成18年度は、結晶質岩地域及び堆積岩地域の地下水系の調査、野外探査技術、孔井検層技術の開発、及び室内実験による透水性、物性評価手法の開発を実施しました。結晶質岩地域の地下水系の調査では、阿武隈花崗岩体の尾根地形上に掘削されたボーリング孔において、既掘削部の原位置採水を行うとともに、このボーリング孔を増掘し、より深い深度に存在する地下水を原位置採取しました。堆積岩地域の地下水系の調査では、グリーンタフ地域の富山県砺波平野東縁の高清水断層及び西縁の法林寺断層周辺を中心とした温泉、湧水試料及びガス試料の採取を行いました。野外探査技術、孔井検層技術の開発では、スプリング式重力計をクランプレスで用い、10 μgal オーダーでの探査が可能な極めて精密な重力探査法を開発し、その適用性を浅層ボーリングにより検証し、有効性を確認しました。また、孔井検層技術として開口割れ目を探査する VSP 法チューブ波検層技術の位置の高精度化に必要な周辺技術開発を行いました。室内実験による透水性、物性評価手法の開発では、マイクロフォーカス X 線 CT を用いた岩石の内部構造や3次元的な異方性の評価法について検討しました。また、第三紀堆積岩に人工的に亀裂を発生させた供試体の真三軸圧縮応力下における透水係数を、様々な応力の組み合わせのもとで測定し、主応力軸の位置の変化に伴う透水性の変化を評価しました。

【分野名】地質

【キーワード】結晶質岩、堆積岩、地下水、水質、地下水年代、透水性、割れ目探査、VSP、精密重力、マイクロフォーカス X 線 CT、岩石内部構造、透水異方性

【テーマ題目16】深部流体の広域分布、起源、成因調査による地下水系への影響評価技術の開発（外部資金）

【研究代表者】風早 康平（深層地下水チーム）

【研究担当者】風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、安原 正也、大和田 道子、稲村 明彦、半田 宙子、仲間 純子、大沢 信二（常勤職員5名、他5名）

【研究内容】

主に、長期停滞水の地域的特徴や化学的性状の調査を実施しています。平成18年度は、長期停滞水及び付随するガスに関する調査、及び深部起源炭素の起源、濃度の解析を実施しました。長期停滞水及び付随するガスに関する調査では、昨年度までに採取した試料及び平成18年度に北海道東部及び関東北部で採取した試料につき、化学、同位体分析を実施しました。この結果、長期停滞水には、水溶性ガス田水や構造性ガス田水以外に、一般の油田鹹水と比較して、酸素同位体組成が大きい鹹水と非常に小さい鹹水の両方が存在することが判明しました。深部起源炭素の起源、濃度の解析では、近畿、東海、関東、南東北の広域地域において、地下水に含まれる深部起源炭素の濃度を求めました。この結果、深部起源炭素の濃度が高い地下水は大規模構造線に沿った地域に存在するが、逆に大規模構造線に沿った地域の地下水でも深部起源炭素の混入がほとんどない事例もあることが判明しました。また、地下水の炭素同位体比が非常に高い値を示す原因は、遊離ガスの分離やメタン生成に伴う同位体分別の可能性があると判断されました。さらに、有馬型熱水に含まれる二酸化炭素濃度を、化学組成と希ガスデータを用いて検討した結果、非常に高濃度の二酸化炭素が含まれていたことが示されました。

【分野名】地質

【キーワード】深部流体、同位体、起源、鹹水、構造線、有馬型

【テーマ題目17】水質形成機構解明、長期地下水年代測定手法開発、マルチアイソトープ起源及び混合解析手法開発（外部資金）

【研究代表者】風早 康平（深層地下水チーム）

【研究担当者】風早 康平、森川 徳敏、高橋 浩、塚本 斉、高橋 正明、安原 正也、大和田 道子、稲村 明彦、半田 宙子、仲間 純子（常勤職員6名、他4名）

【研究内容】

地下水の化学、同位体データを解析する手法を検討しています。平成18年度は、長期年代解析手法、及び混合解析手法を検討しました。長期年代解析手法の検討では、ヘリウムの地下水への蓄積フラックスについて、大阪平野に胚胎する深層地下水を対象に検討を行いました結果、マントル起源ヘリウムと地殻起源ヘリウムでは、フラックスの特徴が異なることが示されました。混合解析手法の検討では、結晶質岩地域における掘削調査で得られた裂加水試料につき混合解析を実施しました。深層と浅層の地下水の混合について、深層水の混合割合が深度を増すと増加する傾向を得ましたが、特定の深度で深層水の混入割合が高くなる場合もありました。ただし、水質形成に重要な炭素成分の混合の再現は未解決であります。

【分野名】地質

【キーワード】水質形成、地下水、年代、混合、起源、フラックス

【テーマ題目18】堆積岩分布地域の物理探査による調査 (外部資金)

【研究代表者】石戸 恒雄（地質特性チーム付（兼））

【研究担当者】石戸 恒雄、杉原 光彦、西 祐司、高倉 伸一（常勤職員4名）

【研究内容】

地下水流動モデルの検証に用いるための物理探査モニタリング手法を開発しました。平成18年度は、北関東地域において、比抵抗探査、地中レーダ探査、自然電位変動調査・重力調査、微小地震観測、及び土壌水分、気象要素の観測を実施しました。比抵抗探査は、24 m 測線電気探査、240 m 測線電気探査、及び3次元電気探査を実施しました。24 m 測線電気探査は、8月から1月にかけて合計8回実施しましたが、8月15日から9月30日の探査で、揚水井の掘削に伴う著しい比抵抗の低下が見られました。地中レーダ探査は、2006年12月、2007年1月、2007年2月に実施し、これらの結果を2006年2月に実施した探査の結果を含めて検討しました。この結果、深度10 m までに5つの反射面が確認できました。自然電位変動調査では、掘削に伴う自然電位の変化を観測するため、電極19個を設置、電位の連続測定を開始しました。重力調査では、掘削サイト近傍及び周辺において絶対重力測定と相対重力測定を組み合わせたハイブリッド重力変動調査を開始しました。微小地震観測では、掘削サイトに地震計設置坑を掘削し坑内地震計を設置して長期間モニタリングを開始しました。土壌水分、気象要素の観測では、掘削サイト内に昨年度に設置した土壌水分センサと気象観測装置の運用を続けるとともに、10 m 深のプロファイル土壌水分センサと地温センサを追加し観測を開始しました。

【分野名】地質

【キーワード】ベースライン、モニタリング、重力、比抵抗、自然電位、微小地震

【テーマ題目19】堆積岩分布地域の水理地質学調査（外部資金）

【研究代表者】関 陽児（地質特性チーム）

【研究担当者】関 陽児、竹野 直人、内藤 一樹、奥澤 康一、間中 光雄、須甲 武志、Regis Bros、吉田 崇宏、上岡 晃、金井 豊（常勤職員6名、他4名）

【研究内容】

水理地質学的調査を主として堆積岩地域で実施し、効果的、効率的な調査手法や調査の有効性を検討しています。平成18年度は、新潟県山形県県境地域において溪流の流下動態の調査及び渓流水の水質調査手法の検討を実施するとともに、北関東地域の表流水系、湧水等の調査を実施しました。金丸地域における溪流の流下動態の調査では、流入枝沢のすべての水質調査を実施した結果、本流のウラン負荷量に影響を及ぼしうる枝沢は存在しないことが判明しました。渓流水の水質調査手法の検討では、金丸地域において水質モニタリング調査を実施した結果、調査実施日に先行する無降雨期間が3日間あればよいこと、及び3次水系を対象にマッピングを行った場合に±50 %の地化学異常を持つ低次の水系の存在を検知できることが判明しました。北関東地域の表流水系、湧水等の調査では、350 m 級孔井 KR-1が貫いた地層の地表露出部において渓流水と湧水の試料を採取するとともに、KR-1孔に設置したマルチバッカーシステムから水質試料を採取しました。

【分野名】地質

【キーワード】ベースライン、水系調査

【テーマ題目20】堆積岩分布地域の孔井掘削プログラム (外部資金)

【研究代表者】伊藤 一誠（地質特性チーム）

【研究担当者】伊藤 一誠、鈴木 庸平、竹野 直人、関 陽児、張 銘、内藤 一樹、竹田 幹郎、奥澤 康一、須甲 武志、難波 謙二（常勤職員7名、他3名）

【研究内容】

堆積岩地域における最適な坑井掘削調査プログラムを検討しています。平成18年度は、堆積岩地域において無菌、無酸素掘削水を用いた350 m 孔掘削を実施しました。コア試料あるいは地層への掘削の影響を評価した結果、無菌、無酸素掘削水を用いることにより、地下水化学的環境や微生物学的環境への影響を低減できることが判明しました。透水性が高いと推定される凝灰岩部においては、コア試料や地層への掘削水の浸入を避けることは困難であるが、無菌水、無菌無酸素水を利用することによって、高透水性区間においても、微生物の濃度及び微生物の脱窒特性を評価することができました。また、物理検層として、電気検層、キャリパー検層、音波検層、温度検層、水質検層、ボアホールテレヴィューア、孔内微

流速検層、孔内地下水電気伝導度検層を実施して、水圧計測及び地下水採水を実施する深度を決定し、マルチパッカー方式による多深度間隙水圧計測、地下水採水装置を設置しました。

【分野名】地質

【キーワード】孔井調査、コア、無菌、無酸素掘削、マルチパッカー、検層

【テーマ題目21】コア採水、コア物性同時評価技術の確立（外部資金）

【研究代表者】高橋 学（地下環境機能チーム）

【研究担当者】高橋 学（常勤職員1名）

【研究内容】

難透水性岩石の透水試験法として、遠心載荷手法による試験を検討しています。本年度は、遠心力を利用した透水試験のうち、定水位透水試験手法により、白浜砂岩の透水性を測定しました。この結果、定水位透水試験手法による測定結果は、トランジェントパルス透水試験結果と比べて、透水係数が小さな値となったため、この原因を検討しました。

【分野名】地質

【キーワード】コア、透水試験、遠心載荷

【テーマ題目22】堆積岩分布地域の坑井地下水調査プログラム（外部資金）

【研究代表者】関 陽児（地質特性チーム）

【研究担当者】関 陽児、金井 豊、上岡 晃、竹野 直人、鈴木 正哉、奥澤 康一、内藤 一樹、吉田 崇宏、Regis Bros、須甲 武志、間中 光雄、長尾 誠也、難波 謙二（常勤職員8名、他5名）

【研究内容】

掘削調査により、地下水の物理化学的、生物化学的特性を効率的、効果的に実施するための方法を検討しています。平成18年度は、新潟県山形県境地域において、MP（マルチパッカー）システムを用いた長期地下水観測、地下水中の微生物の分析、地下水、河川水中のコロイド分析、溶存有機物の3次元特性の検討を実施しました。MPシステムを用いた長期観測では、水頭分布と溶存化学成分が地質ユニットと深度に沿って調和的に変化することが明らかになりました。地下水中の微生物の分析では、孔内水中の全菌数と微生物の種構成を明らかにするとともに、U の還元沈殿に関与する微生物種を見出しました。地下水、河川水中のコロイド分析では、フィルターを用いたコロイド分析を行った結果、地下水中には Al、希土類元素、U 等に富むコロイド粒子が存在し、河川水中には希土類元素に富むコロイド粒子が存在することが明らかになりました。溶存有機物の3次元特性の検討では、昨年度に採取したフルボ酸様有機物の蛍光ピークの位置の詳細を明らかにしました。

【分野名】地質

【キーワード】コロイド、有機物、微生物、地下水

【テーマ題目23】地質統合解析（外部資金）

【研究代表者】竹野 直人（地質特性チーム）

【研究担当者】竹野 直人、富島 康夫、高木 哲一、伊藤 一誠（常勤職員4名）

【研究内容】

水理モデルの信頼性を高めるために種々の技術をいかに発展、適用、組み合わせるかを堆積岩地域にて検討しています。平成18年度は、新潟県山形県境地域、北関東地域、及び幌延地域において解析を実施しました。新潟県山形県境地域では地表から浸透する弱酸性で酸化的な地下水と、山体地下側方から侵入する方解石に飽和したアルカリ性で還元的な地下水の混合反応の3次元的なシミュレーション計算の実行可能性を確認しましたが、十分な計算ステップを進めることができず、モデルを2次元的にするなどの工夫が必要になりました。北関東地域では、広域地下水流動モデルに必要な地質モデルの数値化を実施しました。これを用いた地下水流動シミュレーションによりサイト周辺の地下水流からローカルな解析領域が抽出される目処を示すことができました。幌延地域では、地質モデルの数値化、及び地下水流動シミュレーションを実施し、サイト周辺の涵養と流出領域を求めて、ローカルスケールでの解析領域を抽出しました。また、亀裂系を統計処理により水理解析に取り組む目処ができました。さらに、地下水の変動要因抽出にそなえた地質起因事象の整理、解析のためのフレームワークを作成しました。

【分野名】地質

【キーワード】北関東、幌延、地下水モデル、地質起因事象

【テーマ題目24】移流拡散特性評価技術に関する研究（外部資金）

【研究代表者】竹田 幹郎（地質特性チーム）

【研究担当者】張 銘、竹田 幹郎（常勤職員2名）

【研究内容】

地層中における移流、拡散及び吸着に関連する物性の評価技術の体系的評価、検証及び包括的知見の整備を行っています。本年度は、室内拡散試験及び室内透水試験につき、解析理論や試験理論を検討しました。室内拡散試験の検討では、これまでの透過型及び浸入型試験と近年開発された放射流型試験及び電気泳動を利用した試験に対して、既存解析理論の整理を行うとともに、新たな解析理論の開発を行いました。室内透水試験の検討では、これまでの試験理論の整理及び最適化理論と感度解析に基づく検証を行うとともに、新たな試験理論と実験装置の開発を行いました。

【分野名】地質

【キーワード】物質移行、透水試験、拡散試験、理論解析

【テーマ題目25】岩盤特性の隔離性能変化に関する研究
(外部資金)

【研究代表者】高橋 学 (地下環境機能チーム)

【研究担当者】高橋 学、竹村 貴人、間中 光雄、
成田 孝 (常勤職員4名)

【研究内容】

応力測定装置の開発、及び伸張応力場における変形挙動の変化について研究を実施しています。応力測定装置の開発では、新型応力測定装置及び従来のフラットジャッキを用いて、応力の測定を同一地点で5ヶ月に渡って実施した結果、新型応力測定装置及び従来のフラットジャッキでは、応力の変化方向が逆に測定されたため、この原因について検討を行いました。伸張応力場における変形挙動の変化では、MTS 試験機を用いて、白浜砂岩の伸張応力場での力学試験を実施したが、破断までは至りませんでした。

【分野名】地質

【キーワード】伸張応力場、熱水環境、長期力学特性、
応力変化

【テーマ題目26】遅延または促進に関わるコロイドと固相の反応化学 (外部資金)

【研究代表者】鈴木 正哉 (地下環境機能チーム)

【研究担当者】鈴木 正哉、金井 豊、上岡 晃、
池田 智英子 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

多重バリエーションシステムの性能や核種移行に重大な影響を与える反応のうちコロイドが関与する反応を検討しています。平成18年度は、リン酸塩鉱物と核種の親和性の検討、フミン酸コロイドに結合した Sr と Eu のカラム内移行速度の実験、及び Si-Al-U または Si-Al-Fe-U を含むアルカリ性溶液が中性溶液に変化する時のコロイド生成の実験を実施しました。リン酸塩鉱物と核種の親和性の検討では、天然のウラン濃集堆積岩試料の粒度別化学組成及びそれらを対象とした塩酸抽出実験を行った結果、希土類元素及びウランは、リン酸塩鉱物であるフルオロアパタイトと高い親和性を持つことが明らかになりました。フミン酸コロイドに結合した Sr と Eu のカラム内移行速度の実験では、フミン酸は Sr と親和性が小さいために Sr の移行にほとんど影響を及ぼさないこと、及びフミン酸は Eu の移行を促進させるが、イオン強度が高いと Eu の移行量を小さくさせることが明らかになりました。Si-Al-U または Si-Al-Fe-U を含むアルカリ性溶液が中性溶液に変化する時のコロイド生成の実験では、Si-Al-U 系でアルカリ性領域から中性になるにしたがい、HAS (含水アルミノ珪酸) コロイドが形成され、HAS コロイドに U が取り込まれることが明らか

になりました。また、Si-Al-Fe-U 系の実験からは、U が Al よりも Fe と親和性が高いことが明らかになりました。

【分野名】地質

【キーワード】コロイド、移行、フミン酸、ウラン濃集、
含水アルミノケイ酸

【テーマ題目27】遅延または促進に関わる微生物機能の研究 (外部資金)

【研究代表者】鈴木 庸平 (地下環境機能チーム)

【研究担当者】鈴木 庸平 (常勤職員1名)

【研究内容】

多重バリエーションシステムの性能や核種移行に重大な影響を与える反応のうち微生物が関与する反応を検討しています。平成18年度は、硝酸塩、三価鉄、及び硫酸塩等で呼吸する嫌気性微生物の培養法を確立し、放射性核種であるウラン、ネプツニウムと化学的に類似するバナジウム、及びオーバパックの主成分である鉄を対象として、嫌気性微生物がこれら元素の酸化還元状態に与える影響を検討しました。この結果、硫酸還元微生物が5価のバナジウムを還元させることが明らかになりました。

【分野名】地質

【キーワード】嫌気性微生物、放射性核種、酸化還元状態、
バナジウム

【テーマ題目28】地質データの統合とデータベースシステムの構築の研究 (外部資金)

【研究代表者】内藤 一樹 (地質特性チーム)

【研究担当者】内藤 一樹、岸本 清行、竹野 直人、
中田 和枝 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

地質図類データの追加、及びデータベースシステムの改良を実施しています。地質図類データの追加では、平成18年度は平成17年度に引き続いて新規発行地質図類11点の集約を行うとともに、登録済み5万分の1図幅56件について、陸海域接合のためのマスク処理を実施しました。データベースシステムの改良では、インデックス表示での任意の拡大、移動機能を可能にするラスター画像ズームエンジンである ZOOMA 機能を利用することにより閲覧性を高めました。

【分野名】地質

【キーワード】GIS、地質図、データベース

【テーマ題目29】日本の第四期火山データベースの更新 (外部資金)

【研究代表者】山元 孝広 (長期変動チーム)

【研究担当者】山元 孝広、中野 俊、工藤 崇
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

産業技術総合研究所の RIO-DB にある公開データベース「日本の第四期火山」に必要な情報を随時追加して

います。本年度は、2005年度に公表された火山関連文献の更新、新たに第四紀火山に認定された火山の追加を行いました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕第四紀火山、データベース、地質、噴火、地震

〔テーマ題目30〕深部流体、深層地下水に関するDB作成（外部資金）

〔研究代表者〕高橋 正明（深層地下水チーム）

〔研究担当者〕高橋 正明、松尾 京子
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

日本の各地域の深層地下水、深部流体などのデータのうち、化学分析データと位置データ等をデータベースに登録しています。平成18年度は、論文、報告書、書籍等からのデータ9,083件を追加しました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕深層地下水、深部流体、化学、データベース

〔テーマ題目31〕地層処分に関する国際情報の収集（外部資金）

〔研究代表者〕高木 哲一（地質特性チーム）

〔研究担当者〕高木 哲一、鈴木 庸平、富島 康夫
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

地層処分に関する海外の研究動向調査と地層処分の安全評価に必要な知見、技術の海外からの導入を行っています。平成18年度は、国際高レベル放射性廃棄物管理学会（米国）への参加、サウスウェスト研究所（米国）のCNWRA（放射性廃棄物規制解析センター）への訪問を行い、セーフティーケースの概念、取り出し可能性の確保、ヤッカマウンテンの基準遵守期間の変更、社会的受容性、及び安全保障上の問題について情報を得ました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕安全評価、セーフティーケース、取り出し可能性、核不拡散、ヤッカマウンテン

〔テーマ題目32〕概要調査の調査、評価項目に関する技術資料（外部資金）

〔研究代表者〕笹田 政克（研究センター長）

〔研究担当者〕風早 康平、小泉 尚嗣、高橋 正明、竹野 直人、金井 豊、高橋 学、鈴木 庸平、石戸 経士、板場 智史、伊藤 一誠、大坪 誠、大和田 道子、上岡 晃、佐藤 努、杉原 光彦、須甲 武志、鈴木 正哉、関 陽児、高倉 伸一、高橋 浩、高橋 誠、竹田 幹郎、竹村 貴人、張 銘、

成田 孝、西 祐司、濱崎 聡志、松本 則夫、森川 徳敏、安原 正也、高木 哲一（常勤職員28名、他3名）

〔研究内容〕

地質現象の長期変動及び地質環境についての概要調査の調査、評価項目の設定に必要な知見及び関連する技術情報を取りまとめました。本技術資料は、導入部の第1章、第2章「調査、評価項目の設定」、第3章「調査、評価項目に関する科学的知見」、第4章「調査の進め方」、第5章「品質保証」で構成されています。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地層処分、長期変動、地質環境、概要調査、評価項目

②【活断層研究センター】

（Active Fault Research Center）

（存続期間：2001.4～）

研究センター長：杉山 雄一
副研究センター長：佐竹 健治
主幹研究員：粟田 泰夫

所在地：つくば中央第7

人員：18名（17名）

経費：678,809千円（241,570千円）

概要：

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

以上のようなミッションを踏まえ、第2期中期目標期間の第2年度に当たる平成18年度には、1) 活断層の活動性評価の研究、2) 地震テクトニクスの研究、3) 海溝型地震の履歴と被害予測の研究、4) 地震災害予測の研究、の4つの研究テーマを運営費交付金により実施した。このうち、研究テーマ1)は活断層調査研究チーム、研究テーマ2)は地震テクトニクス研究チームがそれぞれ担当した。また、研究テーマ3)は海溝型地震履歴研究チーム、研究テーマ4)は地震災害予測研究チームが担当した。これらの研究テーマの実施に当たっては、国内外から多くの外部研究者を迎え入れ、研

究の充実を図った。また、地質調査総合センター（Geological Survey of Japan）の一員として、関連研究ユニット・組織と連携を図り、効率的に研究を進めた。

平成18年度にはこの他に、下に列挙する文部科学省、経済産業省、原子力安全基盤機構、東北大学、京都大学防災研究所、株式会社大崎総合研究所からの8件の委託研究を実施するとともに、文部科学省科学研究費補助金による2件の研究及び民間会社との共同研究2件を行った。

さらに、2007年3月25日に発生した能登半島地震に際しては、地震に伴う地殻変動の有無を確認するための緊急現地調査、緊急余震観測等を3月26日～31日に実施した。

研究及び調査の成果は学会及び学術雑誌上で積極的に公表したほか、産総研のウェブページ、ニュースをはじめ、各種の媒体を通して速やかに発信した。また、「活断層・古地震研究報告」第6号を編集・刊行するとともに、当センターの研究活動の広報のため、ウェブページの運営、センターニュースの発行・配布を行った。

外部資金：

文部科学省「基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査」

文部科学省「基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査」（平成17年度委託業務の繰越分）

経済産業省平成18年度石油安定供給技術開発等委託費「長周期震動耐震性評価研究」

財団等委託研究費「平成18年度原子力安全基盤調査研究（原子力安全基盤調査研究自然科学分野総合的評価研究）」（原子力安全基盤機構）

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

財団等委託研究費「仙台・石巻平野における地質調査に基づく過去の活動履歴の把握」（東北大学）

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

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

民間委託研究費「糸魚川-静岡構造線断層帯の震源モデルの不確定性評価に関する研究」（株式会社大崎総合研究所）

財団等委託研究費「活褶曲地帯における震源過程の解析業務」（京都大学防災研究所）

共同研究費「動力学的断層モデルを用いた断層帯の破壊過程に関する研究」（株式会社大崎総合研究所）

共同研究費「地震時におけるダム貯留水の挙動に関する数値解析」（株式会社ニュージェック）

発表：誌上発表56件、口頭発表157件、その他72件

活断層調査研究チーム

（Active Fault Evaluation Team）

研究グループ長：吉岡 敏和

（つくば中央第7）

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目8

地震テクトニクス研究チーム

（Active Fault Evaluation Team）

研究グループ長：遠田 晋次

（つくば中央第7）

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目15

藤原 治、堀川 晴央（常勤職員13名）

海溝型地震履歴研究チーム

(Subduction-zone Recurrence Research Team)

研究グループ長：岡村 行信

(つくば中央第7)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11

地震被害予測研究チーム

(Earthquake Hazard Assessment Team)

研究グループ長：堀川 晴央

(つくば中央第7)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目7、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目16

[テーマ題目1] 活断層の活動性評価の研究

[研究代表者] 吉岡 敏和（活断層調査研究センター）

[研究担当者] 吉岡 敏和、宮下 由香里、松浦 旅人、金田 平太郎、丸山 正、吾妻 崇、伏島 祐一郎、宮本 富士香、栗田 泰夫、遠田 晋次、石山 達也、

[研究内容]

本研究では、活断層の評価手法を高度化するための基礎的な研究として、東北日本弧の隆起速度の研究、富士川河口断層帯東方の浮島ヶ原低地でのボーリング調査、サロベツ断層帯周辺の完新世段丘調査、糸静線断層帯北部の青木湖における湖底コアリング調査などを実施した。

東北日本弧の隆起速度の研究としては、第四紀後期地殻変動の速度分布を把握する目的で、気仙沼-胆沢ルートに分布する海成・河成段丘面の編年を行った。気仙沼地域での海成段丘面を指標にした隆起速度と、胆沢地域での河成段丘面の比高を基にした隆起速度は概ね一致するので、東北日本弧外帯の隆起速度分布はほぼ一定であると考えられた。また、胆沢地域では最近10万年間と30万年間の隆起速度は概ね一致するので、第四紀後期の隆起速度は変化していないものと推定された。

富士川河口断層帯では、完新世における活動履歴の高精度の解明を目的として、同断層帯の活動に伴って沈降すると考えられている浮島ヶ原で2本のボーリング調査を行った。コアには約9000年前から9～10世紀にかけての地層が認められ、低地の間欠的な沈降を示唆すると考えられる層相変化が繰り返し見られた。そのうち最も新しい層相変化は、6世紀から9世紀の間に発生したことが判明した。

サロベツ断層帯沿いに発達する完新世段丘では、ハンディ・ジオスライサー及びパーカッション採土器による掘削調査を行い、稚内市抜海では段丘面は前浜・後浜堆積物とこれを覆う泥炭層・チャンネル堆積物で構成され、約800～900年前に離水したことが明らかになった。また、道北地域海域の反射法地震探査断面を重合前からの再解析を行い、その地下構造を推定した。

糸静線断層帯北部の青木湖では、高分解能3次元音波探査によって、湖底に主要な3つの断層トレースが認定された。それぞれの変位時期を明らかにするため、湖北部において8箇所5-6 m のピストンコアリング調査を実施した。採集したコア層序と音響層序との対比、及び¹⁴C年代測定により、約1万5千年以降少なくとも5回の地震イベントを検出した。

また、平成16年度3月に第1次版を公開した活断層データベースについては、データベース機能を強化するための抜本的な改訂作業を行うとともに、データの追加入力を行った。データを単純な電子カタログとして閲覧に供するだけでなく、データベース本来の多彩な機能を実現する為に、データモデルを機軸とする根本的な改訂作業を行った。その結果、データ項目が飛躍的に増え、データを色々と組み合わせ、様々な形式の表を生み出し、表示できるようになった。さらに多彩な絞り込み検索や表の並べ替え、テーマに沿ったランキング等も実現した。また検索結果への直接リンクを可能にしたため、地震直後のトップページへのリンク開設や、歴史地震一覧等の

テーマに沿った特集検索リンクの付加、他のデータベースとの連携等も実現できた。データの増強は弛まず行っており、検索可能な活動セグメント・調査地点ともに、公開当初の倍以上となった。

また、2007年3月25日に発生した能登半島地震について、地震に伴う地殻変動の有無を確認するための現地調査を3月26～31日に実施した。海棲生物を指標とした海岸線の上下地殻変動の調査では、約15点の港湾で指標生物の分布高度を計測し、輪島市南西部から志賀町北部に至る長さ20 kmの海岸で最大約40 cmの隆起と約10 cmの沈降が生じていることを発見した。また、この調査に基づいて震源断層モデルを計算した結果、平均変位量は1.2 mで断層面の先端は深度2 km程度で伏在していると推定できた。このほか、地震に伴って地表に現れた小規模なラプチャーの観察と計測を行った。

【分野名】地質

【キーワード】活断層、古地震、緊急調査、データベース

【テーマ題目2】地震テクトニクスの研究

【研究代表者】遠田 晋次

(地震テクトニクス研究チーム)

【研究担当者】遠田 晋次、近藤 久雄、加瀬 祐子、石山 達也、奥村 晃史 (広島大学)、原口 強 (大阪市立大学)、宮腰 勝義 (電力中央研究所)、三浦 大助 (電力中央研究所) (常勤職員4名、他4名)

【研究内容】

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

【分野名】地質

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

【テーマ題目3】海溝型地震の履歴と被害予測の研究

【研究代表者】岡村 行信

(海溝型地震履歴研究チーム)

【研究担当者】岡村 行信、佐竹 健治、藤原 治、小松原 純子、澤井 祐紀、宍倉 正展、Than Tin Aung、吉見 雅行、竿本 英貴、Katie Thomson (英国グラム大学)、越後 智雄 (地域地盤環境研

究所)、前杵 英明 (広島大学)、藤井 雄士郎 (建築研究所)、茅根 創 (東京大学)、池田 安隆 (東京大学) (常勤職員9名、他6名)

【研究内容】

海溝型地震は、常に同じ場所、同じ規模で発生するのではなく、まれにいくつかの震源域が連動して破壊し、異常におおきな巨大津波を発生させることが、地質学的調査によって明らかになってきた。このような連動型の海溝型地震がどの沈み込み帯でも発生するのかを明らかにするため、日本周辺の海溝に面した低地に残されている津波堆積物や地殻変動を解読する調査・研究を進めている。また、日本の海溝型地震の多様性と比較するため、海外で発生した巨大津波についても、そのメカニズム解明を目的とした調査・研究を進めている。平成18年度は、北海道、東北日本の仙台平野周辺、駿河湾から遠州灘沿岸域、志摩半島、紀伊半島、アングマン諸島、ミャンマー西海岸で調査を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】海溝型地震、津波、地殻変動、古地震

【テーマ題目4】地震災害予測の研究

【研究代表者】堀川 晴央

(地震被害予測研究センター)

【研究担当者】堀川 晴央、関口 春子、吉見 雅行、吉田 邦一、杉山 雄一、国松 直、栗田 泰夫 (常勤職員7名)

【研究内容】

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

地震動予測に関する研究では、関東平野をモデル地域として予測手法の高度化を進めている。今年度は、中規模地震のシミュレーションにより、既存の深部構造モデルの比較・検討を行った。また、立川断層系を想定震源とする震源モデル構築のために文献を収集し、起震応力場を考察した。

断層変位に伴う表層地盤の変位・変形予測の研究は、同じく関東平野をモデル地域として、予測手法の開発を進めている。今年度は、昨年度取得した表層地盤に関する物性データを既存の群列ボーリングデータと統合して表層地盤モデルを作成した。また、数値計算手法の開発を引き続き推進し、有限要素法を使った解析では、物性のバラツキを考慮できるようにし、ランダムな物性を与えた仮想の地盤モデルについて変形解析を行った。個別要素法で使用するモデルの規模を拡大し、より細かいずれの生成・消滅過程を再現できるようにした。

分野別重点課題である大都市圏の地質災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究では、関東平野下の

地盤の不均質構造が地震動に与える影響を調べることを目的としている。今年度は、地震観測網を増強し観測を継続した。また、予察的な浅層地盤構造モデルを作成し、観測地震記録を用いて検証を行った後に、1923年関東地震の地震動の数値シミュレーションを行い、中川低地内部での地震動分布の変化を考察した。

【分野名】地質

【キーワード】地震動予測、変形予測、数値シミュレーション

【テーマ題目5】基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査（外部資金）

【研究代表者】吉岡 敏和（活断層調査研究チーム）

【研究担当者】吉岡 敏和、吾妻 崇、丸山 正、金田 平太郎、松浦 旅人、栗田 泰夫、遠田 晋次、石山 達也、小松原 琢（地質情報研究部門）、平川 一臣（北海道大学）、東郷 正美（法政大学）、越後 智雄（地域地盤環境研究所）、杉戸 信彦（名古屋大学）（常勤職員5名、他5名）

【研究内容】

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

平成18年度の調査対象断層帯は、新規追加断層帯として花輪東断層帯、補完調査対象断層帯として、増毛山地東縁断層帯・沼田- 砂川付近の断層帯、会津盆地西縁・東縁断層帯、富士川河口断層帯、琵琶湖西岸断層帯、庄内平野東縁断層帯、布田川・日奈久断層帯、石狩低地東縁断層帯、砺波平野断層帯・呉羽山断層帯の8断層帯である。それぞれの断層帯において、断層の位置・形状、活動度、過去の活動履歴等を明らかにするための調査を実施し、地震調査研究推進本部の活断層評価に貢献する資料が得られた。

【分野名】地質

【キーワード】活断層、追加・補完調査、地震調査研究推進本部、文部科学省

【テーマ題目6】基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査（平成17年度委託業務の繰越分）（外部資金）

【研究代表者】吉岡 敏和（活断層調査研究チーム）

【研究担当者】吾妻 崇（常勤職員1名）

【研究内容】

本業務は、平成17年度基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査で実施した六日町断層帯トレンチ調査の調

査溝について、予想外の積雪のため当該年度内に埋め戻し復旧ができなかったため、やむをえず平成18年度に埋め戻し復旧作業のみを実施したものである。本業務により各トレンチ調査溝は原状に復旧した。

【分野名】地質

【キーワード】活断層、追加・補完調査、文部科学省

【テーマ題目7】長周期地震動耐震性評価研究（外部資金）

【研究代表者】国松 直（評価部）

【研究担当者】吉田 邦一、関口 春子、堀川 晴央、吉見 雅行（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究は、屋外貯蔵タンクの地震リスク低減を目的として、堆積平野に位置する石油備蓄基地及び石油コンビナートの配置地区を主対象に、不均質な震源特性と地下構造特性を考慮した地震動シミュレーションを行い、各対象地区のサイト固有の代表的地震動波形及び地震動特性を求めるものである。

本年度は、1) 石狩一勇払地域の長周期地震動評価、2) 中京地域の地下構造探査及び3次元地下構造モデルの作成、3) 大分平野の地下構造探査、4) 関東地域の長周期地震動評価を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】長周期地震動、地盤構造モデル、地震動シミュレーション

【テーマ題目8】平成18年度原子力安全基盤調査研究（原子力安全基盤調査研究自然科学分野総合的評価研究）（外部資金）

【研究代表者】吾妻 崇（活断層調査研究チーム）

【研究担当者】吾妻 崇、宮下 由香里、岡村 行信、吉見 雅行、堀川 晴央、片山 肇（地質情報研究部門）、池原 研（地質情報研究部門）、野田 篤（地質情報研究部門）、山口 和雄（地質情報研究部門）、横倉 隆伸（地質情報研究部門）、加野 直巳（地質情報研究部門）、田中 明子（地質情報研究部門）、大滝 壽樹（地質情報研究部門）（常勤職員5名、他8名）

【研究内容】

本研究は、(独)原子力安全基盤機構が大学、民間等の学術研究機関を対象に実施する提案公募研究の成果を体系的に整理・総括する総合的評価と、それらを補完することを目的として産総研で研究立案する活断層等調査を実施するものである。平成18年度には、総合的評価として3件の提案公募研究の成果について学術的先進性と原子力安全体系における意義の観点から評価を行ったほか、2006年9月に改定された「発電用原子炉施設に関する耐

震設計審査指針」の改訂内容と検討経緯を踏まえ、指針改訂に伴って今後必要とされる地質調査の検討と海外の原子力耐震安全に関する基準類の動向調査を行った。活断層等調査においては、陸域活断層調査2件、海域活断層調査3件、地下構造調査1件を実施した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕活断層、原子力、総合的評価

〔テーマ題目9〕スマトラ型巨大地震・津波被害の軽減策(外部資金)

〔研究代表者〕佐竹 健治(副研究センター長)

〔研究担当者〕佐竹 健治、岡村 行信、宍倉 正展、Than Ting Aung、池田 安隆(東京大学)、茅根 創(東京大学)、越後 智雄(地域地盤環境研究所)(常勤職員4名、他3名)

〔研究内容〕

インド洋における過去の地震・津波の痕跡を調べるため、2006年12月にインド・アンダマン諸島で、2007年1月にミャンマー西海岸で現地調査を実施した。アンダマン諸島では、2004年12月のスマトラ島沖地震で沈降したポートブレア周辺でトレンチ掘削及びジオスライサー調査を行い、過去に発生した地震の痕跡を確認した。また、ニール島では段丘及び化石マイクロアトールなど過去の地震によって隆起した痕跡を調査した。ミャンマー西海岸においては、昨年度の調査の際に得られたサンゴ化石の放射性年代測定の結果、過去3000年間に3回程度の隆起があったことが明らかになった。事前の衛星写真解析の現地調査により、さらに詳細な海岸段丘の調査並びに年代試料の収集を行なったほか、過去の地震による隆起を示すマイクロアトールを発見した。前年度までに実施したアンダマン調査の結果は米国地球物理学連合の速報誌に掲載され、東大・産総研のプレス発表を経て、複数の全国紙に掲載された。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕スマトラ沖地震、アンダマン諸島、ミャンマー、古地震、マイクロアトール

〔テーマ題目10〕仙台・石巻平野における地質調査に基づく過去の活動履歴の把握(外部資金)

〔研究代表者〕岡村 行信

(海溝型地震履歴研究チーム)

〔研究担当者〕岡村 行信、澤井 祐紀、宍倉 正展、小松原 純子、Than Tin Aung、藤原 治(常勤職員6名)

〔研究内容〕

西暦869年に仙台平野を襲った巨津波の規模及び同規模の津波の履歴を明らかにするため、仙台・石巻平野に分布する津波堆積物の調査を行った。前年度の調査から、西暦869年の津波は仙台平野では当時の海岸線から3

km 前後内陸まで広がり、同規模の津波が約1000年間隔で発生していたことが明らかになっていた。平成18年の調査では、仙台平野北部と石巻平野でも、西暦869年の津波堆積物が当時の海岸線から3 km 以上内陸まで広がっていることを明らかにした。また、過去3000年以内に同程度の規模の津波が2回発生しており、仙台平野で見つかった津波堆積物とほぼ対比できることが明らかになった。しかしながら、その年代は必ずしも1000年間隔ではないらしい。また、西暦869年の津波前後で地殻変動が生じたかどうかについて検討したが、明瞭な証拠は見つからなかった。むしろ、西暦869年の津波以降、顕著な地殻変動は起こっておらず、最近数十年間継続している沈降運動が異常な変動である可能性が出てきた。津波堆積物の分布については、2006、2007年の地球惑星連合大会で成果発表した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕貞観の津波、仙台平野、石巻平野、津波堆積物、巨大津波

〔テーマ題目11〕歴史・地質・地球物理学的アプローチが明らかにする想定東海地震震源域の地殻変動履歴(外部資金)

〔研究代表者〕藤原 治(海溝型地震履歴研究チーム)

〔研究担当者〕藤原 治、佐竹 健治、澤井 祐紀、宍倉 正展、岡村 行信、Than Tin Aung、海津 正倫(名古屋大学)、矢田 俊文(新潟大学)、小野 映介(名古屋大学)、熊谷 博之(防災科学技術研究所)(常勤職員6名、他4名)

〔研究内容〕

南海・駿河トラフ沿いでは、今後数十年以内に M8クラスのプレート間地震の発生が見込まれており、その発生時期や規模の予測を早急に行う必要がある。その予測と防災に寄与するため、本研究では「想定東海地震震源域における地殻変動履歴を定量的に復元し、過去の東海地震の履歴を明らかにすること」を目的とする。

歴史記録によれば、南海トラフ東部では東南海地震(あるいは東海地震)が概ね100年~150年の間隔で繰り返してきた。しかし、その再来間隔や規模は必ずしも一定ではなく、南海トラフ東部で発生する地震には多様性が認められる。例えば、1707年宝永地震では駿河湾から四国沖にわたる広範囲でプレート境界が同時に破壊し、歴史上最大級の地震となった。一方、1944年東南海地震では破壊域は駿河湾までは及ばず、想定東海地震の領域は破壊しなかった。

想定東海地震の震源域では断層面直上に海岸低地が位置するため、地震に伴う隆起や沈降が地形や地層に記録されやすい。本研究では、長期間の地震の履歴を沿岸の地層と地形の情報を用いて読み出し、地震の多様性だけでなく一般的な特徴をも解説する。また、地殻変動の特

徴を歴史記録と合わせて総合的に検討する。そして、得られた隆起・沈降の量や地理的分布を加味することで、既存の断層モデルを改良することを目指す。

本件は平成18年度から20年度まで採択された。本年度は静岡県掛川市南部～袋井市南部の低地を調査対象に、過去に発生した地震に伴う地殻変動の痕跡を調査した。ハンディ・ジオスライサーによる掘削調査により、1707年宝永地震に伴う津波と隆起の痕跡を確認したほか、過去4500年間にわたる堆積物から地震隆起の痕跡と考えられる層相変化を複数見出した。また、調査地域周辺の港・水運などに関する古文書や古絵図の写しを入手し、地震に関する情報の解読を進めた。また、静岡県西部の湖西市の低地でも、ボーリング調査により古地震に伴う地殻変動の痕跡を調査した。

【分野名】地質

【キーワード】南海トラフ、東海地震、津波、地殻変動、宝永地震

〔テーマ題目12〕南海プレート巨大地震時の西南日本堆積盆地における長周期地震動予測に関する研究（外部資金）

【研究代表者】関口 春子（地震災害予測研究チーム）

【研究担当者】関口 春子（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、西南日本の堆積平野を対象に、国の調査により発生確率が高いとされている東南海地震・南海地震による長周期帯域（2～20秒）の地震動を定量的に予測することを目的としている。その中で、研究担当者は、2秒以上の周期の地震動の発生を精度良く与える震源モデルの構築を担当している。今年度は、別課題で検討した想定南海地震の震源モデルを導入し、本研究の主要なモデル地域となっている大分平野における入力地震動の大きさとばらつきを見積もった。

【分野名】地質

【キーワード】南海地震、南海トラフ、長周期地震動、盆地構造、地震動予測

〔テーマ題目13〕糸魚川－静岡構造線断層帯の震源モデルの不確定性評価に関する研究（外部資金）

【研究代表者】関口 春子（地震災害予測研究チーム）

【研究担当者】関口 春子、遠田 晋次（常勤職員2名）

【研究内容】

糸魚川－静岡構造線活断層系から発生する地震の規模・頻度分布を明らかにし、震源モデルの不確定性を検討するために、評価論理ツリーモデルの構築並びに既存の断層分布及び古地震データの再検討を実施した。多種多様な活動区間、断層傾斜、解釈可能なかぎりの古地震イベント時期をすべて検討した結果、現時点では同断層

帯約140 kmを6つの活動区間に設定するモデルが最適であることがわかった。中部北部区間境界については、近藤・他（2006）の新知見も採用し、牛伏寺断層と松本盆地東縁断層帯南部区間を一括にしたセグメント区分も検討した。地震規模は、Stirling et al.(2002)、松田（1975）の経験式、断層面積からの3つの算定手法を用いて検討した。また連動した場合には、スケーリングモデルとカスケードモデルの2つを用いてその規模を検討した。その結果、隣接する活動区間が連動する場合は多いものの、全体が一括で活動するケースは極めてまれになることがわかった。さらに、地震規模についても単独セグメント破壊の場合は、 $M_w=6.5\sim 7.0$ で一般的にそれほど大きくならない。また、スケーリングモデルを用いた場合、連動型地震では $M_w=7.1\sim 7.8$ 、カスケードモデルでは $M_w=7.0\sim 7.4$ となり、モデルの検討、及び論理ツリーの重み付けの重要性が再認識された。

【分野名】地質

【キーワード】糸魚川－静岡構造線、活断層、地震発生確率

〔テーマ題目14〕活褶曲地帯における震源過程の解析業務（外部資金）

【研究代表者】関口 春子（地震災害予測研究チーム）

【研究担当者】関口 春子（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、活褶曲地帯で発生する地震の特徴を探るため、2004年新潟県中越地震の詳細な震源過程を得ることを目的としている。そのため、地震直後には入手できなかった観測記録や地盤構造情報、他研究による最新の解析結果等を取り込み、高精度の震源インバージョン解析を行うことを目指している。今年度は新たに収集した地殻変動データ、微動観測により推定した地盤情報を追加して解析を行った。

【分野名】地質

【キーワード】活褶曲、新潟県中越地震、震源過程、波形インバージョン

〔テーマ題目15〕動力的断層モデルを用いた断層帯の破壊過程に関する研究（外部資金）

【研究代表者】加瀬 祐子（地震テクトニクス研究チーム）

【研究担当者】加瀬 祐子、壇 一男（大崎総合研究所）、須原 淳二（大崎総合研究所）、鳥田 晴彦（大崎総合研究所）、大橋 泰裕（大崎総合研究所）、武藤 真菜美（大崎総合研究所）、小川 幸雄（大崎総合研究所）（常勤職員1名、他6名）

【研究内容】

複数の断層に対して、地表に非活動性の構造がある場

合、並びに複数の断層の離間距離が異なる場合、どのような条件であれば地下の震源断層が一連で動くかを、3次元差分法を用いた動力学的断層モデルにより評価した。その結果、想定した解析条件の範囲内で以下のことが明らかとなった。1) 断層上層部の非活動構造部分の強度超過と臨界変位量をパラメータとした解析では、2枚の断層間で破壊の乗移りと破壊進展があり、かつ、断層上層部の非活動構造に破壊進展が見られない状態を再現するためには、強度超過と臨界変位量は既往のすべり弱モデルで用いる値を大きく超えた値を用いる必要がある。2) 直列に断続する二つの断層では、断層の離間距離が短くなるほど、また、起震断層が長いほど、断層破壊は連動しやすくなった。3) 並行に位置する二つの断層の場合は、同一平面上で直列に断続する場合と比べて、連動破壊が生じにくい結果が得られた。断層の重なり長さを大きくしても結果に大差はなかった。ただし、断層の強度超過を低くすると連動破壊が生じやすくなることを確認した。

本研究は、(株)大崎総合研究所からの共同研究費により実施した。

[分野名] 地質

[キーワード] 動力学的断層モデル、断層帯、破壊過程

[テーマ題目16] 地震時におけるダム貯留水の挙動に関する数値解析 (外部資金)

[研究代表者] 竿本 英貴 (活断層研究センター)

[研究担当者] 竿本 英貴 (活断層研究センター)、
山田 雅行 (ニュージェック)
(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

長周期地震動が引き起こすダム湖の貯留水の挙動(越流の有無などを含む)を定量的に把握するために行っている研究であり、粒子法の一つである SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) を用いた数値解析が主な内容である。

これまでの研究では、二次元矩形タンク-流体系の液体揺動をシミュレートし、様々な仮定の下で導かれる1次固有周期の理論解と数値解析から得られた1次固有周期を比較し、両者が整合的であることを確認した。さらに、越流のシミュレーションや浮体と流体の連成挙動についても検討を加えた。

[分野名] 地質

[キーワード] 長周期地震動、ダム湖、スロッシング、
Smoothed Particle Hydrodynamics

③【化学物質リスク管理研究センター】

(Research Center for Chemical Risk Management)

(存続期間：2001.4～2008.3)

研究センター長：中西 準子

副研究センター長：吉田 喜久雄

所在地：つくば西、化学物質リスク管理研究センター

人員：25名 (24名)

経費：572,616千円 (267,621千円)

概要：

1. 研究目的

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

2. 研究目標

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

以下に5項目のテーマに関する概要を示す。

[テーマ題目1：リスク便益解析手法の開発]

リスク便益分析をベースとした化学物質の管理を広く普及させることを目的として、化学物質による余命の損失に生活の質を組み入れた質調整生存年数 (QALY) をリスクの尺度とするリスク評価手法を開発し、あわせて、限定的な既存情報からリスクとその不確実性を含めて評価できる手法を開発する。

[テーマ題目2：詳細リスク評価書作成]

社会とのコミュニケーションの中で行政や事業者が、リスク評価手法を改善し、リスク評価を定着させ、リス

ク評価結果を活用することを促進するために、25種以上の化学物質に関する詳細リスク評価書を作成し、公開する。

[テーマ題目3：評価ツールの開発]

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

[テーマ題目4：マルチプルリスク管理のための評価手法の開発]

互いに関連しあう複数の化学物質のリスクのトレードオフ関係の中で社会が許容し得る総リスクを選択可能にすることを目的として、マルチプルリスク管理のための評価手法を確立する。さらに、この手法を、代替物質の開発・導入の合理性評価や最適な代替物選択に適用する。

[テーマ題目5：新技術体系とリスク評価・管理手法の開発]

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

3. 研究内容

上記の5項目のテーマを完遂するために、平成18年度は各テーマ毎に以下の研究を重点的に実施した。

[テーマ題目1：リスク便益解析手法の開発]

- ① 前年度に実施したリスク管理に関する事例研究を進展させ、より現実的な選択肢に基づくリスク便益解析を行うとともに、適用される不確実性係数の差異についても検討する。
- ② 従来の支払い意思額だけにに基づく便益評価では把握しきれない動機や個人差を考慮した社会的選考を開発する。このために、アンケート調査と経済統計を用いて、リスクを回避する人の心理的・経済的データを収集・解析する。
- ③ 室内空気質調査に加えて、化学物質の室内放散量を測定し、これらのデータを基に、室内空気質に対する発生源解析手法の適用性について検討する。
- ④ 環境中濃度から排出源の位置と排出量を推計する逆解析モデルについては、開発の第一段階として、単一地点データから単一排出源の位置を推定するシステムを構築するとともに、国内の高濃度地点で排出源の位置と排出量の推定を行う。

[テーマ題目2：詳細リスク評価書作成]

- ① 塩化ビニルモノマー等4物質の詳細リスク評価書を出版するとともに、ニッケル等8物質について、詳細リスク評価作業を遂行する。
- ② 詳細リスク評価のための技術指針（テクニカルガイダンス）文書を、大気モデルに関連した部分について完成する。

[テーマ題目3：評価ツールの開発]

- ① 大気モデル ADMER にサブグリッドモジュール

を組み込み、解析可能な空間解像度を向上させたバージョン2.0を開発し、公開する。

- ② 水系モデルについては、金属類の排出量推計機能を追加した河川モデル SHANEL を公開するとともに、沿岸海域モデルとして瀬戸内海モデルを試験的に公開する。

- ③ 損失余命の尺度に基づくリスク計算機（RiskCaT-LLE）については、プログラムの修正を行い、バージョン1.0を公開する。

[テーマ題目4：マルチプルリスク管理のための評価手法の開発]

- ① 少ないデータで多数の化学物質の迅速なヒト健康リスクのスクリーニングを可能とする実用的システムの構築を目指す。
- ② 地理情報システムを活用し、農・畜産物の主要流通経路を推定する手法を検討し、消費地における一般住民の農・畜産物経由の摂取量分布を推定できるシステムを構築する。
- ③ 難燃剤の詳細リスク評価で用いたデータとモデルの不確実性を定量的に把握し、難燃剤のリスク評価結果を改善するために取り組むべき課題の抽出と情報収集の優先順位付けを行う。また、難燃技術等の事例に基づいて、リスクの発生、波及、転化過程の構造図を作成するとともに管理対策の事例ベースの枠組みを構築する。
- ④ 臭素系とリン系の難燃剤の代替事例について、代替品の導入前後のリスクの変化について QALY 等を尺度として推計するとともに、費用を推計し、代替品間の比較、選択過程を説明するモデルを構築する。また、トルエンとキシレンについて屋内外での同時暴露によるリスクを QALY 等の尺度で評価し、これらの溶剤の代替に対するリスクと便益のトレードオフについて解析する。

[テーマ題目5：新技術体系とリスク評価・管理]

- ① カーボンナノチューブ、フラーレン、二酸化チタン等のナノ材料の定量的な排出シナリオ及び暴露シナリオを作成する。また、ナノ材料の安全性評価の標準化のため、*in vitro* 試験でナノ材料への暴露に伴う生体反応を確認し、有害性スクリーニング試験法として活用可能な生体反応を選別する。
- ② バイオエタノールを原料とするガソリン添加剤の ETBE を混合したガソリンを全国規模で導入した場合に想定される吸入暴露経路と経口暴露経路の健康リスクを評価する。

上記各テーマの個別研究成果概要については、以下を参照されたい。

外部資金：

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

の構築と適用」

経済産業省 平成17年度産業技術研究開発委託費「ナノ粒子の安全性評価手法の標準化」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発／リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析」

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

経済産業省（石油産業活性化センター経由）「ETBE のリスク評価」

発 表：誌上発表77件、口頭発表111件、その他17件

大気圏環境評価チーム

(Atmospheric Environment Team)

研究チーム長：吉門 洋

(つくば西)

概 要：

事業所等から環境中に排出される化学物質への暴露は、その多くが主として大気経路で起こる。従って、そのプロセスを解明し、リスクの定量的評価・管理技術の開発に結びつけることは当研究センターの主要課題の一つであり、上記のプロセスの構成要素と対応する課題は次のようになる。

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

上に掲げた排出量の把握、大気中の濃度分布・暴露量の評価のために開発・高度化した技術はできる限り一般化し、マニュアル（取り扱い指針）やモデルソフトとして公開し、広く活用していただくことを目指している。

1. 公開中のモデルソフト：ADMER と METI-LIS

大気チームから分離独立した環境暴露モデリングチームとともに、従来より二種類の「大気濃度・暴露評価モデル」を開発し、実地検証を重ねたうえで広く一般の利用に供し、保守管理を行っている。一つは広域を対象とした AIST-ADMER であり、現在は

環境暴露モデリングチームが中心となって維持管理と改良、高度化を進めている。もう一つのモデルは工場などの発生源周辺の比較的狭い区域を対象とした METI-LIS：経済産業省（METI）低煙源工場拡散（Low-rise Industrial Source dispersion）モデルであり、大気チームが維持管理を行っている。現在は平成15年12月以降公開のバージョン2となっている。METI-LIS の適用対象は平坦地という制約はあるが、気象データさえあれば世界中どこでも適用可能であり、17年度にバージョン2英語版を完成させ、公開した。18年6月に一部バグ修正を行い、バージョンを2.02から2.03に進めた。

2. 新たなモデルや手法開発の取り組み

- 1) 実測濃度分布情報から大気排出物質の発生源を特定する逆解析ツールの開発を、METI-LIS を基礎として進めた。17年度に行った大阪府堺市におけるアクリロニトリルのモニタリングデータを用いたテスト結果に、現地で実施した短時間濃度測定結果を重ね、試作ツールの有効性を確認した。さらに本年度は第二の対象としてトリクロロエチレン高濃度検出地区を選び試作ツールの実用テストを実施した。
- 2) ベンゼン等の自動車排出化学物質による沿道暴露評価のツールとして、線源ブルームモデルによる沿道濃度モデルの全国適用を行った。18年度内にさっそくベンゼン詳細リスク評価作業への活用を行い、機能性を評価した。
- 3) オゾン等の大気中生成物質の詳細リスク評価に用いられるオイラー型次世代広域大気評価モデルのシステム化を環境暴露モデリングチームを主体として推進しており、大気チームも継続的に協力している。

3. 化学物質の詳細リスク評価

大気チームでは2001年度以降、我が国における1,3-ブタジエン、アクリロニトリルの詳細リスク評価を実施し、前記のようなモデル技術と排出量算定技術の具体的活用を行ってきた。18年度はベンゼン及びトリクロロエチレンの詳細リスク評価を進め、若干の追加検討課題を残すものの、基本骨格を完成させた。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目

4

リスク解析研究チーム

(Risk Analysis Team)

研究チーム長：吉田 喜久雄

(つくば西)

概 要：

以下の研究課題に取り組んだ。

1. 詳細リスク評価書作成

平成19年度中に25物質以上の詳細リスク評価書を完成させるため、鉛の詳細リスク評価書を公開する

とともに、カドミウム、キシレン及びクロムの詳細リスク評価書作成を継続した。

2. 評価ツールの開発

室内で発生する化学物質について、放散速度から長期平均室内濃度分布を推定する暴露モデルの改良を行った。

3. マルチプルリスク管理のための評価手法の開発

生産地や流通経路が異なる農・畜産物経由の化学物質の暴露を適切に評価する手法を、昨年度に引き続き、地理情報システム（GIS）を用いて検討、改良した。

4. 新技術体系とリスク評価・管理

太陽光発電については、その導入に伴う火力発電所からの有害大気汚染物質と二酸化炭素の削減を便益とし、導入に伴う設置コストと新たな健康影響を費用として、費用便益分析を行うとともに、新規電池素材のリスクについて評価した。

バイオエタノールを原料とするガソリン添加剤のETBEについては給油所等から大気に排出されたETBEの吸入暴露経路のリスクを推定するとともに、タンクから漏洩したETBEの地下水経由の経口暴露経路の暴露推定法について検討した。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5

リスク管理戦略研究チーム

(Risk Management Strategy Team)

研究チーム長：蒲生 昌志

(つくば西)

概要：

中心的な課題はナノ材料のリスク評価であった。以下のような項目から構成される。

- ・暴露評価：ナノ材料のライフサイクルでの排出可能性の整理を行なうとともに、粒子の排出特性を評価するための試験を行なった。
- ・有害性評価：動物試験系の確立とリスク評価での活用を目的としてバイオマーカーに関する知見を整理した。また、*in vitro* 試験系に関する検討を行なった。
- ・社会科学系の研究：一般人の認知アンケートの実施や、現行法規制のナノ材料の管理への適合性に関する検討を行なった。

その他、以下のような課題に取り組んだ。

- ・室内空気質に関する研究：室内空気質調査の結果（室内濃度と換気回数）をベースにして対象物質の室内での発生源を把握する試みを行なった。
- ・リスク評価ツールの開発：RiskCaT-LLE（損失余命の尺度に基づくリスク計算機）のβ版を改良してver. 1.0として公開した。
- ・子供の確率的生命の価値の推定：社会経済選択実験

（コンジョイント分析）と仮想評価法（CVM）を使ったアンケートを実施して推定結果を得た。

- ・詳細リスク評価書の作成：アセトアルデヒド、カドミウム、co-PCBの詳細リスク評価書を作成した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目5

水圏環境評価チーム

(Hydrosphere Environment Assessment Team)

研究チーム長：東海 明宏

(つくば西)

概要：

1. グループの目標

本チームは、陸水・海域の物質動態・暴露解析手法の改良と適用、化学物質管理における生態リスク評価手法（環境疫学的視点での）の開発と適用、ヒト健康を対象とした有害性評価手法の整備と適用、資源循環型社会における化学物質リスク管理手法の構築と適用、難燃剤を事例とした代替品開発戦略・技術の社会的受容性の検討といった領域の課題を担いつつ、リスク評価手法開発と、詳細リスク評価書の策定を進めている。

2. 研究手段・方法論

詳細リスク評価書策定においては、データの充足状況に応じて、実測データの活用と、モデル解析をバランスよく組み合わせるアプローチをとっている。

特に、生態リスク評価に関しては、現地調査に基づいた開発を重視しており（現場で何が起きているかを把握する視点）、これは、Cdの生態リスク評価で展開している。

また、ヒト健康を対象とした有害性評価では、透明性の高い評価結果が得られることを第一に考えた評価を行っている。

応用範囲の広いリスク評価の推論手法を構築する視点として、特に、モデル開発に際しては、現象の支配原理に則ったアプローチをとっている。沿岸域生態リスク評価モデルでは、潮流の物理現象及び、水・底泥間の化学物質の移動の生物化学的現象を定式化して、沿岸域の生態リスク評価ツールを開発してきており、本年度は、その手法の適用領域の拡張を行なった。

3. 平成18年度の研究成果

3.1 詳細リスク評価書の刊行

平成18年度においては、詳細リスク評価書として、TBTの代替物質である、銅ピリチオンの詳細リスク評価書を公表した（丸善から出版した）。さらに、TBTの英語版を作成し、産総研出版物として公表した。また、ビスフェノールA、単鎖鎖鎖塩素化パラフィンの英語版の作成作業を行ない、これらは、インターネットを經由して公開する予定である。

3.2 詳細リスク評価書策定作業

引き続き、Ni、難燃剤の詳細リスク評価書策定作業を行い、内部レビュー相当版を作成した。Niに関しては、いくつかの新規な試みをおこなっている。たとえば、生物利用可能性がそれぞれの化学種で異なるため、化学種分析の手法開発と現場適用を行い、これらの知見を評価にとりいれた。難燃剤に関しては、知見の少なさを、データの充実している物質の評価結果を参考にしながら、推定ベースでリスク評価作業を進めた。また、分担課題であるトリクロエチレンの生態リスク評価を終了した。

3.3 手法開発

・沿岸域生態リスク評価モデルの開発

これまで沿岸域を対象とした、生態リスク評価モデルを東京湾、伊勢湾を対象として開発してきており、平成18年度においては、瀬戸内海全域へモデルを拡張する作業を行った。大阪湾海域、備後灘海域、周防灘海域にわけてモデルを開発し、検証を終了後、CRM ホームページから公開した。

・環境疫学の視点にもとづく新しい生態リスク評価手法の開発

水中金属濃度の高い河川を対象として、金属濃度、そこに生息する生物調査を行ない、個体群への影響を、金属濃度から来る分、河川構造物由来による分にかけて推定できる手法を検討した。

・河川水中金属の化学種分析と現場適用

河川水中での金属暴露によるリスクの推定には、化学種ごとの生物利用可能性に関する知見が必須であるため、水中での化学種分析法を開発し、現場に適用してデータを収集整備し、リスク評価のための活用した。

・ヒト有害性評価手法の最新動向の調査

最新の考え方として EPA 等で提案されている MOA (Mode Of Action) の考え方に基づく、より透明性の高い有害性評価手法をプロトコールとしてまとめつめた。今後、有害性少ないデータの物質を扱う際に活用できる方途を検討した。

研究テーマ：テーマ題目 2

生態リスク解析チーム

(Ecological Risk Analysis Team)

研究チーム長：林 彬勲

(つくば西)

概要：

持続可能な生態系を目指した化学物質の利用と規制に関する環境政策を提案するため、理論的及び政策科学的な視点から化学物質による生態系への影響を「生態リスク」として定量的に捉えることのできる理論構築や手法開発を行なう。具体的に、下記の研究課題に取り組んでいる。

1. 有害性情報の少ない物質に対する個体群レベル生態リスク評価手法の開発と適用

化学物質の有効利用と生態系の保全の両立を目指す化学物質のリスク評価・管理対策は、生物が一匹も死なない濃度（従来の個体レベル）を基準にするのではなく、生物種の存続（個体群レベル）を基準にすることが妥当である。既に提案した実験室の毒性データを活用した個体群存続影響評価手法の適用によって、多くの物質に対する個体群レベル生態リスク評価を実現し、その評価書を公開してきた。このように、個体群レベル評価を中心とした生態リスク評価体系の構築及び個体群存続影響評価手法の発展を図るため、より多くの個体群レベル生態リスク評価のケーススタディが望まれる。18年度には、引き続き、有害性情報の少ない物質に対する個体群レベル生態リスク評価のための外挿手法の開発について検討を行った。同時に、開発した手法をアルコールエトキシレートの詳細リスク評価に適用し、評価書の外部レビュー版を完成した。

2. 金属版水系暴露解析モデルの開発と公開

化学物質による人間や生態系への影響が社会的な問題となっているが、河川流域の水生生物に対する毒性が懸念されている化学物質の濃度については、観測の地点や回数が限られているため、水系暴露濃度を推定するためのモデルが必要となる。本研究では、流域に関する気象や地理のデータに基づいた流量及び対象化学物質の PRTR 排出量データと基本的な物性を入力することにより、時空間的に詳細な水系暴露濃度の推定から、水系における化学物質の生態リスク評価や対策評価を可能とする一連のモデルを開発し、公開を行っている。18年度には、亜鉛やニッケル等の重金属を対象として、寝屋川水系や境川水系で実態に即した排出量の推計を行うことのできる金属版水系暴露解析モデルの開発を検討した。その結果、これまでの AIST-SHANEL の機能に、タイヤの磨耗による亜鉛の排出量や亜鉛めっき製品からの排出量、水域への大気沈着量、バックグラウンドの雨天時の流出負荷の排出量推計及び溶存態・懸濁態別の河川水濃度の推定機能を追加した「AIST-SHANEL 境川水系－亜鉛版」を公開することができた。

3. 残留性有害汚染物質の水棲生物における蓄積レベル予測手法の開発

ヒト健康及び生態リスク評価を行う際、水棲生物における残留性有害物質の蓄積レベルを知ることは非常に重要である。しかし、多くの水棲生物を捕獲し、分析するのは経済的にも労力的にも現実的ではない。そこで、限られたデータセットから水棲生物における残留性有害汚染物質の蓄積レベルを予測する手法を開発することが重要な課題となる。そのた

め、18年度には、学会や文献検索により関連研究の動向を把握する調査を行い、窒素安定同位体比の情報を用いて餌経由の蓄積も考慮した実環境における蓄積特性を予測する手法の検討を行った。

4. 個体群レベルでの評価を考慮した新たな管理対策のあり方の提言

一般の合成化学物質と違い、重金属の多くは自然起源のものであり、一部は生物の必須元素でもある。このように、重金属に対する生態リスク評価・管理に対して、新たな考え方を示す必要がある。18年度には、亜鉛を例に、生態系管理の新しいあり方についての考察を行った。従来の化学物質の生態リスク管理には、いかなる個体にも亜鉛による有害な影響が現れてはいけないという前提があり、この観点からほとんど全ての個体に影響が現れない環境中の亜鉛濃度の推定を行った。しかしながら、保全生態学では、地域個体の存続性や集団全体の持続可能性を保つように、生態系の管理がなされている。このギャップを埋めるため、個体群レベルでの管理を行い、この観点から生態系の大部分を守ることのできる環境中濃度の推定を行った。この二つの保護濃度を組み合わせることにより、より柔軟な管理のあり方を提案した。

また、重金属汚染地域では、一般に複数の重金属により汚染されている。これらの地域に対する重金属の生態リスク評価においては、重金属の複合汚染による毒性を知る必要がある。18年度には、複数の重金属が存在するときの毒性を予測するモデルを構築した。

5. リスク当量による化学物質の生態リスクの換算手法の開発

化学物質の生態リスク管理対策の策定においては、化学物質以外の他の要因による生態リスクとの換算や比較が望まれる。そのため、18年度からの新規テーマとして、化学物質の暴露と化学物質以外の他の要因による生態リスク（例えば生物個体群の絶滅リスク）を定量的に比較・換算する手法の開発に着手した。まず、異なる化学物質の暴露による生態系への影響を定量的に比較することのできる手法の開発について、リスク当量による化学物質の生態リスクの換算手法を検討してきた。その結果、種の期待影響割合（予測環境中濃度分布と種の感受性分布の重なり合う部分の面積）をリスク当量とした生態リスクの換算手法を提案することができた。この手法は、全国水系における環境中暴露の濃度分布が得られる化学物質に適用できる。クロロホルム詳細リスク評価書では、この手法を用い、種の期待影響割合によるクロロホルム・鉛・亜鉛の生態リスクを定量的に比較した。

6. 生態リスク評価ツールの開発

生態リスク評価のための SHANEL や RAMTB などの環境暴露濃度推定モデルはあるが、生態リスク判定に必要とされる個体群レベルの予測無影響濃度（個体群 PNEC）や95%の生物が影響を受けない濃度（HC5）などを推定するモデルはない。また、分かりやすい個体レベルの初期的生態リスク評価（MOE 評価）に比べて、個体群 PNEC（個体群存続評価）や HC5（種の感受性分布解析評価）による評価は専門的知識を要するため、一般の方には難しい。そこで、利用可能な生態毒性データを入力することによって、初期リスク評価書的な生態リスク判定から、種の感受性分布解析や個体群影響解析によるリスク判定のできる階層的なリスク評価ツールを開発した。18年度には、引き続き、評価ツールの見直し作業を行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目4

環境暴露モデリングチーム

(Environmental Exposure Modeling Team)

研究チーム長：東野 晴行

(つくば西)

概要：

化学物質のリスク管理において、環境中の濃度を知ることが最も重要な課題の一つと考えられる。環境中濃度は、観測を行うかモデルによる計算で求められるが、新規の物質など観測データが存在しない場合の推定や限られた観測データからの全体状況の把握、将来や過去の状況の推定などでモデルの果たす役割は大きいと言える。このような背景から、当チームでは以下に示すような課題に取り組んでいる。

- 1) 発生源周辺領域から地方スケールまで対応できる複数の大気環境暴露評価モデルの開発を行い、排出量地域分布などの基礎データの整備も併せて行う。
- 2) 開発したモデルやデータ及び手法を公開し、モデルを用いた暴露・リスク評価手法の普及を促進する。
- 3) 開発したモデル等を用いた暴露・リスク評価を実施し、その結果を化学物質管理等の政策に反映させる。

1. 地域スケール大気モデル(ADMER)

ADMER（正式名称：産総研－曝露・リスク評価大気拡散モデル(national institute of Advanced Industrial Science and Technology - Atmospheric Dispersion Model for Exposure and Risk assessment：AIST-ADMER)は、化学物質の大気中の濃度と暴露人口を、排出量と気象条件から計算するモデルである。本年度は、最新版の Ver.2.0 を開発し、2007年1月から配布を開始した。最新版の ADMER Ver.2.0 では、市区町村程度の比較的小さい領域での使用場面で強く望まれていた高解像度化

を、5 km×5 km グリッドの内部をさらに細かいグリッドで解析する機能（サブグリッド解析機能）を新たに開発し搭載することによって実現した。また、地理情報システム（GIS）の導入による図化機能や操作性の向上、気象データやグリッド排出量の作成や曝露人口の推計に用いる各種統計データの自動ダウンロード機能の搭載、市区町村別の排出量や平均濃度を自動的に計算する機能を搭載するなど、多くのユーザーの方々からの要望に応えるための様々な改良を同時に行った。

2. 次世代型広域大気モデル（次世代 ADMER）

溶剤・溶媒などで用いられる VOC 類は、近年、PRTR 対象物質からアルコールなどの非 PRTR の有機化学物質への代替が進んでいるが、これらの代替物質の中には、そのものの有害性は低いものの、環境中での二次生成まで考えた場合、アルデヒドやオゾンなど有害性の高い物質の前駆物質となるものも多く、必ずしもリスク削減にはつながっていない可能性がある。このようなリスクトレードオフ問題を解析するためには、排出物質の大気中濃度に加えて、光化学反応等によって二次生成されるアルデヒド類等の分解生成物の大気中濃度を知る必要がある。このような背景から、揮発性有機化学物質の大気環境中の反応及び沈着過程をモデル化し、三次元オイラー型の気象・拡散モデルに組み込むことにより、揮発性有機化合物の二次生成物質（主にオゾンとアルデヒド類）の大気環境中濃度が推定可能となる大気モデルの開発を進めている。本年度は、気象パターン類型化手法を用いた長期間（年間以上）解析モジュールを完成させた。また、実際に、年間濃度推定計算を行い、ホルムアルデヒド・オゾン・二酸化窒素について、実測値と概ね一致することを確認した。

3. 沿道曝露評価手法開発

1,3-ブタジエンやベンゼンのような自動車起源の排出が主な物質については、道路近傍での詳細な評価が必要不可欠である。そこで、ADMER や METI-LIS に加えて沿道曝露評価手法（沿道モデル）の開発を進めている。本年度は、線源モデルによる濃度推定手法を全国幹線道路に適用したシステムを完成させ、ベンゼンの詳細リスク評価において最初の活用を行った。またこれと並行して、ADMER サブグリッドモジュールの曝露評価に必要な人口分布として、新たな高度地理情報データベースを用いた最良の沿道人口偏在係数推計モデルを検証し、精度を向上させた。

4. 河川における化学物質の曝露濃度推定モデル

河川における水生生物の生態リスクを評価するには、河川水中の化学物質の濃度を知る必要があるが、観測の地点や回数は限られているため、観測データだけでリスク評価を行うことは困難である。このよ

うな背景から、水系における時空間的に詳細な化学物質の曝露濃度を推定できる化学物質のリスク評価・管理のための産総研－水系曝露解析モデル（AIST-Standardized Hydrology-based Assessment tool for chemical Exposure Load、通称 AIST-SHANEL）の開発を進めている。本年度は、重金属を対象とした面源排出量の推計モデルを追加し、亜鉛の詳細リスク評価に用いた境川水系を典型例として AIST-SHANEL 金属版のインターフェース化を行い、公開準備を完了した。また、既に公開済みの AIST-SHANEL Ver.0.8や Ver.1.0を社会に普及させるための広報活動を行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

健康リスク評価チーム

（Health Hazard Assessment Team）

研究チーム長：川崎 一

（つくば西）

概要：

1. チームの目標

化学物質のリスク評価には、曝露評価とともに適切な有害性評価が必須であり、特に有害性発現メカニズムを理解することが合理的なリスク評価を実施するには極めて重要である。有害性を研究対象とする毒性学は、基礎医学、薬学、生物学などのライフサイエンスの知識により裏付けられているが、それは同時にライフサイエンスの進展に伴う最新情報の活用が常に求められていることでもある。従って、化学物質の有害性は、常に新しい知識で見直される必要があり、そのような不断努力が当チームの重要な責務のひとつである。

また、新しい科学技術の実用化に伴う新規化学物質（ナノ材料、太陽電池素材、代替エネルギー用添加剤など）の有害性を適切に評価することにより新技術開発を側面から支援することができる。例えば、ナノ材料にはナノというスケールに起因する有害性があるとの仮説があるが、この仮説を検証し、適切な有害性評価システムを構築することも当チームの重要な課題のひとつである。

2. これまでの研究成果

数多くの化学物質について詳細リスク評価が実施されているが、当チームでは以下の物質について有害性評価を行っている：クロロホルム、トリクロロエチレン、ニッケル、オゾン。この他、ホルムアルデヒドについては、曝露評価も含めた詳細リスク評価を実施中である。これらのうち、クロロホルムの発がん性については、代謝体であるホスゲンの細胞障害に対する代償性の細胞増殖反応の重要性に着目したメカニズム解析を行った。また、トリクロロエ

チレンの発がん性に関しても、疫学データの解析に注力するとともに代謝の種差を考慮した有害性評価を行った。

新技術の実用化に伴うリスク評価としてナノ材料の有害性評価に関する総合的な評価体系の策定に関わるとともに基準認証研究開発事業「ナノ粒子の安全性評価方法の標準化」研究を実施した。また、CO₂排出削減を目的とした ETBE 混合ガソリン導入に必須の ETBE の安全性評価も実施した。

縦糸研究としては、生理学的薬物動態 (PBPK) モデルの幅広い検証を行うとともに粒子状物質の肺沈着モデルのカスタマイズとナノ粒子のリスク評価への活用研究を行った。

3. 今年度の研究方針

ホルムアルデヒドの詳細リスク評価書を完成させ、出版する。また、二酸化チタンの詳細リスク評価書の作成に着手する。この他、トリクロロエチレンの有害性評価を終了させるとともにベンゼンの有害性評価に着手し、年度内に完成させる。

これまでに実施した多くの化学物質の有害性評価研究のうち PBPK モデルを用いたリスク評価についてデータを収集・解析し、PBPK モデルによる有害性評価を推進するとともに粒子の肺沈着モデルとの融合を目指す。

ナノ材料の有害性評価システムに関しては、エンドトキシン測定法の国際標準化をリードするとともに *in vitro* 試験系の確立を行い、国際標準化に向けた研究を引き続き実施する。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

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

【研究代表者】 中西 準子（研究センター長）

【研究担当者】 中西 準子、吉門 洋、梶原 秀夫、三田 和哲、吉田 喜久雄、小野 恭子、牧野 良次、蒲生 昌志、岸本 充生、小倉 勇、篠原 直秀、東海 明宏、岩田 光夫、堀口 文男、宮本 健一、恒見 清孝、林 彬勤、石川 百合子、内藤 航、加茂 将史、東野 晴行、井上 和也、篠崎 裕哉、納屋 聖人（常勤職員24名、他28名）

【研究内容】

リスクの定量化手法の開発では、カドミウムや水銀の定量的なリスク評価を題材に、用量反応関係の用量として頭髮や尿などのバイオマーカを用いる場合には特別な注意が必要であることを明らかにした。具体的に、水銀の摂取許容量の算定において、既往の評価における不確実性係数の適用が論理的に誤りであることを示した。ま

た、暴露レベルが異なる集団間では異なった用量反応関係式が得られる可能性を示唆した。リスクを損失余命の尺度で計算するためのソフトウェア (RiskCaT-LLE) について、昨年度までβ版であったものを、インターフェースを改良するなどして ver1.0として公開した。

ベネフィットの定量化手法の開発では、インターネットモニターに対して選択実験（コンジョイント分析）と仮想評価法（CVM）を使ったアンケートを実施し、それらの結果を用いて、子供の健康リスクを削減するための支払意思額（WTP）や成人との重み付け比率を求めた。これは、子供安全を公共財として捉える新しいアプローチであり、前者の結果からは子供のリスク削減便益は成人の4～6倍の価値を持つことが明らかになり、子供の確率的生命価値は4～60億円と推計された。後者の結果からは子供の確率的生命価値は8～54億円と推計され、両者の調査結果は比較的近い数字となった。

健康リスク削減対策のリスクベネフィット解析を行うためには、発生源に関する定量的な情報が欠かせない。大気環境については、大気拡散モデルと少数の観測地点の濃度データとを用いて発生源の位置と規模を探索する「逆解析モデル」の開発を行った。大気拡散モデル部分には METI-LIS（経済産業省一低煙源工場拡散モデル）を用いた。本年度は初歩的な試みとして、アクリロニトリルの高濃度観測地点(堺市) 周辺における発生源位置の予測を行い、PRTR データとの整合性を確認した。その結果、最小で2地点の時系列濃度データがあれば、発生源位置の予測が可能となることが示された。次に、室内環境については、測定から得られた室内濃度と換気量から各部屋における放散量を物質ごとに算出し、それに基づき化学物質のグルーピングを行い、室内での放散源を推定した。ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドや、トルエンとエチルベンゼンとキシレンが同一グループになることが多かった。それらは接着剤起源及び溶剤起源のグループだと推察されるが、放散量の実測を多く行えなかったため、その妥当性は十分に検討できなかった。また、放散量の測定結果では、*p*-ジクロロベンゼンなど他の発生源から放散された物質が室内の各建材に吸着している影響が見られるものもあった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リスクベネフィット解析、定量化手法、損失余命、支払意思額、逆解析、放散源調査

【テーマ題目2】詳細リスク評価書の作成（運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究）

【研究代表者】 中西 準子（研究センター長）

【研究担当者】 中西 準子、吉門 洋、梶原 秀夫、三田 和哲、吉田 喜久雄、小野 恭子、牧野 良次、蒲生 昌志、岸本 充生、

小倉 勇、篠原 直秀、東海 明宏、
岩田 光夫、堀口 文男、宮本 健一、
恒見 清孝、林 彬勲、石川 百合子、
内藤 航、加茂 将史、東野 晴行、
井上 和也、篠崎 裕哉、納屋 聖人
(常勤職員24名、他28名)

〔研究内容〕

1. 第2期中期目標期間の課題の達成目標

平成19年度（化学物質リスク管理研究センター最終年度）までに、第1期からの累積で25種以上の物質の詳細リスク評価書を完成させる。

詳細リスク評価書は、その後、個々の物質の評価のみならず、多物質を同時に評価するような評価書、物質の代替や費用対効果などリスクトレードオフを扱う評価書というように、マルチプルリスクワールドに対応した評価書に展開していく。

テクニカルガイダンス文書として、リスク評価手法の各要素（たとえば、発がん性の判断基準、発がんリスクの定量的方法、大気拡散モデル、不確実性係数、対策費用の算出方法など）について、全体をカバーしたシリーズ（10-15項目）を完成させる。

2. 平成17年度までの経過

詳細リスク評価書の策定の目標として掲げた対象物質数25種以上のうち、1,3-ブタジエン、トリブチルスズ、ノニルフェノール、カドミウム、トルエン、コプラナーPCB、鉛、*p*-ジクロロベンゼン、フタル酸エステル、ジクロロメタン、1,4-ジオキサン¹の12物質については平成16年度までの第1期中期目標期間に評価書の作成を達成した。17年度には短鎖塩素化パラフィン、ビスフェノールA、塩ビモノマー、アクリロニトリルについて詳細リスク評価書を作成した。

最初の3物質については完成後、製本して冊子体で配布するとともにホームページで公開した。さらに、16～17年度にトルエン、*p*-ジクロロベンゼン、フタル酸エステル、ジクロロメタン、1,4-ジオキサン、短鎖塩素化パラフィン、ビスフェノールAについてシリーズとして出版した。ホームページで公開したトリブチルスズについても改めて出版した。

また、詳細リスク評価書作成のためのテクニカルガイダンス第1編～第3編を外注により作成した。

3. 平成18年度計画及び達成状況

(1) 計画

18年度は前年度に引き続き、アルコールエトキシレート、トリブチルスズ代替物質（銅ピリチオン）、ベンゼン、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、6価クロム、ニッケル、クロロホルム、オキシダント（オゾン）、亜鉛の10物質について詳細リスク評価書の作成を進め、完成させる。この他、トリクロロエチレン、キシレン、3系統の難燃材について詳細リスク評価作業を進める。また、詳細リスク評価

書作成のためのテクニカルガイダンス第4編、第5編を外注により作成する。

(2) 平成18年度達成状況

計画した10物質について、詳細リスク評価書を概略完成させ、内部レビュー過程またはその次段階の外部レビュー過程に入った。特に、銅ピリチオンについては、17年度までに評価書が完成していた鉛と前後して出版に至った。残りの物質についても19年度内に公表すべく順次作業を進めている。

テクニカルガイダンス文書は、第4編：分布のあるデータの処理、及び第5編：リスク評価のシナリオ、の2編を完成させた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 詳細リスク評価書、リスクトレードオフ

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

〔研究代表者〕 中西 準子（研究センター長）

〔研究担当者〕 中西 準子、吉門 洋、梶原 秀夫、三田 和哲、吉田 喜久雄、小野 恭子、牧野 良次、蒲生 昌志、岸本 充生、小倉 勇、篠原 直秀、東海 明宏、岩田 光夫、堀口 文男、宮本 健一、恒見 清孝、林 彬勲、石川 百合子、内藤 航、加茂 将史、東野 晴行、井上 和也、篠崎 裕哉、納屋 聖人（常勤職員24名、他28名）

〔研究内容〕

1. 第2期中期目標期間の課題の達成目標

(1) 評価対象の拡大及び精緻化

- ・VOCs 規制のように複数物質が絡む二次生成等の評価を必要とする課題については、複数の化学物質の環境中での反応を考慮できるモデルを開発し公開する。
- ・地域特性の高解像度化などより細かいスケールでのリスク評価の要求に対応して、現行より細かい解像度での暴露評価を実現できるモデルを開発し公開する。
- ・複雑な暴露経路への対応については、大気モデルと水系モデルの連携できるモデル構造を考案するとともに、GISを活用した地域特性の詳細化を行う。生物蓄積性予測に関する手法を開発し水系モデルに組み込む。

(2) 国境を越えたリスク評価

- ・日本国内に限らず海外でのリスク評価を進めるため、これまで開発してきたモデル・ツール類の国際化と海外適用を進める。
- ・POPsのように地球規模での物質移動が重要な評価

項目となる問題に対応するため、化学物質の長距離輸送を評価できるモデルの開発を着手する。

- (3) 未把握発生源、新規リスクへの対応
- ・未だ把握しきれていない発生源への対応については、より広域かつ高精度な発生源情報の整備を進めるとともに、観測データから発生源の位置や規模を推定する逆解析の手法を開発しツール化を行う。
 - ・ナノリスクのような新たな問題に対応できるモデル（例えばナノ粒子の移流・拡散モデル）についても必要に応じて開発を進める。

2. 平成18年度計画及び進捗

(1) 平成18年度計画

評価目的に応じて、以下に示す複数の大気系、水系のモデル及びリスク評価支援ツールを開発し公開する。

- 1) 大気系モデル
 - ADMER Ver. 2.0の開発
 - 次世代 ADMER の開発
 - 沿道暴露評価モデルの開発
 - 2) 水系モデル
 - 河川・水系モデル (SHANEL) の開発
 - 沿岸生態モデル (RAM) の開発
 - 3) リスク評価支援ツール
 - リスク計算機 (RiskCaT-LLE) の開発
- (2) 平成18年度進捗
- 1) 広域大気暴露モデル ADMER にサブグリッドモジュールを組み込み、解析可能解像度を向上させるなど大幅にバージョンアップした Ver. 2を完成させ、2007年1月にプレス発表とともに公開した。
 - 2) 次世代 ADMER については、気象パターン類型化手法を用いた長期間（年間以上）解析モジュールを完成させた。また、実際に、年間濃度推定計算を行い、ホルムアルデヒド・オゾン・二酸化窒素について、実測値と概ね一致することを確認した。
 - 3) 沿道暴露モデルに関しては、線源モデルによる濃度推定手法を全国幹線道路に適用したシステムを完成させ、ベンゼンの詳細リスク評価において最初の活用を行った。またこれと並行して、ADMER サブグリッドモジュールの暴露評価に必要な人口分布として、新たな高度地理情報データベースを用いた最良の沿道人口偏在係数推計モデルを検証し、精度を向上させた。
 - 4) 水系暴露解析モデル AIST-SHANEL に関しては、本年度は、重金属を対象とした面源排出量の推計モデルを追加し、亜鉛の詳細リスク評価に用いた境川水系を典型例として AIST-SHANEL 金属版のインターフェース化を行い、公開準備を完了した。また、既に公開済みの AIST-SHANEL Ver. 0.8や Ver.1.0を社会に普及させるための広報活動を行った。
 - 5) 2006年12月1日に瀬戸内海モデル（1. 大阪湾海域、

2. 備後灘海域、3. 周防灘海域）を公開、無償配布を開始した。これによって日本における重要港湾を含めた沿岸海域における生態リスク評価モデルの開発の研究を完結させた。

- 6) リスク計算ソフト RiskCaT-LLE を、β版の不具合の修正やユーザーインターフェースの改良を経て Ver. 1.0として公開した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 大気系モデル、水系モデル、沿岸生態リスク評価モデル、ADMER、SHANEL、RiskCaT-LLE

【テーマ題目4】 マルチプルリスク評価のための手法開発（運営交付金）

【研究代表者】 中西 準子（研究センター長）

【研究担当者】 中西 準子、吉門 洋、梶原 秀夫、三田 和哲、吉田 喜久雄、小野 恭子、牧野 良次、蒲生 昌志、岸本 充生、小倉 勇、篠原 直秀、東海 明宏、岩田 光夫、堀口 文男、宮本 健一、恒見 清孝、林 彬勲、石川 百合子、内藤 航、加茂 将史、東野 晴行、井上 和也、篠崎 裕哉、納屋 聖人（常勤職員24名、他28名）

【研究内容】

第2期中期目標期間の課題の達成目標

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

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

平成18年度計画及び平成18年度進捗

(1) 平成18年度計画

- 1) 複合製品のリスク評価手法、定量的構造活性相関(QSAR)を用いた未知の化学物質の毒性予測手法及び多物質を対象にした包括的評価手法を開発するとともに、すでに実施されてきたリスク管理対策事例から政策効果等のデータベースを構築する。
 - a) QSARを活用し、主要暴露経路が吸入か経口かを判定する手法を確立し、平成17年度に作成したプロトタイプの判定システムに統合化する。システム内の判定モデルと採用した各推定手法の予測精度の向上を図るとともに、検証もを行い、多数の物質の迅速

- なヒト健康リスクのスクリーニングが可能な実用的システムを目指す。
- b) GIS上で農・畜産物の主要輸送経路をより詳細に推定できるよう物流量(交通量)の重み付け手法を検討し、推定精度の向上を図る。また、大気モデルADMERの計算結果を取り込み、任意の地点における農・畜産物経由の摂取量の分布が推定できるようGIS上でシステム化する。
- c) 平成17年度に、難燃剤を対象とした解析で用いたデータ・利用したモデルの不確実性を情報の価値の視点から定量化し、今後、評価結果を改善するに際し、取り組むべき課題・情報収集のプライオリティ付けを行う。難燃剤を対象とした俯瞰図を完成させる。
- d) 難燃技術等を事例にして、リスクの発生、波及、転化のプロセスの構造図を作成するとともに、管理対策の事例ベースの枠組みを構築する。
- 2) 物質代替の合理性を評価することが可能なリスク評価技術を開発するとともに、未規制物質の中から代替品を選択する技術を開発する。
- a) 難燃剤の詳細評価書を代替物のリスクとの比較・候補物質からの選択の視点でまとめる。臭素系、リン系難燃剤の代替事例に対し、代替物導入の前後におけるリスクレベルの変化をQALY等を尺度として、計量するとともに、それぞれの事例における代替物導入の費用を推計する。以上の結果を用いて、難燃剤工業会が実施した自主管理の事後評価を行うとともに、代替品間の比較、選択過程を説明するモデルを提案する。
- b) BTXを構成するトルエンとキシレンのヒト健康リスクについて屋内外での同時暴露によるリスクも含め、QALY等の同一尺度で評価できるようにするとともに、トルエンからキシレンへの溶剤としての代替に対する便益とリスクのトレードオフについて検討する。
- (2) 平成18年度進捗状況
- 1) 複合製品のリスク評価手法、定量的構造活性相関(QSAR)を用いた未知の化学物質の毒性予測手法及び多物質を対象にした包括的評価手法を開発
- a) 屋内外空气中及び畜産物・水産物中濃度に大きな寄与をする物性、反応性を数理モデルを用いて抽出し、これらの主要特性に加えて、無毒性量と環境排出量を説明変数、環境リスク初期判定結果を従属変数とし、回帰分析により、数少ない物質特性からヒト健康リスクが「懸念されない」か「より詳細な評価を必要とする」かをスクリーニング的に判定する回帰モデルを構築し、検証した。
- b) 農産物の生産地と消費地間の物流を推計するために、収集した生産・出荷データを基に、空間的相互作用モデルの1つである重力モデルを検討した。
- c) 本課題は、難燃剤の詳細リスク評価書の策定作業で実施した。特に、DecaBDEの詳細リスク評価書策定において、今後必要な研究課題を感度解析を通じて、プライオリティを明確した。以上より、本課題は終了した。
- d) 難燃剤の詳細評価書の策定作業において、リスク管理・削減事例を収集整理し、共通のフォーマットでとりまとめる際の、事例ベースの枠組みの検討を終了した。
- 2) 代替物質リスク評価法
- a) DecaBDE、有機リン酸トリエステル及びアンチモンを対象として詳細リスク評価を実施した。DecaBDE、有機リン酸トリエステルに関して、代替物質導入前後のリスクの変化を推定するとともに暴露データ、対策に関する知見を収集・整理し詳細リスク評価書としてとりまとめた。DecaBDEの自主管理において採られた対策、家電リサイクルシステム導入前後でのリスクの変化を推定するとともに、費用データを収集整理し、対策の費用対効果を明らかにした。DecaBDEの代替物質への移行というケースに対し、代替物評価モデルを構築し、実例をとしてリスクを等価変換尺度(QALYsと同類)に置き換えることでDecaBDEからEBPBPへの代替の効果を推定した。よって、本課題は終了した。
- b) 室内空気中のトルエン及びキシレン暴露によるヒト健康リスクを、質調整生存年数の損失(Δ QALYs)を共通の尺度として定量評価した。溶剤代替に関しては、溶剤代替に必要なコスト計算について、十分な検討ができなかった。
- [分野名] 環境・エネルギー
- [キーワード] マルチプルリスク、個人差、不確実性
- [テーマ題目5] 新技術体系とリスク評価・管理(運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究、平成18年度経済産業省委託事業)
- [研究代表者] 中西 準子(研究センター長)
- [研究担当者] 中西 準子、納屋 聖人、蒲生 昌志、岸本、充生、小倉 勇、篠原 直秀、小林 憲弘、鈴木一寿(常勤職員8名、他6名)
- [研究内容]
- 典型的かつ最重要な新技術としてナノテクノロジーを取り上げ、ナノ材料のリスク評価と管理に関する研究を実施する。最終的には、フラーレン、カーボンナノチューブ、二酸化チタンの詳細リスク評価書や、ナノ材料のリスク管理についての提言をまとめることを目的として、暴露評価、有害性評価、社会科学系の研究を平行して実施している。
- ナノ材料の暴露評価については、多くのナノ材料は現

在開発段階であり、実環境での測定はまだ現実的でなかったため、今年度は、模擬実験を中心に研究を進めた。聞き取り調査及び文献調査により、工業ナノ粒子のライフサイクル及び排出可能性の整理、計測項目の検討、模擬排出試験の設計・作成を行った。作成した模擬排出試験の装置により、ナノ酸化金属・ナノカーボン材料による予備的な排出模擬実験を行った。聞き取り調査や文献調査により、作業環境や発生源近傍の暴露の現状を整理した。排出ナノ材料の濃度、サイズ、形態などの情報、使われている測定方法、現状の問題点や課題などをまとめた。

また、ナノ材料の有害性評価については、動物試験系の確立及び知見のリスク評価への活用を目的として、アスベストの知見をベースに着目するバイオマーカーを検討するとともに、ナノ材料の粒子サイズによる影響発現の違いについて検討を行なった。また、*in vitro* 試験については、その標準化に必要な各種の培養細胞系の確立とともに供試サンプルの微細化などの周辺技術の標準化に必要な基礎データを取得した。また、昨年度実施した研究成果の中から、*in vitro* 試験に供する試験サンプル中に混入し、試験結果に重大な影響を引き起こす汚染物質であるエンドトキシン の測定法についての標準化に向けて ISO（国際標準化機構）に対して、新業務項目提案（New Work Item Proposal：NP）を提出するとともに、ナノ粒子の安全性評価あるいはリスク管理に関する国際会議にも出席し、関係者と調整するなどし、上記 NP を標準化案として確実なものとするよう図った。その結果、本提案が作業安全に係わる技術報告書作成（米国提案）に次いで2番目の ISO/TC229/WG3における標準化提案として採択された。

社会科学系の研究としては、ナノ粒子を始めとするナノ材料の一般人の認知アンケートを実施するとともに、ナノテク消費者製品インベントリー調査を実施した。また、ナノ材料のリスクに関する科学的な議論のベースとして Nano-Risk-Net-Panel という仕組みを構築した。これは、ナノ材料のリスクに関する主要な論文を取り上げ、複数の専門家がそれぞれの専門分野の見地から自由にコメントし、その結果をホームページ上で公開するというものである。さらに、国内の環境関連法規制について、文献調査に基づき、製造段階、流通段階、利用段階、廃棄段階において、どのような対象を、どのような考え方で規制しているのかを整理し、次に、ナノテク関連製品の用途別分類と特徴や機能の整理を行った。これらをベースに、日本における各種法規制が、ナノテク関連製品へどのように対応できるか、またはできないかについて、製品ライフサイクル（製造、流通、利用、及び廃棄）の各段階で、用途別に検討を行った。その結果、現行のままでは対処可能であると考えられたのは薬事法（医療用途）のみであることが分かった。物質ごとではなく、用途や機能に着目すると、既存の法規制体系の枠内にお

いてもナノテク関連製品に対処できる可能性を指摘した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノテクノロジー、ナノ材料、リスク評価、暴露評価、有害性評価、社会科学系研究

④【ライフサイクルアセスメント研究センター】

（Research Center for Life Cycle Assessment）

（存続期間：2001.4.1～）

研究センター長：稲葉 敦

副研究センター長：匂坂 正幸

所在地：つくば西事業所

人員：13名（12名）

経費：230,506千円（116,878千円）

概要：

ライフサイクルアセスメント（Life Cycle Assessment：LCA）は、製品やサービスの環境への影響を評価する手法である。対象とする製品を産み出す資源の採掘から素材の製造・生産だけでなく、製品の使用・廃棄段階まで、ライフサイクル全体を考慮し、資源消費量や排出物量を求め、その環境への影響を統合的に評価することである。環境負荷の小さな社会を実現するためには、社会を構成する企業、国・自治体、並びに消費者などが相互の関係を考慮しながら自らの活動を評価することが必要である。消費者などが自主的に持続可能な活動を営む社会を目指すために、当研究センターは、消費者の環境意識を反映した環境影響評価手法を確立し、生産活動への LCA の普及を目指し、企業活動のための環境効率指標の開発、地域施策への LCA 手法の拡大、エネルギーシステム評価手法の開発を実施している。さらに日本と密接な関係を有する国々とのライフサイクルアセスメント研究に関するネットワークを強化し、国際的なプレゼンスを高め、国際的に先導的な役割を果たすよう努めている。

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費「ASEAN バイオマス研究開発総合戦略（環境・経済効果の評価（地球規模炭素循環評価）」）

環境省 地球環境研究総合推進費「リードタイムを考慮した新技術導入の効果評価と政策手段に関する研究」

環境省 地球環境研究総合推進費「地域、産業間物質フローによる環境影響の評価手法に関する研究」

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

研究」

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

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 調査受託費「高温鉛はんだ代替技術に係る環境影響評価調査」

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

独立行政法人石油・天然ガス・金属鉱物資源機構 資金提供型共同研究費「循環型社会における非鉄金属リサイクルのライフサイクルでの二酸化炭素排出量評価」

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

独立行政法人日本原子力研究開発機構 受託研究費「日本における核融合エネルギーの環境外部コスト評価に関する研究」

みずほ情報総研株式会社 受託研究費「環境 JIS の体系的分類方法と環境 JIS 普及に向けた戦略」

発表：誌上発表123件、口頭発表155件、その他10件

LCA 手法研究チーム

(LCA Methodology Research Team)

研究グループ長：伊坪 徳宏

(つくば西)

概要：

日本の環境条件に沿った LCIA 手法である LIME の更新版 (LIME2) の開発を終了した。特に、地球温暖化、資源消費等の主要影響領域を対象とした不確実性分析、日本国民の環境思想を代表する統合化係数の開発を行った。その成果は、LCIA 評価用の係数リストとして整理され、LCA 日本フォーラムのデータベースにおいて公開された。また、環境側面と経済側面をライフサイクルの視点から包括的に評価するための費用対便益分析の手法開発を行っており、洗濯機を対象とした事例研究を通じて、その利用可能性を見出すことができた。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

地域環境研究チーム

(Regional Environment Research Team)

研究グループ長：玄地 裕

(つくば西)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目3

環境効率研究チーム

(Environmental Efficiency Research Team)

研究チーム長：田原 聖隆

(つくば西)

概要：

経済価値を基とし産業・企業にて整合性のある環境効率指標の開発をするため、分母の環境負荷を LIME により統合した環境影響とし、分子の価値を付加価値 (営業利益+人件費) とした手法を提案した。さらに、企業が環境効率を簡便に算出できるための算出支援ソフトも作成した。経済指標以外の価値に基づく環境効率指標として、製品品質を基とした指標を提案し、耐久消費財 (電子機器や乗用車) を対象としたケーススタディを実施した。また、「食」の持続可能性を評価する指標のひとつとして、消費者が1日に摂取する食物から得られる価値 (摂取栄養及び食品群充足度) 及び1日に摂取する食物の環境負荷 (CO₂排出量) を算出し、日本の家庭において提供頻度の高いモデルメニューについて、食の環境効率を求めた。さらに、企業活動・自治体施策の社会影響評価手法の開発に向けて、社会影響評価の枠組みを開発した。実際の影響評価に向けて、3,500人へのアンケート調査を実施し、消費者の価値に基づいて、社会影響の特定を行った。加えて、LCA を実施する上で必要不可欠なインベントリデータを、統計資料、既往文献、実態調査などを基に収集し、データベースを構築している。構築されたデータベースは、LCA 計算ソフトのバックグラウンドデータなどとしても活用している。また、各種自動車用燃料のインベントリ分析を行うとともに、自動車使用時のエネルギー消費を解析することにより、自動車のライフサイクルエネルギー消費・CO₂排出量の算出を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5、テーマ題目 6、テーマ題目 7

エネルギー評価研究チーム

(Energy Systems Analysis Team)

研究チーム長：八木田 浩史

(つくば西)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目 8、テーマ題目 9、テーマ題目 10

〔テーマ題目 1〕 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 調査受託費「高温鉛はんだ代替技術に係る環境影響評価調査」

〔研究代表者〕 伊坪 徳宏 (LCA 手法研究チーム長)

〔研究担当者〕 伊坪 徳宏、本下 晶晴、Anders Andrae、山口 博司、安藤 由紀子 (常勤職員2名、他3名)

〔研究内容〕

高温はんだに含まれる鉛は RoHS 指令の除外項目とされていますが、今後の技術開発に伴って適用除外から解除されることが予想されています。このような背景のもと、各国において高温はんだを代替する材料の開発が注目されています。銀などの金属と樹脂、添加剤で構成される高温導電性接着剤は、鉛の有害性の回避に寄与するものと期待されます。しかし、銀は希少性が高いため、高温鉛はんだの代替材として高温導電性接着剤が普及すれば、資源枯渇を促進する恐れがあります。さらに、これらの原材料を生産する際のエネルギー消費量は高温鉛はんだよりも大きく、その結果、地球温暖化や大気汚染を深刻化させることも考えられます。

したがって、高温導電性接着剤の環境側面について定量的に評価し、これを高温鉛はんだと比較することで、高温導電性接着剤に変更することが環境影響の削減につながるかどうかについて検証されることがきわめて重要といえます。特に、上記のような環境問題間のトレード

オフを解決するため、複数の環境影響を統合化した評価を行い、当該材料が総合的に見て環境影響の低減に寄与するかどうかについて合理的に分析されることが求められます。

本調査では、国内外における高温導電性接着材の開発に関する詳細な動向調査に基づいて、信頼性の高いデータを新規に収集調査し、これを最先端の環境影響評価手法に適用することで、高温導電性接着剤の環境影響を合理的に評価することを目的とした検討を行いました。資源、有害化学物質など環境影響の多様性を考慮して、これらの影響を包括的に評価した結果、銀の回収リサイクルを徹底することで高温導電性接着剤は環境影響の削減に十分貢献し得ることを検証することができました。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 接合材料、ライフサイクルアセスメント、有害性評価

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

〔研究代表者〕 伊坪 徳宏 (LCA 手法研究チーム長)

〔研究担当者〕 伊坪 徳宏、本下 晶晴、安藤 由紀子 (常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

RoHS や WEEE、EuP といった欧州指令や JGPESS などの取組といった国内外の動きに既存の環境評価ツールが対応していないため、電気電子機器産業が環境活動を行うインセンティブを現在の環境評価ツールによる結果から得ることができない状況にあります。本研究では、電気・電子製品に特有な環境リスクとして、有害化学物質による健康リスク、希少金属の消費による社会経済リスクを評価するための手法を開発し、これらの環境影響を包括した費用対便益分析を行うことができる意思決定支援システムを構築することを目的としています。その成果は、RoHS 規制対象物質の代替効果、WEEE 対応リサイクルシステム構築による環境保全効果といった多様な環境施策案を、「製品環境リスク」という総合的尺度により分析評価することができる汎用性と柔軟性の高い手法体系として活用されることが期待されます。これまでに、RoHS 規制物質、すなわち、カドミウム、六価クロム、鉛、水銀、PBB (ポリブロモビフェニル)、PBDE (ポリブロモジフェニルエーテル) を対象とした環境リスク評価手法を構築しました。発癌性以外の慢性疾患を対象として、排出から健康リスクに至るまでの各ステップについて定量的関係付けを行い、それらの結果を集約することで、健康リスク評価係数を求めます。健康リスクを表現する指標として損失余命を用いることで、LCIA 手法 LIME との整合性が確保され、その結果、

11の影響領域を網羅した製品リスク評価を行うことができるようになりました。今後は、これらの成果を電気電子製品に活用しつつ、その有用性を検証することが求められます。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】電気電子機器、費用対便益分析、ライフサイクル環境影響評価

【テーマ題目3】環境省 地球環境研究総合推進費「地域、産業間物質フローによる環境影響の評価手法に関する研究」

【研究代表者】玄地 裕（環境効率研究チーム長）

【研究担当者】稲葉 敦、匂坂 正幸、玄地 裕、田原 聖隆、布施 正暁、李 一石（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

平成15年3月に「循環型社会形成推進基本計画」が発表され、物質フローに関する数値目標が盛り込まれました。数値目標達成には、国内の地域レベルでの物質フローを把握するとともにライフサイクル的な思考に基づく環境負荷低減策の設計が不可欠であります。本研究では、日本国内を対象に、地域の生産や消費、地域間交流を反映した全産業の都道府県レベルの物質フローを明らかにし、さらに、その解析によって、地域間での相互依存関係を通じた間接的な影響を重視する持続可能な生産・消費の評価手法（地域 LCA 評価手法）を開発することを目的とします。具体的には、まず、47都道府県の産業連関表、各種統計やモデルを駆使して、地域の生産・消費、地域間交流、産業構造などの地域特性を反映した地域・産業間物質フローマトリックスを作成しました。その特徴として、47都道府県レベルでの地域間交流量を対象としていること、製品だけではなく電力などのサービスも対象としていること（2000年度、186産業分類）、地域と海外との交流も対象としていることが挙げられます。また、データの作成手順は次のとおりです。まず、47都道府県の産業連関表を用いて地域・産業別の生産額及び消費額と移・輸出入額を推計します。また、物流センサス及び交通量調査の調査票レベルデータを基に産業別の地域間交流特性係数を抽出します。以上の地域・産業別の生産・消費額、輸・移出入額、地域間交流特性係数をエントロピー極大化モデルに入力して、地域間交流額を推計します。最後に、物質フローマトリックスを作成し、経済産業省の公表する9地域産業連関表と比較することで、整合性を確認しました。物質フローマトリックスの分析を基に、各地域の消費に起因する地域内外及び海外での経済・環境影響依存量を定量化し、各地域間の特徴を明らかにしました。さらに、新たに影響依存指数を提案し、産業ごとの相対的な経済と環境における他地域への依存傾向や該当産業の地域内での影響度合いを把握しました。以上の分析は、地域の生産・消費活動によって

生じる経済と環境における地域間の偏りの評価やその原因となる産業の特定化を容易にします。次に、作成した地域・産業間物質フローマトリックスを用いた地域評価への応用として、既存の地域評価では考慮できなかった間接影響における地域特性考慮を評価範囲に入れた地域 LCA 評価手法 (Life Cycle Region-specific Assessment Method : LCRAM) を提案しました。LCRAM は、間接影響地域を特定する拡張型地域間産業連関分析方法 (Expand Inter-regional Input Output Method : EIOM) と、地域の構造的な特徴 (地域間交流、産業構造やエネルギー消費構造) や環境的な特徴 (地理的な位置、気候及び自然条件) を反映した地域データベースから構成されます。個別の地域データベースに基づいて地域間の違いとその評価結果に及ぼす影響を検討することで、地域特性を反映したデータベースの必要性を確認しました。また、間接影響地域の特定化に対する9地域産業連関表の結果との比較により EIOM の高い信頼性を提示しました。したがって、多地域間産業連関分析の適用が困難であった詳細産業分類及び多地域における間接影響地域の特定化とその地域特性を考慮した影響評価が可能になりました。また、半導体産業の誘致のケーススタディを通して、LCRAM と既存方法との比較を行い、地域活動の評価において間接影響の地域特性を考慮することの必要性を明らかにしました。また同時に LCRAM の有用性や信頼性について検証を行い、既存方法では過大または過小評価の恐れがあることに対して、LCRAM は極めて高い整合性を表し、間接影響における地域特性を反映した評価が可能であることを示しました。以上より、本研究で作成・開発したデータベースや評価手法は、地方自治体が産業振興策を立案した場合の環境影響について、当該地方自治体への直接影響だけではなく他の都道府県への間接影響も定量的に示すことができます。さらに、ある地域の政策、例えば、環境影響の改善が他地域の環境影響の増大につながるようないわゆるリバウンド効果を含めた日本全体の環境影響を定量的に議論することが可能であります。したがって、本研究で作成・開発したデータベースや評価手法は、より現実的かつ効率的な地球環境政策の策定に貢献することが期待できます。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地域・産業間物質フロー、ライフサイクル分析、地域政策

【テーマ題目4】環境省 地球環境研究総合推進費「ロードタイムを考慮した新技術導入の効果評価と政策手段に関する研究」

【研究代表者】工藤 祐揮（環境効率研究チーム）

【研究担当者】工藤 祐揮、八木田 浩史（常勤職員2名）

【研究内容】

近年の CO₂排出量の増加が著しい運輸部門では、移

動体のエネルギー効率向上に伴う CO₂削減が高齢化の進展や余暇交通などの生活の質の向上を求める交通需要の多様化・拡大などにより相殺され、今後とも CO₂排出量が増加し続けることが予想されています。本研究では運輸部門での CO₂排出量の大幅削減の可能性を、今後の技術開発の動向と交通需要予測を踏まえて、2020年まで、2050年までの2つのタイムスパンについて、交通部門からの CO₂排出量の大幅削減のための中長期戦略を策定すること目的としています。2020年についての検討では、対策の投入時期と効果の発現時期とのタイムラグを考慮した対策効果評価手法を構築しています。また、2050年についての検討では、不確実性の高い予測を行うのではなく、削減目標をまず与え、その達成に必要な技術革新・交通行動変化のシナリオを描くバックキャスト手法を適用して、向かうべき長期的なビジョンを提示します。

自動車の技術革新により CO₂排出量を削減するためには、自動車用燃料の低炭素化と自動車駆動方式の省エネルギー化が必要要件となります。本研究では2020年に向けて普及・実用化済み、ないし普及・実用化が有望視されている各種自動車用燃料と自動車駆動方式を組み合わせることにより、低炭素化自動車技術を大量に導入することによる CO₂削減効果の推計を行うために、低 CO₂車技術選択モデルを開発してきました。

一次エネルギーが採掘・輸送され自動車用燃料が精製され、実際に自動車に搭載されて走行に用いられるまでのエネルギーサイクルチェーン全体での環境負荷を分析する枠組みは Well to Wheel 分析と呼ばれ、Well to Wheel のうち自動車用燃料供給に伴う部分を Well to Tank、自動車走行に伴う部分は Tank to Wheel と区分されています。平成18年度はこの Well to Wheel 分析の枠組にしたがって、Well to Tank 段階、すなわち、一次エネルギー・再生可能エネルギーから各種自動車用燃料を製造・供給することに伴う CO₂排出量を、内外の最新の文献調査から得られた各種エネルギー変換プロセスのインベントリ分析により算出しました。また Tank to Wheel、すなわち、自動車走行段階については、昨年度までに行ってきた電気自動車・燃料電池自動車の走行時のエネルギー消費量に加え、平成18年度は各種燃費向上技術が搭載された既存自動車（内燃機関自動車・ハイブリッド自動車）のエネルギー消費特性を把握するため、携帯電話のインターネットサービスを利用して全国約300万件規模で収集された自動車ユーザの自己申告に基づく給油ログデータを用いて乗用車実燃費データベースを構築し、このデータベースから集計された自動車諸元ごとの実走行燃費の統計解析を行うことにより、各種燃費向上技術を導入することによる実使用条件下でのエネルギー消費量向上率の推計を行いました。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】自動車用燃料、自動車駆動方式、

Well to Wheel 分析

【テーマ題目5】環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金「国外リサイクルを含むシナリオ間のライフサイクル比較手法と廃プラスチックへの適用」

【研究代表者】匂坂 正幸（副研究センター長）

【研究担当者】匂坂 正幸、田原 聖隆、小林 謙介
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

近年、アジア地域において、国際的な資源の循環が盛んに行われるようになってきています。リサイクル目的のアジアの近隣諸国への輸出の増加もそのひとつです。これらは、アジア諸国の急増する資源需要を緩和し、リサイクルコストの軽減に貢献する可能性が期待できます。一方、国内完結型のリサイクル政策の実施に歪みが生じ、不十分な環境管理の下でリサイクルが行われた場合には、環境負荷の増大が懸念されます。こうした背景を踏まえ、本研究は、国内完結型と、国外での工程を含むリサイクルシナリオについて、ライフサイクル分析による環境負荷やコストの比較を行うための評価手法の枠組みの設計、及び中国を中心とした事例分析（廃プラスチック）で評価し、国際資源循環を考慮したリサイクル制度の設計等のための知見を得ることがプロジェクト全体の目的です。これらの評価を、ライフサイクルアセスメントを活用して実施する上でインベントリデータは必要不可欠であり、中国におけるデータの整備は殆どされていないのが実情です。インベントリデータのうち、対象プロセスにおいて直接投入される素材、電力、薬剤等の使用量と言ったデータをフォアグラウンドデータと呼び、電力の消費に関するデータなどをバックグラウンドデータと呼びます。評価を行う上で、フォアグラウンドデータを収集することの重要性は勿論ですが、高い精度が要求される直接評価対象とするプロセス以外の、共通性の高いデータの整備も非常に重要です。そこで我々の分担課題は、中国におけるバックグラウンドデータの整備方法の検討、及びデータ収集を実施することです。

本年度は、統計資料を活用する方法と中国での実態調査による方法の二つの方法でデータの構築を試みました。対象としたプロセスは、石炭採掘、石炭火力発電、貨物輸送（自動車、鉄道、船舶）、水、化学工業製品、廃棄物処理（焼却、埋立）のデータとし、年次、地域性などのほか、石炭の採掘では採炭方法・石炭の質、電力では電源構成、輸送では自動車・鉄道などの輸送媒体の差異など、項目ごとに着眼点を整理した上で収集を実施しました。

統計からのデータ作成では、中国統計年鑑、中国環境年鑑などの統計資料を活用し、業種分類項目ごとに、投入されたエネルギー・資源、発生した排気・排水・固形廃棄物などの情報を整理することでデータの作成を試み

ました。また、それらのデータベースを構築する上での問題や、より精度の高いデータを作成するための課題などについて整理しました。

中国現地調査によるデータ構築では、輸送、上水、廃棄物処理などに関するデータを作成することができました。また、石炭、電力、化学薬品等に関するデータ構築に向けた基礎的な情報が収集できました。今後、本調査で整理された、統計資料及び実態調査による構築データの特徴を考慮し、両手法で得られたデータを相互に補完して、より高い精度、汎用性を持ったデータを構築する方法を検討することが課題と考えます。

上記に加えて、構築されたデータについて、本プロジェクトで開催したワークショップにおいて、統計資料の活用方法や、実態調査によって作成されたデータの活用方法など、データを構築する際の課題や改善可能性等について議論を行いました。これらの議論の内容をもとに、より利用価値の高いデータを整備するための課題等についても整理できました。

【分野名】環境・エネルギー

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

【テーマ題目6】独立行政法人科学技術振興機構 受託研究費「産業、企業、製品の環境負荷物質の排出量と資源消費量及び環境効率指標の算定」

【研究代表者】稲葉 敦（研究センター長）

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

【研究内容】

国・産業・企業・製品と異なったレベル間においても、統一的な視点からの利用が可能な環境効率指標を、分子に付加価値を、分母に日本版被害算定型環境影響評価手法（Life Cycle Impact Assessment Method based on Endpoint: LIME）を用いて統合化した環境負荷とする算定方法を提案することを目的としています。本手法の特徴としては、異なったレベルを比較可能な指標にすることで基準となる環境効率を設定することが可能となり、企業や製品の環境パフォーマンスの評価が可能となることにあります。環境効率指標の定義及び算定方法は、産業、企業、製品の各レベルにおける付加価値と環境負荷量の整合性に留意し、ケーススタディ実施を通じた問題点の抽出及びその対応策とを検討しながら決定を行っています。また本手法の特徴を生かした活用方法について、有識者を含めた活用委員会を実施することにより議論をしています。

平成18年度においては、主に次に示す項目について注力してきました。

- (1) 産業レベルの環境影響への新たな対象物質の導入
産業レベルにおいては、これまで環境影響の対象物質として用いてきた CO₂に加えて、新たに NO_x、SO_x、SPM、資源消費、廃棄物、PRTR 対象物質を導入し、それらの環境影響について LIME を用いて統合しました。産業基本分類395分類について環境影響及び環境効率を算出した結果、産業の特徴によって、新たに導入した物質の構成比の方が CO₂よりも大きい産業もあり、新たな物質について考慮していく必要がありました。算出者の目的に応じて産業レベルの環境効率が使用できるように、環境影響の対象物質毎に整理してデータを提供できるようにしました。
- (2) 企業レベルの環境効率の算定方法の検討
ケーススタディの結果、環境負荷データは事業所ごとに入手できるが、人件費データの開示には財務関係部署は消極的であり、企業外部からの算出方法と同じく有価証券報告書を参照せざるを得ない場合があることがわかりました。そこで、マニュアル及び算出支援ソフトでは、環境負荷データは事業所ごとに統計調査票を参照し、人件費データは有価証券報告書を参照する方法を記載しました。これにより、目標通り企業レベルの環境効率の算出方法を提案することができました。
- (3) 企業レベルの環境効率の活用方法の検討
活用方法については、環境効率活用委員会参加者及びケーススタディ実施企業の意見を分析し、企業外部への活用方法としては企業努力を表現すること、企業内部へは事業所同士等の組織を比較することを望んでいる企業が多いことがわかりました。
- (4) 製品レベルの環境効率指標の定義の検討
環境効率の算出対象企業が最終製品を生産している場合について、環境効率の算出範囲に応じた指標について検討しました。算出範囲としては、①当該企業が直接関与する範囲、②サプライチェーンを考慮した製造段階、③ライフサイクル全体を対象とする3つとしました。それぞれのメリット及びデメリットを列挙し、目標とする製品レベルの環境効率の概念整理を行いました。さらにその過程で対応すべき新たな課題を見出せました。
- (5) 基準年と評価対象年の年度差による影響
産業連関表は5年ごとに作成され、取りまとめ等で発刊まで5年かかり、基準年と企業の評価対象年との年度差が問題になります。このことはケーススタディ実施企業からも指摘を受けたため、基準年と評価対象年との年度差がどの程度影響を及ぼすかについて、産業レベルの環境効率の経年変化を解析することにより検討しました。産業レベルの環境効率は、産業連関表の作成年と同様に5年ごと1990年、1995年、2000年の3ヵ年作成しました。各作成年の環境効率の変化について、3ヵ年で産業構成に変化のなかった296分類をみる

と、その変化は0.2～2.9倍であり、その半数は0.7～1.1倍におさまる結果となりました。変化要因は産業や年によって異なることが示されました。3ヵ年の変化は基本分類の違いによる環境効率の差よりも小さく、基準が存在しない現時点では年度の異なる基準年と評価対象年とを比較することは妥当な評価手法であると考えられました。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 環境効率指標、付加価値、基準設定

〔テーマ題目7〕 みずほ情報総研株式会社 受託研究費
「環境 JIS の体系的分類方法と環境 JIS 普及に向けた戦略」

〔研究代表者〕 稲葉 敦（研究センター長）

〔研究担当者〕 稲葉 敦、本田 智則（常勤職員2名）

〔研究内容〕

環境 JIS は持続可能な社会形成に向け、環境・資源循環に関連する JIS 規格に国際規格を加えて「環境・資源循環規格」として制定されたものです。環境問題も含めた社会の急速な変化に伴い環境 JIS への要求も変化してきており、そのような社会の変化に対応するため、環境 JIS では製造者に向けた規格に加えて、消費者に対しての環境情報表示規格なども考慮する必要があると考えられています。すなわち、製造者、使用者（表示規格）の双方にとって利用価値の高い規格の制定が必要であると考えられています。

本研究では、高い製品品質を維持しつつ、環境負荷の低減が可能な環境 JIS の体系化を目指し、環境 JIS の体系的な分類手法の提案を行うことを目的として研究が行われました。環境 JIS を体系的に分類することで、現状の環境 JIS で十分に対応しきれていない問題を明らかにし、環境 JIS 普及に向けた新たな戦略の提案を行うことが期待されます。

本研究では、環境 JIS の活用状況を調査するために約1万規格存在する JIS 規格のインターネット上での活用状況に関する調査と企業への個別ヒアリングによる環境 JIS の活用状況についての調査を実施しました。インターネットを用いた調査では、網羅性に重点を置き、環境 JIS の活用状況を、ヒアリング調査では、個別の環境 JIS について個別具体的な内容についての調査を実施しました。その結果、インターネット調査から、環境 JIS が環境 JIS と認識されないまま社会の中で多く使われていることが示唆される一方、ヒアリング調査からは環境 JIS の認識向上、及び環境 JIS 活用による環境負荷削減の効果を明らかにする必要性が明らかとなりました。また、環境 JIS の数が100規格程度と少ないため、企業からの認知度が低くなってしまっていることも明らかとなりました。

これらの調査結果を踏まえ、ライフサイクルアセスメントの概念を用いて、環境負荷を低減するのに寄与する

ことが可能な JIS 規格を体系的に分類するための手法を開発しました。その結果、約1万規格存在する既存の JIS 規格の中に、約500規格の環境負荷削減効果を期待できる JIS 規格が存在することがわかり、今後これらの JIS 規格を環境 JIS 化することによって、環境負荷の低減を果たしつつ従来の JIS 規格の特性としての高い製品品質の維持が可能になるのではないかと考えられます。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 JIS 規格、環境 JIS、循環型社会

〔テーマ題目8〕 環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金「物質ストック勘定体系の構築とその適用による廃棄物・資源管理戦略研究」

〔研究代表者〕 布施 正暁

（エネルギー評価研究チーム）

〔研究担当者〕 布施 正暁（常勤職員1名）

〔研究内容〕

大量生産・消費・廃棄に象徴されるフロー型社会に対するものとしてストック型社会が提示されていますが、既存の物質ストックを有効に活用するためには、具体的にどのような物質がどの程度社会に蓄積され、活用され、将来にわたって廃棄物として発生し、また、資源としての再活用が可能で、もしくは有害性を有するのかを明らかにすることが必要です。このようなことから、本研究では、物質フローの勘定体系と整合した物質ストックの勘定体系を考案することを目的とします。併せて、フローとストックを総合した物質管理のための指標、及び物質ストックの定量化手法を開発するを行います。平成18年度は、1) 自動車を事例とした物質ストック定量化手法の詳細レビューと、2) 資源循環に着目した貿易統計の信頼性評価を行いました。

1) 自動車を事例とした物質ストック定量化の詳細レビュー

自動車を対象とした物質ストック定量化手法のより詳細なレビューを行いました。自動車保有モデルは、経済学分野、交通分野、環境分野を中心に多くの研究が行われています。まずモデル開発の目的を見ると、経済学分野では消費者行動を含む市場構造の解明、交通分野では将来予測や政策評価、環境分野では技術評価となっていました。次に、モデル構造に着目すると、①直接保有台数を求めるモデルと、②新車購入と残存率を通じて保有台数を求めるモデル、に大別ができました。①は初期の交通分野で採用され、保有台数と社会経済及び政策要因の関係性をモデル化したものです。②は経済学分野で発達し、近年、交通分野、環境分野でも適用されるようになってきました。新車購入のモデル化は市場均衡や消費者選択行動を考慮する取り組みが行われており、残存率モデルでは、廃棄行動を自動車価値(価格)や維持費用(車令で代替)の関係から説明

しようとしています。自動車以外の財についても、将来の廃棄量を推計する上で、こうした観点を考慮することが重要と考えられます。

2) 資源循環に着目した貿易統計の信頼性評価

国内の物質ストックを定量化する上では、海外と物質フロー、特に使用済み製品のフローを正確に把握することが不可欠となります。循環資源に着目した貿易統計の信頼性評価については、まず、既存研究を整理して不整合問題の要因を把握しました。国間の循環資源の動きを捉える際、貿易統計は有益な数値情報を提供しますが、各国が輸入として報告するデータ（輸入データ）と輸出として報告するデータ（輸出データ）が一致しないことが多いです。これが不整合問題であり、①品目分類の違い、②数量単位の違い、③品目の変更、④経由（再輸入・輸出）、⑤その他（密輸、過少申告、報告時期のタイムラグ、途中での行き先変更、記入ミスなど）が要因として考えられます。さらに循環資源として中古品（6品目）・金属屑（20品目）を取り上げ、国連が公表する各国貿易統計の輸出入データを用いて、貿易統計の整合率（＝輸出データ/輸入データ）を評価しました。その結果、全体として貿易量の多い品目ほど整合率が1に近く、年による変動も少ない傾向を確認しました。次に、比較的整合性の高い品目（整合率：0.9-1.10）を見ると、鉄屑（その他）とマグネシウム屑において輸入データが輸出データを上回り、更正タイヤ（乗用車）と中古タイヤにおいて反対に輸出データが輸入データを上回る傾向を確認しました。理由として、鉄屑（その他）とマグネシウム屑の輸入データに他の品目が混入している可能性と更正・中古タイヤの輸入データにおいて重量単位を持たない国の影響が大きいことが考えられます。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】自動車、ストック、循環資源

【テーマ題目9】環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金「アジア地域における自動車リサイクルシステムの比較研究」

【研究代表者】布施 正暁

（エネルギー評価研究チーム）

【研究担当者】布施 正暁、八木田 浩史

（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究は、使用済み自動車（ELV）の国外移出の現状とその課題について、日本発、アジア諸国発、さらに国際比較検討のため、ドイツ発・米国発のELV及びそれ由来する部品・素材の国際フローとその起因となるアジア各国の自動車保有・廃棄状況の現状の把握とその特質を明らかにすることが目的です。平成18年度は、ELVの国際フローを把握するため、まず1) 日本発の使用済み自動車に注目し、その年・国別輸出量の把握を試

みました。続いて、2) 中古車の国際貿易に注目し、世界各国間の貿易量の把握を試みました。

1) 日本発の使用済み自動車輸出量の把握

ELVの輸出タイプとして通常の「業務輸出」に加え、ロシア船員による「携帯輸出」や品目を変えて輸出する「その他輸出」を定義し、日本の貿易統計を用いて1988年から2005年までを対象に中古車、中古部品、資源の輸出タイプ別及び輸出相手国別の輸出量の推計を試みました。そして1988年から2005年にかけて、ELVの総輸出量が860千tから2,635千tと3倍以上増加していることを明らかにしました。また対象期間における全体の輸出量の中で、中古車は51%から63%、中古部品は36%から48%、資源は1%を占めていることと、携帯輸出やその他輸出といった貿易統計からの直接の把握が困難である輸出量は全体の15%から34%を占め無視できない量であることを把握しました。次に輸出先に注目しますと、中古車では欧州向けの輸出が多く、全体の34%から51%を占め、特にロシア向けの輸出が目立ち、続いてアジア向けの輸出が多く、20%から31%を占めている結果が得られました。中古部品ではアジア向けの輸出が多く、全体の53%から71%を占め、続いて北アメリカ（ほとんど米国である）向けが20%から40%を占めている結果が得られました。資源では95%以上がアジア向けの輸出でした。以上より、中古車から中古部品、資源と価格が下がるほど、地理的に近く需要が多いアジア地域に輸出量が増加する傾向を確認しました。

2) 中古車の国際貿易量の把握

各国の貿易統計における中古車品目を持つ国の輸出入データを基に、中古車の国際貿易量の把握を試みました。把握方法として、まず2005年における38カ国の貿易統計の中古車輸出入データを収集し、この輸出入データの品目分類の違い、単位の違い、外れ値について補正を行いました。次に世界で品目分類が統一されているHS4桁分類で整合率（＝輸入データ/輸出データ）を算出し、この値より輸出データを補正しました。最後に補正した輸出データと輸入データを基に、国間の貿易量データを作成しました。結果として、2005年の世界における中古車の総貿易量は、4,499千台（内、バス45千台、乗用車3,679千台、貨物車775千台）となりました。38カ国以外の国間の貿易量は考慮されていないこと、米国のバス、貨物車貿易量は含まれていないことから実際の総貿易量はさらに多いことが予想されます。ただし、38カ国には中古車輸出国である日本、ドイツ、米国などの先進国がほとんど含まれているため、今回の結果の網羅性は比較的高いと考えられます。中古車輸出に着目すると、日本の1,113千台、ドイツの1,095千台、米国の526千台（ただしバス・貨物車含まず）、フランスの252千台、イタリアの174千台といった先進国でかつ自動車保有国において中古車輸

出が多いことが明らかになりました。一方、上記の条件に当てはまらず輸出量の多い国（ベルギーの318千台、リトアニアの255千台など）は中古車経由国と考えられます。中古車輸入に着目すると、ロシアの421千台、NZの173千台、UAEの170千台、チェコの148千台、スペインの135千台、メキシコの129千台、ブルガリアの106千台といった途上国や国策で中古車輸入を容認している国、他国に再輸出する国において中古車輸入が多いことが明らかになりました。全体として、日本はロシア、NZ、アジア、ドイツなどの欧州先進国は東欧、アフリカ、米国は中南米に輸出しており、先進国から途上国への中古車輸出の傾向を確認しました。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】使用済み自動車、国際フロー、貿易統計

【テーマ題目10】独立行政法人日本原子力研究開発機構
受託研究費「日本における核融合エネルギーの環境外部コスト評価に関する研究」

【研究代表者】時松 宏治

(エネルギー評価研究チーム)

【研究担当者】時松 宏治 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、核融合発電プラントの外部費用の日本版評価を暫定的に試みました。外部費用とは、一般的には市場メカニズムで計上されていない様々な費用のことで、ここでは発電プラントのライフサイクル（プラントの建設～運転～廃棄まで）での環境に与える影響（被害）の経済的な価値のことを指しています。日本版評価とは、欧州で行われたエネルギー技術の外部性評価研究（通称 ExternE）の考え方と、日本におけるライフサイクル環境影響評価手法（通称 LIME2）を用いて、日本の設計による核融合発電プラントを、現在の日本に設置した状況を想定して評価することを意味しています。

本研究では、暫定的であっても核融合発電プラントの外部費用を算出するために次の2つの検討を行いました。言い換えますと、この検討は核融合発電プラントを例にして、次の2つの検討を行ったことになり、その考え方は他の原子力発電技術についても適用可能なものと考えられます。①核融合発電プラントのライフサイクル CO₂排出量の推計を元に NO_x・SO_x の排出量も推計しました。この推計を行った理由は、欧州での検討（ExternE）が CO₂以外の評価を中心に行っているからです。②ExternE の原子力発電技術の評価方法を検討し、その中での放射性核種の拡散等による環境影響評価を、LIME2に適合するよう修正しました。

その結果、暫定的であっても日本版評価を可能とするためには、現在の文献調査の段階では、次の条件で試算する必要があることがわかりました。③日本の設計によ

る核融合発電プラントを、現在の日本に設置したと仮定しました。④CO₂・NO_x・SO_x 排出及び放射性核種の拡散による影響を対象としました。⑤自然環境に対する影響は欧州と日本では大差がないものと仮定しました。⑥環境影響に対する支払い意思額は欧州と日本とは大差がないものと仮定しました。このような仮定を置いて試算をした結果、核融合発電プラントの外部費用について、次のようなことがわかりました。⑦CO₂・NO_x・SO_x の排出による外部費用より、放射性核種の拡散による外部費用の方が高いことがわかりました。⑧仮に核融合発電プラントの発電原価を10円/kWh とすると、その外部費用は数%程度であることがわかりました。

今後、原子力発電プラントに関する「日本版評価」を本格的に行うためには、放射性核種による人間健康への影響に関して、主に次の2つのことを行う必要があることがわかりました。⑨ExternE で行われた放射性核種による影響評価に使用された各モデルのパラメータを、日本のデータに修正して計算することです（特に液体の拡散におけるボックスモデルのパラメータは欧州固有のもので）。⑩外部費用を計算する経済評価方法を、死亡確率ではなく DALY（障害調整生存年）で評価することです。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】原子力発電技術の外部費用、ExternE、LIME2

⑤【パワーエレクトロニクス研究センター】

(Power Electronic Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：荒井 和雄

副研究センター長：大橋 弘通

主幹研究員：奥村 元

所在地：つくば中央第2

人員：19名 (18名)

経費：1,616,678千円 (330,202千円)

概要：

21世紀社会のエネルギー、情報、流通の基盤における電力エネルギーの重要性は増大していく。その有効利用は、省エネ、新産業創出によるトリレンマ解決のキーである。本ユニットは、SiC や GaN などのワイドバンドギャップ半導体による革新的パワーデバイス開発をもとに、電力エネルギー有効利用実現のキーとなっているパワーエレクトロニクスの革新とそれによる大、中、小の電力の新たなネットワーク化の実現をはかる。その目標の達成のためには、上記の新規半導体のデバイス化には不可欠な「結晶ーデバイスプロセスーデバイス実証」の一環研究開発を進める（結晶成

長チーム、デバイス・プロセス1チーム、デバイス・プロセス2チーム)とともに、新デバイスのパワエレ応用の促進のもう一つのキーであるデバイス特性(低電力損失、高温動作、高速動作)を生かせるパワエレ機器構成技術(回路・実装・部品・材料)の開発を進める(スーパーデザインチーム)。また、それらをシステムの電力変換ノード組み込んだときの効果予測やそのための性能仕様明確化を行う(スーパーノードネットワークチーム)。これら5つのチームが有機的に協同することによって、パワエレに革新をもたらす本格研究としての目標を達成する。17年度末には、研究開発の進展を睨み、新たに次世代パワーエレクトロニクス実用化チームを設置し、開発成果のパワーエレクトロニクスへの展開に備えた。平成17年度から始まった第2期中期計画においては「SiC、GaNのパワーデバイスによる革新的パワーエレクトロニクスの実現」を目指して本格的活動に入った。重点課題として、「革新的超低損失素子実用化基盤技術の開発」一課題を設定して、技術細目、①「SiC ウェハ技術に関する研究」②「超低損失 SiC パワーデバイスの開発」③「窒化物半導体パワーデバイス化基盤技術開発」をチームの枠を越えた各種予算の活用で遂行している。

特に本年度からは、NEDO プロジェクト「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」(平成18~20年度)が開始され、産学官の集中研としての活動を開始した。常勤研究職員18名で、広い研究領域をカバーせざるを得ないので、共同研究員及び併任研究員、ポスドク、補助員等の非常勤職員、各種フェロー、連携大学院生を活用して進めており、総勢約100名である。

外部資金:

独立行政法人科学技術振興機構「InGan系ヘテロ構造のプロセス制御と機能発現」

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

経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費「情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発」

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費「超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発」

経済産業省 電源多様化技術開発託費「電力平準化システム運用・制御技術開発」

経済産業省 電源多様化技術開発託費「電力用 SiC 素子の高温状態における電気特性試験方法」

経済産業省 電源多様化技術開発託費「分散電源対応限流器の性能評価方法」

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発」

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

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

発表: 誌上発表51件、口頭発表76件、その他5件

結晶成長・評価チーム

(Bulk Crystal Growth Team)

研究グループ長: 西澤 伸一

(つくば中央第2)

概要:

これまで個々に開発してきた SiC バルク単結晶成長技術、エピ膜成長技術を統合し、超高品質 SiC ウェハ技術の確立を行うとともにそのウェハのデバイス作製での実用を開始した。結晶の高品質化にともない、エピタキシャル成長技術の重要性が増大している。エピ成長技術との関連において、SiC の切断・研磨技術は極めて重要であるが、高速切断・超平坦化技術の開発に成功し、産業へ技術移転を行った。また、SiC 産業化を支えるエピ成長シミュレーションやX線トポグラフィ等による結晶欠陥評価の基盤技術開発も拡充した。

研究テーマ: テーマ題目 1

デバイスプロセスチーム1

(Device & Process Team 1)

研究チーム長: 福田 憲司

(つくば中央第2)

概要:

SiC パワー素子は、Si の1/200の理論的オン抵抗値を有するために、システム損失も大きく下げることが期待されている。本重点課題では、SiC 素子のみで構成した SiC インバーターを試作して損失メリットを

実証する。そのために、理論的限界のオン抵抗値を有する SiC パワー素子 (SBD、MOSFET、JFET) 作製の要素技術研究と数 A チップの試作を行う。最終目標は、世界の最高値及び実使用に耐える信頼性技術を開発する。(運営費交付金、外部資金)

研究テーマ：低オン抵抗を有する SiC 素子の開発

デバイスプロセス2チーム

(Device & Process Team 2)

研究チーム長：奥村 元

(つくば中央第2)

概要：

パワーエレクトロニクスのための高性能低損失電力素子開発のキーであるワイドギャップ半導体薄膜高品質エピタキシャル成長技術を確立し、プロセス開発・デバイス機能実証を通して低損失電力素子への展開を図る。SiC については、六方晶の C 面/低オフ角基板成長等の CVD 高品質/高速成膜技術の高度化の成果をもとに、デバイス機能への応用展開を図るとともに、他機関との連携の元で実用的な生産技術としての実証と技術移転を進めた。III 族窒化物半導体では、CVD、MBE の2種の高度エピタキシャル成長法及び微細化プロセスの高度化、低損失大電流駆動に適したノーマリオフ型ヘテロ構造素子等の試作を行い、超高周波・低損失素子としての性能向上を図った。また、ワイドギャップ半導体の評価に適した各種マッピング手法を高度化して、デバイス機能向上に資するウエハー品質/デバイス特性の関連明確化を進めた。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

スーパーデザインチーム

(Power-Unit Super-Design Team)

研究チーム長：大橋 弘通 (副研究センター長兼任)

(つくば中央第2)

概要：

SiC や GaN の超低損失デバイスの特長を生かした小型・低消費電力の高パワー密度電力変換装置を実用化するための基盤技術を開発する。基盤技術として、デバイス、主回路、制御回路、フィルタ回路などから構成される電力変換システムの損失最適化に必要な設計手法と高温実装技術の要となるメタライゼーション技術の研究に注力した。さらに、これらの基盤技術を高パワー密度変換器に適用するために設計プラットフォームの研究を実施した。これらの技術の実用性検証のため、SiC 及び GaN 電力変換装置の試作研究に入った。

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

スーパーノードネットワークチーム

(Super-Node Network Team)

研究チーム長：山口 浩

(エネルギー技術研究部門より併任)

(つくば中央第2)

概要：

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

具体的検討課題としては、1) 高性能・超低損失の半導体素子を用いた複数の高機能電力変換器の間で制御情報を共有して、各機器が電力ネットワーク全体の省エネ化を目指して連携・協調動作を行うための制御システムの研究開発とその適用効果の明確化、2) 前記を実現するための高機能電力変換器に必要とされる半導体素子の仕様の明確化や開発課題の抽出、の2つがあり、これらを並行して検討する。

次世代パワーエレクトロニクス実用化チーム

(Advanced Power Electronics Promotion Team)

研究チーム長：樋口 登

(つくば中央第2)

概要：

本研究センターの成果たる次世代パワーエレクトロニクス技術の実用化促進を目的とすし、そのために必要な技術調査を実施し実用化ロードマップの作成など戦略立案に向けた業務を遂行するほか、産業界と連携して本センターによる本格研究遂行に資する。具体的には、「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」プロジェクトの推進支援、PENW・Power Electronics New Wave-活動の推進支援、SiC パワエレ技術実用化のための調査研究、さらには、工業標準化研究「分散電源対応限流器の性能評価方法」を実施する。

(運営費交付金、外部資金)

研究テーマ：「分散電源対応限流器の性能評価方法」

[テーマ題目1] SiCウエハ技術に関する研究

[研究代表者] 西澤 伸一 (結晶成長・評価チーム)

[研究担当者] 加藤 智久、八月朔日 英二、

和田 桂典、三浦 知則、谷口 寛芳、

長井 一郎、石田 夕起、児島 一聡、

高橋 徹夫、田中 知行、池端 千秋、

奥村 元、松畑 洋文、(兼) 山口 博

隆（常勤職員6名、他5名）

〔研究内容〕

SiCバルク単結晶成長では、成長中に発生する歪みを低減させることを目的として、黒鉛坩堝の形状を改良し高品質結晶を安定的に成長させる技術を開発した。この技術を用いて転位密度が通常の市販ウェハより1-2桁低い2インチウェハを作製した。同ウェハはIEMOS/SBDパワーコンバーターの作製に用いられ、モータードライブのデモンストレーションに成功した。

ウェハ加工技術の研究では、0.2度以内の高精度切断、スラリーの添加物やpH調整などによるCMPの高能率化を実現した。研究成果の一部は、技術移転され、成長関係で1社、研磨関係で2社と契約を締結した。

またエピ膜作製技術の研究では、産総研と他の2社との共同研究により、SiC先端エピ技術の生産レベルでの実証を開始した。その結果、本年度当初の計画通りSi面及びC面2インチ8度オフのエピウェハの生産・出荷を開始し、一定の成果を見た。また、スループット向上のため高速エピ成長技術の研究も行っている。本年度は4度オフ基板上的高速エピ成長の検討を行った。8度オフ基板に比べ最大成長速度は遅くなることがわかった。この現象は、BCFモデルを用いて解析し、理論的に説明つけることができた。しかしながら、4度オフ基板上でも100 mm/h以上の高速成長が可能であり、実用化には問題はないことを示した。

また、高エネルギー研究所のビームラインで、単色X線を用いたトポグラフィ法を用いて新しい結晶格子欠陥解析技術の開発を行っている。結晶の各転位を同定するために、Berg-Barrett法を基に基底面転位のBurgers-vectorを正確に求める手法を開発している。この新しい手法の開発のためゴニオメーターを新たに作り直した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 炭化珪素、結晶成長、単結晶、エピタキシャル成長、SiCウェハ、X線トポグラフィ

〔テーマ題目2〕 窒化物半導体パワーデバイス化基盤技術開発（外部資金）

〔研究代表者〕 奥村 元（デバイスプロセス2チーム）

〔研究担当者〕 大橋 弘通、清水 三聡、沈 旭強、井手 利英、小倉 睦郎、中島 信一、K. Jeganathan、八木 修一、方 炯軒、彦坂 憲宣、北村 寿朗、中島 昭、稲田 正樹、朴 冠錫、安達 和広、高尾 和人、企業共同研究員（常勤職員6名、他17名）

〔研究内容〕

パワーエレクトロニクスのための高性能低損失電力素子開発のキーであるワイドギャップ半導体高品質エピタ

キシャル薄膜成長技術を確立し、プロセス開発・デバイス機能実証を通して低損失電力素子への展開を図る。

HFET構造による低損失大電流動作が期待できる窒化物半導体を対象として、CVD、MBEの2種の高度エピ成長法を駆使して大電流ヘテロ構造素子等を設計/試作し、横型素子構造での高周波・低損失素子/回路としての有効性を実証する。また、ワイドギャップ半導体の評価に適した各種マッピング手法を開拓して、デバイス機能向上に資するウェハー品質/デバイス特性の相関、欠陥発生低減機構の解明を進める。平成18年度は以下の様な成果を得た。

(1) ワイドギャップ半導体/ヘテロ構造評価技術の開発
従来半導体材料とは性質の大きく異なる窒化物半導体デバイスの特性阻害要因を明らかにするため、ワイドギャップ半導体極薄膜のマイクロ評価、特に各種の微小領域の光学的電氣的解析法、微視的マッピング法を高度化し、実際のエピ膜やヘテロ構造、デバイスTEGに適用した。SiC基板上成長HFET構造で、マイクロパイプやグレイン境界からの距離やサイズに応じてTEG特性が劣化すること、それが膜中の残留キャリア増大のためであることを解明した。また、精密X線トポグラフィ像や紫外励起顕微PLマッピング像の解析からHFETデバイスのゲートリーク電流の起源が螺旋転位であることを強く示唆する結果を得た。

(2) III族窒化物半導体エピ成長技術の高度化

高耐圧HFETデバイス用ウェハー作製のため、MBE成長法、MOCVD成長法の高度化を進めた。精密制御微傾斜基板上成長法を、実際に電子デバイス用ウェハとして用いられるHPSI-SiC基板等に適用し、高Al組AlGaIn/GaN-HFET構造を作製して電気特性などを評価した結果、2次元電子ガス特性の異方性を見出して $2000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える移動度を実現するとともに、HFETデバイスでの特性向上やゲートリーク電流低減を果たした。また、高Al組成時の成長表面平坦化技術として、超格子疑似混晶バリア層によるウェハー品質向上を試み、原子レベルの平坦表面と $200 \Omega/\square$ 以下の超低シート抵抗を同時に実現した。

(3) III族窒化物半導体によるデバイス構造試作とその特性向上

窒化物半導体HFETの高性能化を目指してデバイス構造/プロセスの適正化を進め、サブミクロン級短ゲート長プロセスの確立、ノーマリオフ構造の試作を行った。その結果、電子ビーム描画プロセスで40 nmまでの試作に成功するとともに、p-InGaInキャップ層をゲート部に用いた構造やAlGaIn/GaN/AlGaInダブルヘテロ構造でノーマリオフ動作を実現した。また、HfAlOを用いたMIS-HFETでは、HFET構造にリセス構造を適用し、低いゲートリーク電流を保ちつつMIS構造採用によるgm（相互コンダクタンス）の低下を回復するとともに、トランジスタとしてのノーマ

リオフ動作を実現した。さらに、低損失回路設計技術として、電源回路の熱損失及び、フィルタ設計用の回路モデルを活用し、スイッチングデバイス、及びフィルタの損失設計を実施するための設計ツール（シミュレータ）を開発した。DC/DC コンバータの試設計により、当該設計ツールの有効性を確認した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ワイドギャップ半導体、パワースイッチング素子、高周波パワー素子、窒化物半導体、GaN-HFET

⑥【生命情報科学研究センター】

(Computational Biology Research Center)
(存続期間：2001.4.1～)

研究センター長：秋山 泰
副研究センター長：諏訪 牧子

所在地：臨海副都心センター
人 員：19名 (18名)
経 費：596,141千円 (366,287千円)

概 要：
生命情報科学（バイオインフォマティクス）は、ゲノム配列からタンパク質分子の立体構造・機能、それらの細胞・組織・個体内での相互関係に至るまでの幅広い生命現象を、情報論的な立場から取り扱う総合的な科学である。当研究センターでは、バイオインフォマティクスの基盤となるアルゴリズムや情報表現手法の研究から、多くの実験データを総合して生物学的な事実を推論・予測するための情報処理システムの構築、及びこれらを駆使した様々な生物ゲノム情報の網羅的解析まで、幅広い研究活動を行っている。

センターの組織づくりに際しては、計算機科学や数学・物理・システム工学などの出身者と、生物・医学系出身者の学際的な協力を促進するようチームを構成し、AIST スーパークラスター (14TFLOPS) や CBRC BlueProtein システム (22TFLOPS) など、世界トップレベルの計算機環境を活用した大規模で網羅的な研究を行っている。

また、産学官の連携を重視し、民間企業や大学との共同研究、研究員の受け入れ、21世紀の生命情報科学を支える研究人材の養成にも積極的に取り組んでいる。重要研究課題としては、下記項目を掲げている。

- 1) ゲノム配列と転写産物の情報構造の解析技術
- 2) タンパク質の構造・機能予測及び創薬支援情報技術
- 3) 先端的高速計算環境によるバイオインフォマティクスの高度化
- 4) 細胞モデルの構築を目指した最先端計測と IT の

融合技術

外部資金：
文部科学省 科学研究費補助金「グラフィカルモデルに基づく相互作用推定法の開発と適用」

文部科学省 科学研究費補助金「パスウェイ知識表現における矛盾検証の理論的解析と技術開発」

文部科学省 科学研究費補助金「遺伝子の発現情報に基づく生命現象の因果性に関する統計解析」

文部科学省 科学研究費補助金「配列情報解析と局所構造パターン分類を融合した新たなタンパク質立体構造予測法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「酸化還元酵素の立体構造に基づく触媒機構の網羅的解析及び分類法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞の構造と機能の原因となる遺伝子モジュールの網羅的収集」

文部科学省 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「膜タンパク質のリガンド結合部位に関するゲノムワイドな解析」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 「効率的バイオマーカー探索を目指した近接場プローブ・ナノ領域超高感度質量分析装置の開発」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託 新興分野人材育成「生命情報科学技術者養成コース」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 「モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発」

発 表：誌上発表75件、口頭発表74件、その他18件

数理モデルチーム
(Mathematical Model Team)

研究チーム長：浅井 潔
(臨海副都心)

概 要：
生命現象のメカニズムを数理モデルを用いて研究している。確率モデル、グラフ理論などの数理的手法を用いて、遺伝子発現、機能性 RNA の情報解析、代

謝・シグナル伝達ネットワークの解明などに取り組んでいる。既存の理論を応用して解析を行うだけでなく、様々な対象に応用可能な新しい理論の開拓をも目指している。

研究テーマ：テーマ題目1

配列解析チーム

(Sequence Analysis Team)

研究チーム長：Paul Horton

(臨海副都心)

概要：

マイクロアレイデータベースの高速検索・解析ソフト開発、ヒトゲノムにおける発現制御領域の発見ソフト開発、タンパク質局在化予測ソフトと知識ベースの開発を行っている。遺伝子発現解析というテーマを中心に、バイオインフォマティクスのソフトウェア開発に力を入れている。

研究テーマ：テーマ題目1

生体膜情報チーム

(Biomembrane Informatics Team)

研究チーム長：諏訪 牧子

(臨海副都心)

概要：

生体膜上のタンパク質は、細胞の機能を理解する上で重要で、創薬ターゲットとしても注目されている。この膜タンパク質全般、及び G タンパク質共役型受容体(GPCR)など特定ファミリーを対象とし、膜タンパク質向けのバイオインフォマティクス技術を開発しつつ、ゲノムワイドの視点で機能メカニズムの理解を目指した研究とその応用を行っている。具体的には、配列情報からの構造・機能予測法開発、ゲノムからの GPCR 遺伝子発見と比較ゲノム解析、膜タンパク質総合 DB 構築などに取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目2

タンパク質機能チーム

(Protein Function Team)

研究チーム長：野口 保

(臨海副都心)

概要：

タンパク質の立体構造及びその機能部位を網羅的に解析し、構造変化を考慮した機能部位予測システムの研究開発を行っている。解析結果は、酵素触媒機構、構造変化部位、機能構造などのデータベースにして公開し、構造変化や機能部位予測及びドメイン予測やディスオーダー（特定の構造を取らない）領域予測の研究に利用している。また、大規模分子動力学シミュレーションによる機能発現のメカニズムの解明にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目2

分子設計チーム

(Molecular Modeling & Design Team)

研究チーム長：広川 貴次

(臨海副都心)

概要：

統計的解析を基本とした構造認識法や分子モデリング法の開発、分子動力学計算法によるフォールディング解析、タンパク質立体構造に基づくリガンド結合予測や分子設計など、タンパク質立体構造に関する理論的研究に取り組んでいる。研究によって生み出された手法やソフトウェアシステムは、タンパク質立体構造予測問題や実用的な創薬ターゲットタンパク質のモデリング及びドッキング計算を通じて、評価・改善を続けている。

研究テーマ：テーマ題目2

生体ネットワーク

(Biological Network Team)

研究チーム長：堀本 勝久

(臨海副都心)

概要：

測定データや文献データなどの様々な生物情報に基づいて、生物分子ネットワーク（関連・因果）構造とその動的挙動を推定する実用的な方法を開発している。また、これらの多面的なアプローチによって、遺伝子間の複雑な関係性の推定を進めている。

研究テーマ：テーマ題目4

大規模計算チーム

(High Performance Computing Team)

研究チーム長：秋山 泰

(臨海副都心)

概要：

バイオインフォマティクス分野では、2年半ごとに10倍ともいわれるデータベース容量の増加と、分子ドッキングや細胞内ネットワーク解析をはじめとする膨大な組合せ探索問題の存在により、大規模計算能力の有無が研究進展の鍵を握りつつある。10年後のパソコンは並列化されて現在より2~3桁は高速であろうとの予測に基づき、バイオインフォマティクス用ソフトウェア向けの並列化ライブラリの整備や、大容量メモリを活かした新しい設計思想に基づく応用プログラム開発等を進めている。

研究テーマ：テーマ題目3

[テーマ題目1]「ゲノム配列と転写産物の情報構造の解析技術」

[研究代表者] 浅井 潔 (数理モデルチーム)

〔研究担当者〕 浅井 潔、後藤 修、Paul Horton、
上野 豊、津田 宏治、藤渕 航、
金 大真、木立 尚孝、長崎 英樹、
山名 美智子、岡田 吉史、原田 肇、
Larisa Kiseleva、藤田 直也、
(常勤職員5名、他26名)

〔研究内容〕

概要：

複数の生物ゲノム配列の比較解析や、マイクロアレイ等による大量の発現情報を解析するための方法論を構築し、ゲノム上に存在するタンパク質コード領域、機能性 RNA、転写制御領域などの構造を明らかにする。

進捗状況：

配列解析及び遺伝子発現解析のソフトウェア開発を推進し、実用的なソフトウェア開発に成功した。NEDO の機能性 RNA プロジェクトに参画し、二次構造を考慮した高速・高精度な配列解析技術を開発し、実ゲノムデータからの機能性 RNA 発見と機能性 RNA データベース構築を行っている。

計画：

- ① ゲノムからの機能部位の *in silico* 同定：多重アラインメント (PRRN)、遺伝子発見システム (GeneDecoder, ALN)、RNA 配列比較法 (Scarna, SOKOS)、細胞内局在化予測 (Wolf-PSORT) 等を活用し、多量のゲノム配列から制御領域、遺伝子領域、スプライシングバリエーション産物、機能性 RNA 領域の計算機を用いた同定を行う。特に機能性 RNA では NEDO プロジェクトでの新規機能性 RNA 発見への貢献を重視する。
- ② 遺伝子発現情報解析：マイクロアレイやセルアレイのデータから、遺伝子発現情報を解析するシステムを開発する。特に全体的な発現パターンから細胞種や細胞状態の同定をするシステムを開発する。

成果目標：

①では配列解析用ソフトウェアの開発との国際公開を進め、NEDO の機能性 RNA プロジェクトでの機能性 RNA の網羅的発見等を通じて実データでの技術評価を図る。

②では Cell Montage プログラムの国際公開を進める。平成18年度進捗状況は以下の通り。

- ① ゲノムからの機能部位の *in silico* 同定では、RNA 配列比較ソフトウェア Scarna、RNA 構造モチーフ抽出ソフトウェア RMAmine について論文発表とソフトウェア公開、ウェブサーバ公開を行った。これらのソフトウェアを活用して機能性 RNA 発見を行うとともに機能性 RNA データベースを開発し、論文発表を行った。また、タンパク質局在予測サーバ WoLF PSORT を改良し、NAR 誌論文発表が決まった。
- ② 遺伝子発現情報解析では、マイクロアレイ類似プ

ロファイル検索ができる CellMontage サーバを公開した。また、その検索エンジン RaPiDS について論文発表を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ゲノム、遺伝子発現

〔テーマ題目2〕「タンパク質の構造・機能予測及び創薬支援情報技術」

〔研究代表者〕 諏訪 牧子 (生体膜情報チーム)

〔研究担当者〕 諏訪 牧子、野口 保、広川 貴次、
M. Michael Gromiha、向井 有理、
長野 希美、関嶋 政和、富井 健太郎、
池田 修己、清水 佳奈、横田 恭宣、
新居 真吏、中川 善一、亀田 倫史、
坂井 寛子、寺田 朋子
(常勤職員8名、他28名)

〔研究内容〕

概要：

タンパク質の配列情報及び立体構造情報を用いて機能を予測する技術の研究開発、及び化合物-タンパク質ドッキング技術等を通じた創薬支援技術の研究開発。

進捗状況：

タンパク質の配列情報からの構造予測では、国際コンテストで入賞した立体構造予測手法に加えて、ディスオーダー (不規則) 領域の予測などで世界トップレベルの性能を得られつつある。また機能予測については、酵素反応データベース EzCatDB が国際的に注目されはじめた。化合物-タンパク質ドッキング及びタンパク質-タンパク質ドッキングの手法にも著しい進捗があり、平成18年度開始の NEDO 創薬加速化支援プロジェクトに参加の方向である。

計画：

- ① タンパク質機能予測：タンパク質の動的構造に注目したデータベース (ConfC) の構築とそれを基にした機能部位の解析・予測のためシステム (DB-SPIRE) の開発について平成18年度にそのプロトタイプ完成を目指す。立体構造転移に伴うプリオン病をはじめとする疾病発現関連タンパク質の分子動力学シミュレーションでは、導入されたスパコン BlueProtein システムを駆使した網羅的解析を実施し論文化する。酵素に関して触媒機構、機能部位構造、全体構造などで階層的に収めたデータベース (EzCatDB) については、既に公開し好評を得ているがこの入力エントリー数の増大を目指す。
- ② 膜タンパク質構造・機能予測と応用：立体構造情報の実験的取得が困難で、立体構造が希少な膜タンパク質に特化したバイオインフォマティクス技術を開発する。特に創薬に重要な膜タンパク質である GPCR ファミリーについては、ゲノムワイドな視点から機能メカニズムの理解を目指した研究開発

を行い、平成18年度は三菱化学との受託研究などを軸に実際の創薬ターゲット同定と特許申請を行う。

- ③ タンパク質立体構造予測と応用：統計的解析を基本とした立体構造認識法や分子モデリング法の開発、分子動力学計算法によるフォールディング解析などを行い、またこれらの技術の統合化を目指した研究を進める。NEDO の創薬加速化支援プロジェクトにおいて、計算論的手法に基づく分子モデリングのサブチームを率いることを前提に公募準備を関係者と進めているので、採択の場合、平成18年度は大規模な予測を実施する。

成果目標：

①については、タンパク質の機能部位構造 (DB-SPIRE) と構造変化部位構造 (ConfC) のデータベースのプロトタイプを完成させる。産業的に重要な酵素タンパク質に関する階層的機能データベース (EzCatDB) では、登録エントリー数を平成18年度内に少なくとも2割程度増加させる。プリオン研究については Blue Protein 並列計算機を用いた世界トップクラスの網羅解析を実施し、その成果に関する論文投稿を行う。

②については、ゲノムから GPCR 遺伝子及びペプチド性リガンドの網羅的収集を進め、有望なものについては企業と共同研究を行う。また結合 G タンパク質予測、リガンドドッキングプログラムなどの個別システムの開発を進めるとともに、機能予測パイプラインとしての融合化の構想を進める。

③では、水溶性タンパク質についてフォールド認識法と網羅的モデリングの融合によりすでに世界トップクラスの精度を持つ構造予測システム (FORTE-SUITE) を構築済みであるが、平成18年度には国際コンテスト CASP7 が開催されるため公式参加の準備を進め、コンテストで好成績を得ることを具体的な達成目標とする。また平成18年度から開始される NEDO 創薬加速化支援プロジェクトへの採択を狙い、採択された場合には、BIRC の夏目氏らとの共同により創薬ターゲットとなるタンパク質間相互作用の解明を行う。

平成18年度進捗状況は以下の通り。

①については、昨年度公開した DB-SPIRE は、今年度もデータ更新を行い引き続き RIO-DB での公開を行っている。また、ConfC に関しては、進化的構造変化部位のデータ公開が遅れてしまったが、平成19年度上期には公開できる予定である。EzCatDB に関しては、登録エントリー数の増加は1割以下で目標を達成できなかった。しかしながら、ディスオーダー領域予測法 (POODLE) を開発し、それを用いた平成18年度のカSP7のディスオーダー領域予測部門において、総合で2位、長いディスオーダー領域予測では1位となり、最も実用性の高い予測と評価された。BlueProtein を用いたプリオン研究においては、国際学会で発表するなど研究成果の公表を行った。

②については、28真核生物種ゲノムから新規遺伝子も含め、GPCR 遺伝子とペプチド性リガンドを網羅的に同定、収集した (SEVENS <http://sevens.cbrc.jp>)。

新規ペプチド性リガンドに関しては特許を出願したため、これを基にした共同研究の体制を整えている。

膜タンパク質に特化したバイオインフォマティクス技術の開発として、βストランド型の膜タンパク質を配列から判別するシステム開発し、200種以上のゲノムに適用してデータベース化 (TMBETA-GENOME、<http://tmbeta-genome.cbrc.jp/>) したところ、全タンパク質の約数%がβストランド型膜タンパク質であることが示唆された。

③では、タンパク質立体構造予測の国際コンテスト CASP7に参加し、ドメイン予測とディスオーダー領域予測において好成績を収めた。特に、ディスオーダー予測部門においては、POODLE を用いて、総合第2位の評価を得た。

また、タンパク質立体構造予測法 (FORTE) とリガンドドッキング評価法 (CoLBA) を融合し、2、3百万の化合物ライブラリから、活性を持つ化合物を高い割合でスクリーニングすることが可能になった。

さらに、平成18年度から開始された NEDO 創薬加速化支援プロジェクトにおいては、分子モデリングのサブチームとして採択されたため、創薬ターゲットとなるタンパク質について、タンパク質間相互作用の網羅的解明に取り組んでいる。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ディスオーダー、ゲノム、創薬

[テーマ題目3] 「先端的高速計算環境によるバイオインフォマティクスの高度化」

[研究代表者] 秋山 泰 (大規模計算チーム)

[研究担当者] 秋山 泰、福井 一彦、本野 千恵、塚本 弘毅、蓬来 祐一郎、吉川 達也 (常勤職員3名、他18名)

[研究内容]

概要：

バイオインフォマティクスで必要となる膨大なデータ処理や大規模探索問題に対処するための並列処理方式の研究と応用。

進捗状況：

平成16年度につくば地区に導入された AIST Super Cluster (ASC) 上に共同利用環境を構築し、分子動力学法シミュレーションや遺伝子発見のための大規模計算が可能な環境を整備した。さらに平成17年度には8192プロセッサを有する日本第二位の性能を持つ Blue Protein システムを導入し、この上に世界的にも例のない大規模な分子動力学法シミュレーションのシステムを構築した。利用技術としては、他国のグループを凌駕するレベルを達成した。

計画：

①バイオインフォマティクス向け超並列計算環境の開発：従来の数百台ではなく数千台規模の CPU を同時に用いるバイオインフォマティクス計算を実施し、世界に先駆けた意欲的なバイオインフォマティクス研究を行う高速計算環境を構築する。筑波地区設置の AIST スーパークラスターの共用や、ユニットで導入した Blue Protein 並列計算機を活用するためのバイオインフォマティクスに直結した基盤プログラム整備を進める。大規模並列計算が求められている分子ドッキング、分子動力学計算、分子軌道法、質量分析等を主たるターゲットとして実証実験と応用研究を行う。

②大規模計算による質量分析支援：ポストゲノム時代の研究手段として注目されている質量分析技術は、タンパク質間相互作用の発見や創薬ターゲット同定などの観点からも今後も益々多用される傾向にある。第一期で開発を始めた質量分析支援ソフトウェア CoCoozo の企業への技術移転を図るとともに、BIRC の夏目グループなどとの共同作業により、第2期を通じて実際のプロテオミクス研究や臨床検査の現場での技術評価を図り、技術の産業移転を実現する。

成果目標：

①については、第二期を通じて、AIST スーパークラスター（筑波）及び BlueProtein（臨海）の徹底的な利用を図り、バイオインフォマティクス研究で必要となるデータベースの更新体制や、効率の良いジョブ投入管理体制などを速やかに構築していく。世界的に並列処理環境の導入が進み、小規模なラボでも数十台、大きな研究所では数百台から千台規模の応用例が出ていきつつある状況の中で、我々は8000プロセッサから1万台を睨んだ「超」大規模並列時代の技術開発の先鞭を付けていく。

②では、第一期で開発を開始した並列 MS/MS 分析ソフトウェア CoCoozo を大規模並列環境に移植して高機能化を図るとともに、商用化して研究社会への波及を重視する。BIRC の夏目チームとの共同で、疾患マーカーとなりうるタンパク質を対象として大規模な質量分析プロジェクトを実施し、知財確保を目指す。

平成18年度進捗状況は以下の通り。

① バイオインフォマティクス向け超並列計算環境の開発では、平成18年度は、従来よりも大規模な並列環境、特に1000プロセッサを越えるような環境を活用することに重点を置いて研究を進めた。なかでも安定稼働しはじめた超並列計算機 BlueGene/L（システム名 BlueProtein）を活用した研究をいくつか実施した。

タンパク質間のドッキングを表面形状の相補性から解析する PPPDock システムを作成し、これを BlueProtein の上に並列実装した。表面形状の相補性を、高速フーリエ変換(FFT)の計算によって計算する方式であり、FFT 部分は BlueProtein の特

殊な演算機構(double hammer)を特に意識して独自に作成したルーチンを利用している。PPPDock システムは、通常512node (1024 CPU) を1単位として計算を行い、BlueProtein 上でハードウェア資源が空いているときには最大で4096node(8192 CPU)までを利用することができる。これら多数のノード間では、ドッキングの対象となるタンパク質を異なる回転変換をした場合（例えば立体角6度刻みであれば54,000通り）の計算を、効率良く分業して行い、結果を MPI 通信ライブラリによってマスターノードに集める仕組みとなっている。

これらの他に、別テーマである「タンパク質の構造・機能予測及び創薬支援情報技術」と協調して、BlueProtein 上でタンパク質の動力学法計算の大規模な実行環境を構築した。昨年度に導入した COBALT ジョブ管理システムの活用により、32ノード程度での並列ジョブを数個から数十個単位で扱える構成になっている。引き続き、筑波地区設置の AIST スーパークラスターのなども利用して、糖鎖タンパク質や酵素タンパク質に関する分子軌道法計算に関する応用研究も実施し、複数の論文発表を行った。

② 大規模計算による質量分析支援では、生物情報解析研究センターの夏目徹チーム長らとの共同研究により、LC-MS/MS システムにおけるペプチドイオンのデータベース検索を行う CoCoozo システムの開発を進めてきたが、平成18年度末に CoCoozo ver.1.0として完成し、産総研としての知的財産登録などを行った。同ソフトウェアは、64プロセッサ規模の並列計算機で動作するよう設計されているが、より小規模な環境でもメモリ上に搭載するデータベースの大きさ等を工夫することにより対処できるようになっている。平成18年度は特に、紛らわしいタンパク質間での誤った同定を減らすために、第一位の解と第二位の解の間でのスコアの違いの開きなどのデータによって判定を微修正する仕組みなどを実現した。今後、作成した CoCoozo は夏目氏による実際のプロテオミクスプロジェクトなどを通じて利用されるとともに、外部への技術移転なども検討していくことができる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオインフォマティクス、大規模計算、データベース

【テーマ題目4】 「細胞モデルの構築を目指した最先端計測と IT の融合技術」

【研究代表者】 高橋 勝利（センター付）

堀本 勝久（生体ネットワークチーム）

【研究担当者】 高橋 勝利、堀本 勝久、富永 大介、

福田 賢一郎、油谷 幸代、中川 康司、
孫 富艶（常勤職員5名、他9名）

【研究内容】

概要：

最先端のバイオ解析技術と IT を融合して、細胞モデル構築のための網羅的情報収集・解析システム開発を行う。バイオインフォマティクスの立場から、最先端計測技術との融合研究を進める。

進捗状況：

トップダウンプロテオミクス技術の開発に関連して、既存の方式に比べて分解能が高い FT-ICR 質量分析装置の利用技術を蓄積し、高分解能によって得られた複雑なスペクトル波形をデータベースと照合するための畳み込み計算などのアルゴリズムを開発した。また糖ペプチド解析に関連して、赤外レーザーによるソフトイオン化で糖鎖及び糖ペプチドの質量分析を行うシステムのプロトタイプを開発した。副次的成果として、赤外波長可変レーザーの開発にも寄与してベンチャー企業からの商品販売などに結びつけた。これらの研究成果は、NEDO のバイオ IT 融合機器開発プロジェクト、糖鎖エンジニアリングプロジェクトからの支援を受けて、民間企業からの受託などで達成した。

計画：

- ① バイオ IT 融合によるトップダウンプロテオミクス技術の開発：バイオマーカーとなるタンパク質の探索はプロテオミクス技術の発展に大きく依存する。しかし従来のプロテオミクスは、事前にタンパク質を酵素断片化してから分析しており、タンパク質本来の翻訳後修飾などがその過程で無視されてしまう等の重大な問題がある。そこでタンパク質全体をそのまま計測系に入力し、徐々に分解しながら、タンパク質のあるがままの構造を分析するトップダウン法が注目される。FTICR-MS 装置による新しい計測と、翻訳後修飾を含む膨大なタンパク質データベース検索、及びイオン化過程の分子シミュレーション技術を組み合わせ、次世代のトップダウンプロテオミクス技術の開発を行う。
- ② 質量分析による糖ペプチド構造解析技術の開発：NEDO の糖鎖エンジニアリングプロジェクトが平成17年度で終了するため、それらの成果をとりまとめて国際論文誌や特許申請などを積極的に行う。
- ③ 多元的データの知識表現と解析手法：遺伝子相互のネットワークを解析するため、代謝パスウェイ、シグナル伝達パスウェイ等のデータベース構築を行う。知識表現手法の開発を行い、世界標準化への提言にも積極的に貢献する。
- ④ 遺伝子ネットワーク解析：セルアレイのデータから遺伝子制御ネットワークを解析するシステムの開発を進める。ガン等の疾病原因遺伝子間の関連解析や薬剤副作用解析への応用を積極的に行う。

成果目標：

①では、トップダウンプロテオミクスにおける FTICR-MS の価値と役割分担を明確化する。

②では、糖鎖エンジニアリングプロジェクトの成果のとりまとめを引き続いて行う。また赤外レーザーによる糖鎖・糖ペプチドの構造解析を行う装置のプロトタイプについて、企業への技術移転などを旨とする。

③の成果は INOH プロジェクト等を通じて国際公開する。

④の成果は NEDO 細胞アレイプロジェクト等を通じて産業界での実用化を目指す。

平成18年度進捗状況は以下の通り。

- ① フーリエ変換型質量分析計を用いて、タンパク質・ペプチドの同定を行うための実験プロトコル及び解析アルゴリズムの検討を実施した。
- ② 開発した質量分析計を用いて、様々な種類の修飾糖の分析を行い、これら不安定な修飾糖の構造解析に有用であることを実証し、その手法と装置に関して特許出願を行った。
- ③ INOH データベースはパスウェイデータを記述するために必要となる様々な生物学概念を定義したオントロジーを構築している。また、これらのオントロジーによる詳細なアノテーションが付与された高精度の一次パスウェイデータを専門家が論文を精査することにより独自に蓄積し公開している。このような独自性を生かし、よりいっそうの成果の普及と知識基盤としての浸透を目的に BioPAX パスウェイデータ交換フォーマットの国際的な標準化活動に積極的に取り組んでいる。MoleculeRoleOntology はシグナル伝達パスウェイ関連のタンパク質、化合物名に加え、代謝パスウェイに必要な500以上の化合物と300以上のタンパク質を追加した。さらに、階層を整理し、UniProt や KEGG COMPOUND などの外部データベースへのリンクや用語の定義を追加した。EventOntology は、PSI-MI で使用する interaction type の下位タームをすべて含み階層も準じているため、PSI-MI の用語の変更に伴い、分子相互作用に関するタームの階層を修正した。さらに、GO へのリンクやシグナル伝達パスウェイに関わる用語の定義を追加した。パスウェイデータについては36のパスウェイ、3754の化合物、2816のタンパク質データを収集した。さらに、標準フォーマット BioPAX Level2に対応した INOH データを公開した。
- ④ 研究課題は、細胞アレイによって観測された時系列データからネットワーク・ダイナミクスを推定する創薬支援技術を開発することであった。その実現のため、1) 細胞アレイ観測装置(TFA)による画像データを処理し個別細胞を認識、追跡し数値化する技術を開発すること、2) 共同研究先で行うネット

ワーク動態解析実験を支援するため、文献データに基づきアポトーシス経路における siRNA ターゲット遺伝子の選定を行うこと、3) 観測データを解析し、ネットワーク動態推定に関する開発技術の性能を評価すること、の3つの課題を設定し研究を進めた。その結果、

- 1) TFA から得られる撮影画像において、各細胞を追跡しその変化を自動的に計量するソフトウェアを開発し、詳細なダイナミクスの解析を可能とした。同時に細胞の形状をも数値化するため、表現型を考慮に入れたより応用性の高い解析を行うこともでき、さらに TFA のハイスループット性を損なわない処理性能を実現した。
- 2) 上記ネットワーク動態解析実験において、ターゲットとするパスウェイ及び遺伝子を文献データに基づき絞り込み、157のターゲット遺伝子をリストアップした。現在このリストによる観測が共同研究先で進行中である。
- 3) また、ネットワーク上の各要素の活性の時間微分を記述する方程式系を定義し、これをラプラス変換し代数方程式系に変換してタンパク質の活性を推定する新規手法を開発、観測データに適用しダイナミクスの解析を行った。さらにグラフ理論に基づいてネットワークにおける最適なレポータータンパク質配置の探索法を開発した。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] パスウェイ、質量分析

⑦【生物情報解析研究センター】

(Biological Information Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：渡辺 公綱

副研究センター長：原田 一明、野村 信夫、
五條堀 孝

総 括 研 究 員：原田 一明

所在地：臨海副都心センター、つくば中央第6

人 員：27名 (25名)

経 費：435,747千円 (224,962千円)

概 要：

本研究センターは、大量のゲノム情報に含まれる生物情報の取得、取得に関する新技術の開発、取得した情報の整理及び統合を生物科学の立場より推進する。特に、ポスト・ゲノムシーケンス研究に重点を置き、我が国が世界に対して優位性を持つ分野（膜タンパク質の立体構造解析やタンパク質ネットワーク解析、機能性 RNA 解析、バイオインフォマティクス）を中心としたタンパク質の機能解析を実施し、その機能を制

御する方法を開発する。これらの研究の成果を、知的財産権の取得やデータの公開等を通じて、速やかな産業化を目指す。上記の目標を達成するために、中長期的には、(1) 構造ゲノム解析、(2) 機能ゲノム解析、(3) 統合データベース解析、(4) 機能性 RNA 解析の4つの領域を重点的に遂行する。

外部資金：

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

文部科学省受託研究費 科学技術振興調整費「解析プログラムの開発」

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

新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費「生体高分子立体構造情報解析 タンパク質の構造・機能解析技術の開発」

科学技術振興機構受託研究費「X線解析によるロドプシンの G タンパク質活性化機構の原子レベルでの解析」

科学技術振興機構受託研究費「核マトリクス結合タンパク質による RNP 再構築と分配機構の解明」

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

やまぐち産業振興財団平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「超高感度プロテインチップによる超早期がん検診システムの開発」

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

財団法人九州産業技術センター平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「磁気ビーズを用いたプロテインアクティブアレイの開発」

日立化成工業株式会社共同研究費「環境調和型新規高接着フィルムの開発」

日本電子株式会社共同研究費「高磁場 NMR を用いた新しい生体計測法の基盤的技術の開発に関する研究」

エムバイオテック株式会社共同研究費「GGPLs 代謝酵素に結合する低分子化合物のスクリーニングシステムの構築」

日本電気株式会社共同研究費「微生物反応の多様化・高機能化技術の開発」

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

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

大鵬薬品工業株式会社共同研究費「創薬標的因子の相互作用解析に関する研究」

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

科学研究費補助金「ミトコンドリア翻訳系の特異な分子間ネットワークと機能特性（特定）」

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

科学研究費補助金「核内の RNP リモデリングと品質管理機構の解明（特定）」

科学研究費補助金「単粒子解析による高分解能構造解析技術の開発（特定）」

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

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

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

科学研究費補助金「無酸素条件下における新規結晶化法の開発（萌芽）」

科学研究費補助金「哺乳類の核内 exosome によって制御される RNA 分子種の固定と機構解析（若手 B）」

科学研究費補助金「中央アフリカにおける HIV の分子疫学—エイズウイルス生成の源流と未来を探る（基盤 A）」

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

財団法人病態代謝研究会研究助成金「核小体低分子

RNA による遺伝子発現のファインチューニング機構の解明」

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

発表：誌上発表77件、口頭発表172件、その他17件

高次構造解析チーム

(Structural Analysis Team)

研究チーム長：光岡 薫

(臨海副都心センター)

概要：

第5世代極低温電子顕微鏡の性能評価のため GroEL・ES 複合体等の試料を用いたデータ収集を行い、単粒子解析によりその立体構造を決定した。アクアポリン11という他の水チャンネルと相同性が低いアクアポリンについて、その水の透過活性を測定し水チャンネルであることを示した。ケモカイン受容体である CXCR1や CXCR4について、リガンド結合や G タンパク質の活性化を定量できる実験系を確立した。転写反応に伴うヌクレオソーム構造変換機構の解明を目的として、X 線回折によるタンパク質複合体の研究を進めており、ヒストンシャペロン TAF-1β の結晶構造解析に成功した。また、ヒストンシャペロン CIA とヒストン H3-H4の複合体の結晶構造も決定した。この構造は、DNA 複製、転写、DNA 修復の際に起こるヌクレオソーム構造変換の中間体構造と考えられるため、本構造を利用した幅広い研究の展開が可能である。

研究テーマ：テーマ題目 1

分子機構解析チーム

(Molecular Mechanism Team, Tsukuba)

研究チーム長：原田 一明

(つくば中央第6)

概要：

創薬等への産業応用を目指して、ヒト由来の膜タンパク質である Fas リガンド細胞外ドメインの Pichia 酵母を用いる大量調製・精製法を確立して機能解析のための変異体タンパク質の作成を行うとともに、ヒト補体レセプタータイプ1について大量調製法を確立して構造解析のための結晶化を試み、微結晶が得られた。膜タンパク質結晶化条件の合理的探索技術の確立をめざして、緩衝液の種類と pH の依存性を系統的に調べ、光合成単位の結晶化を行った。ガン細胞破壊タンパク質パラスポリン-3の結晶について X 線回折データを測定して構造解析を開始した。また、膠原病などの皮膚病に関与するヒト由来タンパク質 PAD1の結晶構造を

3.5 Å 分解能で決定した。NMR による構造解析を目指して、ヒト由来の免疫系膜タンパク質シグレックス 11 について無細胞タンパク質合成システムを用いて大量発現を行い、リフォールディングに成功した。NMR スペクトルの診断等への利用を目指して開発したスペクトルの直接多変量解析法により、尿を用いた分析による生理状態の概日変化や基礎代謝の変化の検出が可能となった。

研究テーマ：テーマ題目 1

分子認識解析チーム

(Molecular Recognition Team)

研究チーム長：嶋田 一夫

(臨海副都心センター)

概要：

現在までに、我々は独自のファージディスプレイシステムを開発中であり、Fas リガンドに特異性を有する抗体分子を標的として、結合ペプチド群をすでに取得している。しかしながら、このようにして得られたペプチド群の標的分子に対する親和性は高くないため、機能性分子として活用するためには、さらなる改変が必要と考えている。一方で、このような弱い分子間相互作用系から原子レベルの構造情報を取得するための方法論の開発は十分であるとは言いがたい。本年度は、昨年度開発した新規交差相関緩和測定法を本系に適用することで、標的分子に弱く結合したペプチドの立体構造を精度良く決定するためのストラテジーの確立を行った。現在、従来法に対し高精度で結合ペプチドの立体構造決定が可能なが示されてきている。受容体結合状態のペプチドの高精度立体構造が明らかとなれば、立体構造を活用した創薬デザインにおいて有用な構造情報を提供できることになる。さらに、本ファージディスプレイシステムを疾患関連受容体系に対しての適用を開始し、血液凝固に関係する受容体の活性を阻害するペプチド群を取得した。現在 NMR 等による解析を進行中である。また、血液凝固系、成長因子受容体系に関与するタンパク質複合体系などについて、その高次構造・相互作用メカニズムを NMR により明らかにすることを目的として発現系の構築・試料調製法を確立し、NMR 解析を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 1

構造情報解析チーム

(Structural Bioinformatics Team)

研究チーム長：中村 春木

(臨海副都心センター)

概要：

生体高分子シミュレーションに関する新たな計算手法やデータベース等を開発し、その成果を統合化されたソフトウェア（名称：myPresto）として公開した。

myPresto の大きな特徴の一つは分子動力学による構造探索エンジンに、複数の高効率の探索アルゴリズム、例えば、Tsallis dynamics (TD) 法等を新規に開発し導入した点である。タンパク質ーリガンドの結合自由エネルギーを計算することも可能で、サーモライシンへの応用ではリガンド結合自由エネルギーを誤差 1kca/mol 程度で計算できた。一方、in silico スクリーニング用のタンパク質ー化合物ドッキングプログラムと、数百万化合物からなる化合物三次元構造ライブラリーを開発した。ドッキング結果を統計解析する新規スクリーニング手法を開発し、活性化化合物のヒット率をランダムスクリーニングに対し 40-70 倍に向上できた。この手法を TNF- α Converting Enzyme と GPCR であるバソプレッシン 1b 受容体の阻害剤探索に適用し、数十の活性化化合物を得た。得られた新規活性化化合物に基づいたコンビナトリアル合成による化合物最適化にも成功した。

研究テーマ：テーマ題目 1

機能構造解析チーム

(Molecular Function Analysis Team)

研究チーム長：渡辺 公綱

(臨海副都心センター)

概要：

本チームは受容体関連タンパク質の機能構造解析研究とタンパク質合成系解析研究の二つから構成される。機能構造解析研究は情報伝達にかかわる受容体タンパク質、及びそれと相互作用するタンパク質や他の生体分子との複合体の構造を明らかにして、受容体活性化機構、情報伝達機構を解明することを目標とする。明暗視の光受容体であるロドプシンは、代表的な G タンパク質共役受容体 (GPCR) である。その立体構造を高分解能で解析するため、結晶化技術の向上や X 線回折測定を行った。ロドプシン光活性化の研究や、ロドプシン様膜タンパク質の新規結晶化を行った。またロドプシン様膜タンパク質の結晶化条件を精密化し、X 線回折データ収集までのプロセスを確立した。タンパク質合成系解析研究は高度好熱菌のタンパク質合成系を解析し、その機構を明らかにするとともに、細胞抽出成分を利用した高効率生体外タンパク質合成系を構築し、膜タンパク質等従来法では困難なタンパク質の大量合成法の開発を以下の様に行った。1) 好熱菌 tRNA 安定化酵素複合体の機能解析：これまでに同定した酵素 (TtuA、TtuB、TtuC、IscS、SufS) の組換えタンパク質を用いて、tRNA の s2T 化反応を in vitro で詳細に解析し、それぞれの因子の機能を明らかにしつつある。2) 高度好熱菌の細胞抽出成分を用いた高効率生体外タンパク質合成系の構築：高効率無細胞タンパク質合成系を構築するための基礎となる条件検討を行い、鋳型 RNA として天然 mRNA を使用し

た系の構築を試みた。

研究テーマ：テーマ題目 1

分子機能解析チーム

(Biocatalyst Team, Tsukuba)

研究チーム長：松井 郁夫

(つくば中央第6)

概要：

ストマチンは全生物に普遍的に存在し、線虫や脊椎動物の接触感覚受容体を形成する膜タンパク質である。我々は超好熱菌ストマチンのパートナー膜タンパク質の X 線立体構造解析に成功した。本膜プロテアーゼ (1510-N) は Ser-Lys dyad を触媒残基とする新規なセリンプロテアーゼであり、そのモノマー構造は、ATP 依存性のタンパク質分解装置の proteolytic 成分である ClpP のモノマー構造と類似しているが、多量体構造は全く異なる。興味深いことに、1510-N 膜プロテアーゼはストマチンの C 末端に極在する8残基以上の疎水性アミノ酸の連なりとその高次構造を特異的に認識し、98℃以上の至適温度で切断した。この C 末端疎水性領域はヒトのストマチンの多量体化を司ると報告されていることから、1510-N 膜プロテアーゼはストマチンの多量体化を解除し、Na⁺チャンネル等の機能を性御すると考えられる。

研究テーマ：テーマ題目 1

プロテオーム発現チーム

(Protein Expression Team)

研究チーム長：五島 直樹

(臨海副都心センター)

概要：

網羅的にヒトタンパク質を発現し、それを有効活用する基盤を構築するために、取得困難クローンを230クローン新たに Gateway 化し、これまでの累計で26,931個のヒト cDNA クローンから46,427個の Gateway エントリークローンを作製した (Gateway 化率は推定でヒト遺伝子の約70%である)。約17万種のヒト cDNA の全長配列、約157万種のワンパス配列をヒトゲノム塩基配列上に位置づけることにより約8万7千クラスター (このうち全長の配列解析がされた cDNA を含むものは32,445クラスター) に整理した。コムギ胚芽無細胞翻訳系で合成されたタンパク質を用い、Src gene family (11種) の約550種の基質 (約350個の kinase、約200個の kinase の既知の基質や我々が機能解析を進めているタンパク質) に対するチロシンリン酸化を総当りで解析 (抗 pTyr 抗体の結合をビアコアで検出) した。約17,000種のヒトタンパク質の細胞内局在情報をこれまでに取得してきているが、この情報整理を行い、これまで実験的な情報が得られていないクローンについて、実験的な細胞内局在情報

を多数得た。また、今回得られた我々の情報と、SwissProt, GO, HPRD の著名な3つのデータベースに採用されている既知情報や予測情報との比較検討を行った。Gateway システムで使用するプラスミドベクターの作製を、そのグループ内の全てのプラスミドにおいてユニークな (1箇所しか切断しない) 制限酵素サイトを使った組み換え反応で構築する簡便な方法を考案した。In vitro コムギ胚芽タンパク質合成系において、不溶性タンパク質の可溶性率を向上させる効果を有するシャペロンについて実験を行ったところ、DNAJA2等の DnaJ/Hsp40ファミリータンパク質の共存が有効なことがわかった。コムギ胚芽タンパク質発現系によってタグ付活性タンパク質を合成し、磁気ビーズ表面に目的タンパク質を結合、溶液中で磁石を装着した基板にアレイ化する新しい方式のプロテインアレイ (プロテインアクティブアレイと命名) を開発した。蛍光ラベルした β -アレスチン2の HeLa 細胞での細胞内局在を指標にして、 β -アレスチン2の核外移行を阻害する化合物のスクリーニングを放線菌抽出液を用いて行った。数種類の活性抽出液より、精製を行い、3種類の核外移行阻害物質を同定した。その内の1種類に関しては新規化合物であった。また、もうひとつの化合物も、構造は既知物質であったが、機能面では新規発見であった。

研究テーマ：テーマ題目 2

発現頻度解析チーム

(Expression Profiles Team)

研究チーム長：渡辺 慎哉

(臨海副都心センター)

概要：

独自開発した合成 DNA マイクロアレイ系を用いて、遺伝子発現レベルを指標とする細胞応答及び病理組織の標準参照データベース構築を目指し、30,000ヒト遺伝子について1,200サンプルの遺伝子発現頻度情報を集積し、そのデータ行列内において、いかなる遺伝子・いかなるサンプルの組み合わせでも並行して解析できるデータ集合体を築いた。平成18年度は、各種の既存薬剤をヒト細胞株及び正常細胞に曝露したサンプルを中心に解析を進めた。また、各種の抗がん剤の感受性を評価するマーカー遺伝子群の探索にも着手した。さらに、取得した癌細胞由来細胞株及び臨床がんサンプルの遺伝子発現プロファイルを数学的に加工して解析し、新規抗がん剤標的分子の探索を行い、複数の候補分子を同定した。

研究テーマ：テーマ題目 2

タンパク質ネットワーク解析チーム

(Protein Network Team)

研究チーム長：夏目 徹

(臨海副都心センター)

概要:

本年度、約2,500種のヒト完全長 cDNA を bait として質量分析計を用いたタンパク質相互作用ネットワーク解析を行った。解析数は累計 (H13-H18) で、10,500個、遺伝子数では約1,800個 (cDNA 数では約2,200クローン) となった。その結果、これまでのゲノムの情報からは予想できなかった新たな生命システムを発見するとともに、癌、生活習慣病、本態性高血圧、色素性乾皮症、ダウン症候群などの原因・関連遺伝子の機能と、関連する疾患の発症メカニズムを分子レベルで解明することに貢献した。これらの新規に発見された疾患関連タンパク質相互作用のうち重要であると考えられたものについては、蛍光イメージング技術を用い、相互作用を可視化し化合物スクリーニングを開始した。

研究テーマ: テーマ題目 2

ケミカルバイオチーム

(Chemical Biology Team)

研究チーム長: 野村 信夫

(臨海副都心センター)

概要:

癌、糖尿病を初めとする生活習慣病などの原因となる、タンパク質間相互作用を主な分子標的としたスクリーニングを展開し、治療薬のリード化合物を取得することを目的に研究を行った。化合物のリソースとして、主に微生物を対象とするが、沖縄県をはじめ、日本各地より採集した土壌より、約3,500菌株の放線菌、カビを単離した。これらの菌株を2種類の培地で培養し、アセトン抽出物として約7,000のスクリーニングサンプルを調製した。主なスクリーニング系としては、蛍光イメージングを用いた、タンパク質相互作用制御物質のスクリーニング系を4種類、 α スクリーニングシステムを用いたタンパク質相互作用制御物質のスクリーニング系を2種類、リポーターアッセイ系を3種類、酵素活性等を指標としたスクリーニング系を3種類遂行した。活性物質の単離・同定システムとしては、マストリガー分取装置による単離・精製、LC-NMR-MS による迅速な構造解析システムを構築した。これにより、約数ヶ月の間に新規化合物を少なくとも2個取得した。また、3種類の前臨床開発候補物質に関して、様々な誘導体を調製し構造活性相関を解析するとともに、より特異的かつ強力な活性を示す化合物の開発を進めた。

研究テーマ: テーマ題目 2

統合データベース解析チーム

(Integrated Database Team)

研究チーム長: 今西 規

(臨海副都心センター)

概要:

統合データベース解析チームは、経済産業省モデル事業「ゲノム情報統合プロジェクト」の目標であるヒト全遺伝子アノテーション統合データベース H-Invitational Database (H-InvDB) の構築を中心に、研究活動を行っている。平成18年度は、2006年3月31日に全データを更新した H-InvDB リリース3.0を公開したのにつき、約3ヶ月ごとにアップデート版を公開した。このデータベース構築では、ゲノム配列との比較解析や ORF 予測・タンパク質の機能予測などの並列計算機を用いた解析と、専門家による手動アノテーションを併用しており、高精度な情報を整備・提供している。このほか、ヒトのスプライシング変異体に関するデータベース H-DBAS、タンパク質間相互作用の情報を統合化したサブシステム PPP view、遺伝子発現データ解析に役立つ DNAProbeLocator を新たに公開した。また、H-InvDB で開発された技術を凝縮したトランスクリプトームの自動アノテーション・ツール TACT をウェブ上で公開した。さらに、ヒト偽遺伝子の研究、イネゲノムのアノテーション研究などの研究成果を、それぞれ論文発表した。

研究テーマ: テーマ題目 3

機能性 RNA 解析チーム

(Functional RNA Team)

研究チーム長: 廣瀬 哲郎

(臨海副都心センター)

概要:

タンパク質をコードしない機能未知のノンコーディング RNA (ncRNA) について、発現解析、細胞内局在解析などを通して、生体内で重要な機能を果たしている機能性 ncRNA 候補を取得した。ヒト完全長 cDNA データベース (H-Inv) から抽出した5,500種の ncRNA 様転写物を出発点に、遺伝子構造や発現パターンから約200種の機能性 ncRNA 候補を選別した。ヒト組織間での発現プロファイリングの結果、このうちの70%は特定の組織で特異的に発現していることが明らかになり、ncRNA は生体内の限定された生理現象の制御に関与していることが示唆された。細胞内局在解析によって、ncRNA の多くは mRNA とは異なり、核内の複数の構造体に局在しているという特有の細胞内挙動を発見した。さらにこれら核内に局在している RNA をターゲットにした新規なノックダウン法を世界に先駆けて開発し、これまで機能解析が不可能だった様々なクラスの核内局在 ncRNA の機能解析系を整備した。またバイオインフォマティクスの革新的な手法を用いて予想されたゲノム中の機能性 RNA 候補配列を抽出し、発現解析や機能解析を行うための系の整備を開始した。

研究テーマ：テーマ題目4

イオ、完全長 cDNA

【テーマ題目1】構造ゲノム解析：生体高分子立体構造情報解析に関する研究

【研究代表者】 嶋田 一夫（分子認識解析チーム）

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

【研究内容】

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

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、高次構造、NMR、極低温電子顕微鏡、計算科学

【テーマ題目2】機能ゲノム解析：タンパク質機能解析に関する研究

【研究代表者】 夏目 徹

（タンパク質ネットワーク解析チーム）

【研究担当者】 夏目 徹、野村 信夫、五島 直樹、渡辺 慎哉、新家 一男、家村 俊一郎（常勤職員6名）

【研究内容】

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

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、プロテオーム、ケミカルバ

【テーマ題目3】統合データベース解析：バイオインフォマティクス関連データベース整備／遺伝子多様性モデル解析

【研究代表者】 五條堀 孝

（統合データベース解析チーム）

【研究担当者】 五條堀 孝、今西 規、日紫喜 光良（常勤職員3名）

【研究内容】

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

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

したトランスクリプトームの自動アノテーション・ツール TACT をウェブ上で公開した。また、アノテーション技術をイネゲノムの解析に応用する共同研究を実施し、その成果をデータベース及び研究論文として発表した。さらに、ヒト偽遺伝子の研究や、酵母遺伝子に働く機能的制約の進化的変化に関する研究などの研究成果を、それぞれ論文発表した。疾患研究に役立つバイオインフォマティクスツールの開発も実施している。

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

【分 野 名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目4】 機能性 RNA 解析：機能性 RNA 解析に関する研究

【研究代表者】 渡辺 公綱（機能構造解析チーム）

【研究担当者】 渡辺 公綱、廣瀬 哲郎、佐々木 保典（常勤職員3名）

【研究内容】

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

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

モデル細胞である HeLa 細胞で発現している70種類の細胞内局在の解析によって、ncRNA の多くは mRNA とは異なり核内に局在し、核内の複数の構造体に局在しているという特徴的な細胞内挙動を発見した。核の中では、クロマチンレベルのエピジェネティックな活性化／不活性化や複雑な RNA プロセッシング現象、さらにはそれらの現象に関わるタンパク質因子の会合や輸送など生命活動の根幹を担う様々な現象が行われており、ncRNA 群はそれらの現象を精密にコントロールしている可能性が浮上してきた。

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

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 核酸、RNA、遺伝子発現制御、エピジェネティクス

⑧【ヒューマンストレスシグナル研究センター】

(Human Stress Signal Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：二木 鋭雄

副研究センター長：岩橋 均

所在地：関西センター、つくば西事業所

人 員：10名 (9名)

経 費：180,616千円 (82,794千円)

概 要：

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

実際、これらストレスがこころや身体の不調、種々

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

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

外部資金：

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

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C 「新規ストレスマーカーを用いたタバコ煙のストレス要因としての研究」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「新規バイオマーカーを用いた生活習慣病早期診断システムの構築」

経済産業省 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「健康寿命延伸に向けた体調維持管理用の各種計測解析診断装置の開発/心筋梗塞超高速診断装置の製品化」

NEDO 「ナノ粒子特性評価手法の研究開発/キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」

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

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

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

財団等受託 「酵母の遺伝子解析」

発表：誌上発表48件、口頭発表84件、その他8件

ストレス応答研究チーム

(Stress Response Team)

研究チーム長：吉田 康一

(関西センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

ストレス計測評価研究チーム

(Stress Measurement Team)

研究チーム長：脇田 慎一

(関西センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4

精神ストレス研究チーム

(Mental Stress Team)

研究チーム長：増尾 好則

(つくばセンター)

概要：

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

アレイを用いたストレス評価法の開発を行った。
研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目6

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

[研究代表者] 吉田 康一（ストレス応答研究チーム）
[研究担当者] 二木 鋭雄、吉田 康一、斎藤 芳郎、西尾 敬子、小川 陽子、伊藤 奈々子（常勤職員6名）

[研究内容]

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

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

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 酸化ストレス、抗酸化物質、細胞

[テーマ題目2] ストレスマーカーの検証試験と製品化研究（運営費交付金）

[研究代表者] 吉田 康一（ストレス応答研究チーム）
[研究担当者] 二木 鋭雄、吉田 康一、伊藤 奈々子、小川 陽子、早川 三恵子、羽瀨 洋子、福井 浩子（常勤職員7名）

[研究内容]

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

① 実験動物：

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

酸化物質によって酸化ストレスが抑制されることが定量的に示された。

② ヒト血液による疾病検証試験：

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

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ストレスマーカー、酸化ストレス

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

[研究代表者] 脇田 慎一（ストレス計測評価研究チーム）
[研究担当者] 脇田 慎一、田中 喜秀、永井 秀典、宮道 隆、入江 隆、鳴石 奈穂子、東 哲司、松原 正幸、吉川 晴美（常勤職員7名、他4名）

[研究内容]

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

(1) 唾液成分ラボチップの実証化研究

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

(2) 血液成分ラボチップ技術の開発

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

[分野名] ライフサイエンス

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

[テーマ題目4] ラボチップ技術の高度化基盤研究（運営費交付金）

[研究代表者] 脇田 慎一（ストレス計測評価研究チーム）
[研究担当者] 脇田 慎一、永井 秀典、入江 隆（常勤職員3名、他4名）

[研究内容]

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

(1) 唾液ストレス関連成分計測用遠心力駆動型ラボディ

スクの研究開発

(存続期間：2001. 4. 1～)

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

(2) 高度ラボチップの基盤研究

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

【分野名】 ライフサイエンス、ナノテクノロジー

【キーワード】 遠心力駆動型ラボディスク

【テーマ題目5】 ストレスが脳機能に及ぼす影響の解析
(運営費交付金)

【研究代表者】 増尾 好則 (精神ストレス研究チーム)

【研究担当者】 増尾 好則、岩橋 均、一守 康史、
Patri Manorama、平野 美里
(常勤職員5名)

【研究内容】

最近、社会的問題になっている脳の発達障害や鬱病の発症メカニズム、及び日内リズム攪乱が脳に及ぼす影響等について解析を進めるとともに、ストレスマーカーの探索を行った。

(1) 注意欠陥多動性障害 (ADHD) モデル動物

脳の発達障害として注目されている ADHD の病因に酸化ストレスが関わっている可能性の検証を進めた。幼若期に6-ヒドロキシドーパミンを大槽内投与し、脳内ドーパミン神経の発達を阻害して行動異常を示す動物を作製した。比較対照として、先天的 ADHD モデル動物を用いた。それぞれの脳緒部位を経時的に摘出し、行動異常発症に関わる可能性が高い遺伝子群を明らかにするとともに、脂質過酸化の関与を示唆する結果を得た。

(2) 鬱病モデル動物

拘束ストレス、水浸ストレスなどによる鬱病モデル動物を作製した。脳緒部位を摘出し、遺伝子発現及びタンパク質発現を網羅的に解析中である。

(3) 日内リズム攪乱が脳に及ぼす影響

明暗条件を攪乱させた条件下で実験動物を飼育した後、脳緒部位を摘出した。遺伝子発現及びタンパク質発現を網羅的に解析中である。

(4) 脳部位におけるタンパク質発現の網羅的解析

脳緒部位におけるプロテオミクス解析技術を検討し、至適条件を見出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳の発達障害、鬱病、日内リズム

⑨【強相関電子技術研究センター】

(Correlated Electron Research Center)

研究センター長：十倉 好紀

副研究センター長：赤穂 博司

総括研究員：赤穂 博司

所在地：つくば中央第4

人員：15名 (14名)

経費：404,322千円 (303,486千円)

概要：

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

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

1. 巨大磁気抵抗、巨大磁気光学効果、光電応答型磁性物質 (光金属・光磁石) 創製など、従来の常識を越える、光・磁気・伝導結合型の新しい電子物性・電子機能の開拓。
2. 量子臨界相制御を中心とする、強相関電子系の新電子機能の探索、特に圧力及び電界効果に基づく強相関系物性制御。
3. 広い波長域で超高速 (テラヘルツ) 応答をしめす、強相関フォトニクス材料・巨大光学応答材料の開拓・設計。
4. 人工格子強相関新物質の創製と接合・界面の新規物性・機能の開発。
5. 強相関電子系デバイスプロセス要素技術の開発と強相関電子デバイス構造プロトタイプの開発。
6. 強相関電子系の機能理論及び量子位相の制御を中心とする強相関エレクトロニクスの原理提案。

外部資金：

文部科学省科学研究費補助金

「有機強相関電子系の電界効果ドーピング」

「超短パルス光照射による磁壁の運動の制御」
 「酸素同位体置換と静電キャリア密度制御を組み合わせた新しい量子臨界現象の探索」
 「有機 π 分子強誘電体材料の開発」
 「電荷移動型材料による機能性有機半導体界面の形成と高性能有機トランジスタへの応用」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的想像研究推進事業
 「関連電子コヒーレンス制御」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的想像研究推進事業
 「強相関界面エンジニアリングによるスピントネル機能の巨大化」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業
 「遷移金属酸化物接合の電界誘起抵抗変化効果の機構解明と不揮発メモリ素子の開発」

発 表：誌上発表71件、口頭発表130件、その他4件

強相関相制御チーム

(Correlated Electron Phase Control Team)

研究チーム長：橘 浩昭

(つくば中央第4)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

強相関有機エレクトロニクスチーム

(Correlated Electron Organics Team)

研究チーム長：長谷川 達生

概 要：

強相関パイ電子を利用する有機エレクトロニクス素子を実現することを目標として、これに必要な基盤技術の開拓、特に機能性有機電子材料の開発、有機半導体界面の機能制御技術の開発、及びこれらを用いる新しい有機エレクトロニクス素子の設計と試作を行う。具体的には、材料開発として、①スピン機能の付与などによる水素結合型有機強誘電体の高機能化、また素子化技術として②電荷移動型界面形成による有機薄膜の界面ドーピング技術の開発、③有機金属電極を用い

た有機トランジスタの動作制御技術の開発、④有機金属電極作製のためのインクジェット溶液プロセス技術の開発、さらにデバイス物理として、⑤有機モット絶縁体におけるショットキー界面形成とモットトランジスタの動作原理解明などに取り組む。

研究テーマ：テーマ題目3

強相関物性チーム

(Correlated Electron Physics Team)

研究チーム長：高木 英典

(つくば中央第4)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目1

強相関フォトンクスチーム

(Correlated Electron Photonics Team)

研究チーム長：岡本 博

(つくば中央第4)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目3

強相関超構造チーム

(Correlated Electron Superstructure Team)

研究チーム長：川崎 雅司

(つくば中央第4)

概要:

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

強相関デバイスチーム

(Correlated Electron Device Team)

研究チーム長：赤穂 博司

(つくば中央第4)

概要:

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

研究テーマ：テーマ題目3

強相関理論チーム

(Correlated Electron Theory Team)

研究チーム長：永長 直人

(つくば中央第4)

概要:

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

相関電子系の機能開発、(4)非線形光学の主役を担うと期待される強相関電子系電荷移動励起子、などの理論を構築する。

研究テーマ：テーマ題目3

[テーマ題目1] 強相関酸化物材料の相制御に関する研究

[研究代表者] 高木 英典 (強相関相物性チーム)

[研究担当者] 十倉 好紀、岡本 博、川崎 雅司、伊藤 利允、富岡 泰秀、井上 公、竹下 直、佐藤 弘、澤 彰仁、山田 浩之、荻本 泰史、玉井 幸夫、山本 晃生、中村 優男、寺倉 千恵子、中村 浩之 (常勤職員7名、他10名)

[研究内容]

- (1) 超巨大磁気抵抗物質の定量設計の基盤として、乱れの大きい系 ($\text{Eu}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$) に注目し、幅広いキャリア濃度を変化させた良質試料による電子相図を作製した。その結果、強磁性金属相、スピングラス相、層状反強磁性相の3相の競合による CMR 状態の定量的設計が可能になった。特に微量な組成変化によっても明瞭な基底状態の変化が発現するという電子論的な特徴を見出した。
- (2) 新規相競合系物質・ $\text{Ca}_{1-x}\text{Ce}_x\text{MnO}_3$ 系において、電子キャリアドーピングによる強磁性金属相が発現することを見出した。
- (3) 整備した超高压下精密物性測定装置群を用いて、新規な機能と物性を有する材料を探索し、 NiS_2 における清浄極限の量子臨界相の異常な非フェルミ液体挙動、 $\text{Hg}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ における電子対絶縁体の融解、及び CaC_6 によるグラファイト超伝導体における転移温度 T_c の 15.5 K への上昇などを見出した。
- (4) ペロブスカイト SrTiO_3 単結晶上にパリレン絶縁膜を形成することにより、良質の絶縁体-半導体界面を有する電界効果トランジスタを構築する技術を洗練、確立した。これによって100 mK 以下の極低温で界面金属相への相転移を実現し、さらにその磁気輸送現象の測定から金属相の二次元性を明らかにした。
- (5) TiO_2 薄膜、 La_2CuO_4 薄膜、 $\text{TiO}_2/\text{La}_2\text{CuO}_4$ ヘテロ接合の三種の試料において、可視から赤外にわたる広波長領域で、フェムト秒パルス光照射による過渡吸収スペクトルの詳細な測定を行った。各結果の比較から、 $\text{TiO}_2/\text{La}_2\text{CuO}_4$ ヘテロ接合では、光照射によって TiO_2 層に生じたホールが La_2CuO_4 層へ移行することによって、 La_2CuO_4 層が10ピコ秒以下の寿命を持つ光誘起金属相に転移することを明らかにした。
- (6) ショットキー接合における抵抗スイッチ現象を材料横断的に調べ、高酸化数 B サイトとリーク気味の接合特性がスイッチ現象に不可欠なこと、界面数原子層の電子状態により特性が決まることを明らかにした。

また電界変調分光による電界誘起ドーピングの直接観察に成功した。さらに Fe_2O_3 、 CuO 、 CoOx 、 TiOx などの二元酸化物を金属で挟む素子のサイズ依存性の詳細を明らかにし、局所相変化との関連を明らかにした。単極性スイッチング高速化の手法を提案し、実際に 50 ns 以下の動作速度を実現した。

- (7) Keldysh 形式を非摂動領域へと発展させ、Wigner 空間へ非可換幾何学を導入することで非線形応答を議論できる枠組みを構築した。この仕事が予想以上に大掛かりなものとなったため、電場誘起抵抗変化のダイナミクスへの具体的応用は19年度に持ち越された。ブロッホ振動に関連した新効果を開拓するために、電場の非線形効果と散逸の両者を取り入れたゼナートン効果の計算を初めて行い、電子グリーン関数の電場依存性を明らかにした。これは光電子分光などの実験と直接比較可能な結果である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】

【テーマ題目2】 強相関有機材料の相制御に関する研究

【研究代表者】 長谷川 達生

(強相関有機エレクトロニクスチーム)

【研究担当者】 十倉 好紀、橋 浩昭、岡本 博、熊井 玲児、堀内 佐智雄、山田 寿一、高橋 幸裕、平岡 牧、松井 弘之、岩住 ひろ美 (常勤職員5名、他6名)

【研究内容】

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

① 有機強誘電体・スピン磁気誘電体などの強相関有機材料とその相制御技術・評価技術の開発、② 電荷移動型材料を用いた機能性界面形成と高性能有機トランジスタの開発、③ デバイス動作に立脚した強相関デバイス物理の確立、④ 有機強相関電子系的高速・巨大応答の解明と次世代光素子への応用。以下では、平成18年度の進捗状況について列挙する。

- (1) 種々の酸、塩基を水素結合で組み合わせる超分子化学的手法により同系物質の開発を進めた結果、新規有機強誘電体材料の創製に成功した。また新物質の強誘電性発現には、従来の分子変位型とは異なり、酸-塩

基分子間における協奏的な陽子 (H^+) 移動、すなわちプロトンダイナミクスが関与していることを見出した。さらに重水素化によりそのダイナミクスを最適化し、常温常圧で大きな自発分極を伴う強誘電性を実現することに成功した。

- (2) 多数の電荷移動錯体にショットキー界面を形成しその界面輸送特性を測定した結果、有機モット絶縁体のショットキー界面は整流作用を示さない一方で、スピギャップが形成されたパイエルス絶縁体では整流性を示すようになることが分かった。キャリア輸送機構に関する解析の結果、モット絶縁体のショットキー界面では、キャリアの集団運動によりウムクラブ散乱と後方散乱が均衡するため整流作用や両極性効果が生じることが明らかになった。これにより、モットトランジスタの設計においては、スピギャップの有無が重要であるとの指針が得られた。
- (3) 電荷移動界面ドーピング技術を様々な有機半導体薄膜に適用し、ドーピング量の精密な検討を行った。また有機金属電極の新規作製技術としてインクジェット印刷法を導入し、有機薄膜トランジスタのプロセス技術の多様化を進めた。さらにこれら界面制御技術を用いて拡張パイ電子系を有する TTF 系有機半導体材料を探索した結果、約 $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の高い移動度を示す単結晶トランジスタの開発に成功した。
- (4) オリゴチオフェンを用いた有機薄膜電界効果トランジスタが、 $0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える高い正孔移動度を有し、空气中で安定に動作することを明らかにした。また、分子間で水素結合相互作用を有するオリゴチオフェン誘導体の開発を行った。
- (5) 軌道放射光を X 線源とし、イメージングプレートと He 吹き付け型クライオスタットを用いた単結晶精密構造解析システムを構築し、試料の温度を 25 K から 400 K の間で制御しつつ、試料に高電圧を印加した状態での構造解析を行うことに成功した。この装置を用い、有機強誘電体単結晶のドメイン制御を行い、電子密度分布を含めた精密構造解析を行った。また、層状ペロブスカイトマンガン酸化物単結晶を用い、電荷・軌道整列状態における結晶構造解析を行い、電荷・軌道整列による格子変形が分極の起源であることを明らかにした。
- (6) 新規強誘電体、55DMBPY- H_2ia 、及び Phen- H_2xa ($x=c, b$) に関して、低温・電場下で、強誘電相におけるドメイン制御を行い、精密構造解析を行った。特に 55DMBPY- H_2ia では、電子密度分布解析によって強誘電相転移に伴うプロトン移動を明確に観測し、分極の起源を明らかにすることに成功した。
- (7) 電子格子相互作用が抑制された一次元モット絶縁体である有機電荷移動錯体 (BEDT-TTF) (F_2TCNQ) において、フェムト秒パルス光照射による絶縁体-金属転移の可能性を調べた。その結果、他の一次元モット

ト絶縁体とは対照的に、分子あたり1%以下の光子数の弱励起においても超高速金属化が可能であることが分かった。この結果から、電子格子相互作用の抑制が、弱励起での金属化に不可欠であることが結論された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

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

【テーマ題目3】 強相関スピントロニクスに関する研究

【研究代表者】 川崎 雅司（強相関超構造チーム）

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

【研究内容】

- (1) ペロブスカイト型マンガン酸化物 $Gd_{0.55}Sr_{0.45}MnO_3$ のフェムト秒時間分解カー回転の測定を行い、光励起後100フェムト秒以内に微視的な強磁性金属状態が生じ、500フェムト秒で巨視的な磁化の整列が起こることが明らかにした。
- (2) 強磁性体の磁化ダイナミクスを実時間・実空間で観測する装置の改良を進め、理論限界に近い空間分解能約200 nm と時間分解能約200フェムト秒の性能を達成した。この装置を用いて、強磁性体（希土類・遷移金属合金薄膜）に、磁場中でフェムト秒パルス光を照射した際に起こる磁化反転の挙動を観測することに成功した。
- (3) Ru ドープ Mn ペロブスカイト酸化物薄膜の磁性を詳細に調べ、エピタキシャル歪みによる単一イオン異方性が保持力増強の原因であると同定した。さらに、同材料を電極とする強相関スピントネル素子を作製し、従来素子に比べて約3倍の保磁力差増強に成功するとともに、TMR 比100%級の素子を再現性良く作製することに成功した。また、種々の寸法を持つランプエッジ型スピントネル素子の作製と特性評価を行い、TMR 比550%を実現するとともに、接合特性分布のばらつきの原因がランプ面の構造平坦性に起因することを見出した。
- (4) 電極磁化が反平行配置にある強相関スピントネル接合のパルス電流注入による磁化反転とその印加電流依存性を評価し、従来の金属電極素子よりも低電流密度で磁化反転する可能性を示した。

(5) 微小面積積層型トンネル接合作製技術の第一段階として、エッチング耐性を強化するための二層レジスト法を導入し、電子ビーム露光手法の高度化を進めることで、100 nm レベルの酸化物メサ構造の作製に成功した。

(6) Mn や Ru ペロブスカイト酸化物薄膜の表面清浄化手法を確立し、大気から導入した薄膜表面の磁区観察を可能にした。さらに、サブミクロンの磁区構造と、その磁壁に現れる特異な磁気構造を明らかにし、スピン注入デバイスの高性能化への指針を得た。

(7) Keldysh 形式を発展させることで、不純物散乱を取り込んだバンド交差付近の異常ホール効果への寄与を計算することに成功し、散乱の強さの関数として、スキュー散乱が支配的なスーパークリーン領域、内因性機構が支配的な通常金属に対応する領域、乱れが大きな金属からホッピング伝導領域、の3つが存在することを初めて明らかにした。この結果は、実験グループの結果と見事に対応した。X線の動的回折理論にベリ一位相のアイデアを導入し、原子スケールの結晶ひずみで、X線ビームがミクロンオーダーのシフトを起こすことを予言した。

(8) スパイラルスピン状態の集団励起モードの研究を行い、それらがどのように分極、磁化の揺らぎをもたらすか、誘電関数、反強磁性共鳴、中性子散乱などの実験でどのように観測にかかるかを明らかにした。集団励起モードを使った共鳴現象を用いた動的磁化反転現象を理論的に提案した。不整合周期のスピン構造のもとでのブロッホ状態を調べ、その周期が3-4格子程度であれば、 t_{2g} のバンドにおいて局在状態が発生することを見出した。さらにそこに不純物ポテンシャルを加えると、局在状態が非局在化するという特異な現象を見出した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光スピン制御、超高速スイッチング、界面エンジニアリング、スピントネル接合、原子層エピタキシー、異常ホール効果、ベリ一位相

⑩【次世代半導体研究センター】

(Advanced Semiconductor Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：廣瀬 全孝
副研究センター長：金山 敏彦、田中 哲弥
主幹研究員：樋口 哲也

所在地：つくば西7、西5D、西5E、つくば中央第4、つくば中央第2

人員：23名（19名）

経費：1,144,343千円（222,021千円）

概 要：

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

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

本研究センターは、45 nm 以細の技術世代に向けて、半導体集積回路の極限的な微細化を追求する道筋を実証的に示すことを目的として、最先端半導体技術の研究開発を産業界・大学の研究者と協力して展開している。技術研究組合 超先端電子技術開発機構 (ASET) を通じて参画する民間企業からのメンバー及び大学からの参加メンバーと一体となって、半導体 MIRAI プロジェクトを推進することを始めとして、株式会社半導体先端テクノロジーズ (Selete) 他企業を含む産学官の研究者・技術者と幅広い連携を行い、これによって半導体基盤技術の最先端研究開発拠点としての機能を果たしている。そのために、半導体技術の将来動向を踏まえて、重点的に推進すべき研究開発課題を選択し、これを科学的に解決する技術体系を構築し、我が国の半導体産業の持続的発展をもたらす基盤技術の強化を図っている。また、研究開発成果がタイムリーに産業界において実用化されるように、技術移転などに責任を持った研究マネジメントを行っている。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム「次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト 次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム「極端紫外線 (EUV) 露光システムの基盤技術開発」

標準研究基盤「高精細画像の可逆圧縮と保存、通信の標準化」

発表：誌上発表79件、口頭発表96件、その他14件

新構造トランジスタ及び計測解析技術グループ

(New Transistor Structures and Measurement/ Characterization Technology Group)

研究グループ長：高木 信一

(つくば西7、つくば中央第4、つくば中央第2)

概 要：

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

特に、ひずみ Si や SiGe または Ge などの高移動度材料及びそれらとマルチゲート構造を融合した CMOS 技術の開発を行っている。n チャネルと p チャネルのそれぞれに最適化した材料を用い、駆動電流を向上させると同時に、マルチゲートによる静電支配力強化により漏れ電流を低下させる。このためにこれまでに開発した SiGe 中の Ge 濃度を酸化濃縮する方法を進展させ、ひずみ Si や Ge を所定の場所に形成する技術、及び SGOI (SiGe on Insulator) や GOI (Ge on Insulator) などの新チャネル材料用高品質基板を開発する。さらに、立体構造トランジスタの寸法や形状、応力分布や不純物分布を、走査プローブを用いてナノレベルの高い空間分解能で計測する技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目 1

高誘電率材料ゲートスタック技術グループ

(Gate Stack Technology with High-k Materials Group)

研究グループ長：鳥海 明

(つくば西7、西5E、つくば中央第4、つくば中央第2)

概 要：

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

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

研究テーマ：テーマ題目 2

低誘電率材料配線モジュール技術グループ

(Interconnect Module Technology with Low-k Materials Group)

研究グループ長：吉川 公麿

(つくば西7、西5D、西5E、つくば中央第2)

概要：

集積回路の内部では、銅の配線が何層にも張り巡らされて、信号を伝達しているが、これを微細化すると、配線同士の距離が近くなるために、お互いの負荷が増えて、思うようにスピードが上がらず、かえって消費電力が増えてしまう。この状況を避けるには、配線を支える絶縁材料を誘電率の低いものに、つまり低誘電率 (Low-k) 材料に置きかえねばならない。そのためには、酸化シリコンなどに nm レベルの空孔を高い密度に導入した多孔質材料の採用が必要となるが、機械強度や加工プロセスへの耐久性が低下してしまうの

が課題である。当グループは、超低誘電率多孔質新材料の開発と同時に、多層配線モジュールを実現するために、ナノレベルの空孔構造や材料の化学組成や機械強度などの物性評価技術を開発している。

極端紫外線光電子分光技術グループ

(Extreme-Ultra-Violet Photoelectron Spectrometry Group)

研究グループ長：富江 敏尚

(つくば中央第2)

概要：

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

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

回路システム技術グループ

(New Circuits and System Technology Group)

研究グループ長：樋口 哲也

(つくば中央第2)

概要：

半導体集積回路を微細化し高集積化すると、どうしても信号の遅延や素子性能のばらつきが顕在化することが問題となっている。集積回路を作った後で、このようなばらつきの調整が可能となれば、極限まで性能を引き出すことができる。当グループでは、事後調整を許す回路構成技術と、このような調整を適応的に行う技術の開発を進めている。適応調整には、遺伝的アルゴリズムなどを使って、多くのパラメータを短時間で最適化する方法を用いる。デジタルシステムの内蔵では、それぞれの回路ブロックがクロック信号に従って同期をとりながらデータをやりとりし、複雑な情報処理を行っているが、もし、一つでも処理速度の遅いブロックがあると、そこでデータの流れが滞り、正常な動作ができなくなる。これを解決するために、信号の伝達時間を自由に遅らせることのできるプログラマブル遅延回路を導入し、自動的にタイミング調整する技術を開発した。この方法により、回路ブロックの

処理速度にばらつきがあっても、限界まで高速に動作させることや、低い消費電力で動作させることが可能になる。このような調整技術が、実用規模の LSI の性能向上に有効であることを実証することが、目標である。

また、遺伝的アルゴリズムを用いた調整技術の蓄積を活かし、LSI の微細パターンを形成するリソグラフィ工程で重大な問題となっている、リソグラフィーマスクの OPC (光近接効果補正) に用いる最適パターンの高速生成技術の研究を行っている。OPC 計算をフルチップに対して行うのではなく、各セルライブラリの外縁部だけに留め、最適な補正量を遺伝的アルゴリズムを用いて求める新しい方式を提案し、従来の OPC 計算に比べて大幅に短い計算時間で、光近接効果により発生する誤差を抑制できることを明らかにしている。

【テーマ題目1】 極限性能新構造トランジスタ基盤技術の研究開発

【研究代表者】 廣瀬 全孝 (研究センター長)

【研究担当者】 高木 信一、金山 敏彦、多田 哲也、
権太 聡、前田 辰郎、水野 智久、
Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、
田岡 紀之、他
(常勤職員6名、他14名)

【研究内容】

CMOS を構成する nMOS と pMOS それぞれに最適化した新材料を用いてトランジスタのキャリア伝導特性を向上する技術、及び、微細化に伴う短チャネル効果を抑え、低オフリーク電流を実現するゲート構造の提案・実証、及び上記各技術に関連した計測技術の開発を目的とした。

面内に二軸性引っ張りひずみを有する(100)SOI 基板に幅50 nm の Fin 形状を加工し、幅方向のみにひずみを緩和させて<110>方向に一軸性ひずみを持つトライゲート型 nMOSFET を作製した。<110>方向への一軸引っ張りひずみ印加により(110)面の電子移動度が向上することに基づき、このトランジスタが無ひずみのトライゲート型 nMOSFET に比べ2倍以上の電流駆動能力が得られることを実証した。この成果により、通常用いられている(100)基板上で、これまで報告してきている圧縮性一軸ひずみを有する SiGe-pMOSFET と、今回の引っ張り性一軸ひずみを有する Si-nMOSFET を用いて、同一のチャネル方向で極めて駆動力の高い CMOS が実現できる可能性を明らかにした。

Ge MISFET 技術を構築する上では、界面特性に優れたゲート絶縁膜形成技術の確立が、最も重要な課題の一つである。この目的のためには、Ge に対して低界面準位かつ安定な界面制御層の実現が必須である。今回、Ge を直接プラズマ窒化する方法により形成した Ge_3N_4

を界面制御層とし、その上に HfO_2 をスタックさせた構造を試作し、良好な MIS 特性の実現に成功した。この構造の MIS キャパシタにフォーミングガスアニールを施すことにより、最小値として、 $2 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ という Ge としては、極めて低い界面準位を実現した。

走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いてトランジスタ内部の不純物分布を計測するために、化学機械研磨により試料断面を STM 計測に必要な nm レベルに平坦化する手法を開発した。この断面試料表面上に薄い熱酸化膜を介して C_{60} を堆積し、その分子準位を走査共鳴トンネル法で検出することで、不純物分布の定量計測に成功した。また、共焦点顕微鏡を用いた紫外線 (波長364 nm) 励起ラマン散乱により、Si の応力分布計測において130 nm の空間分解能を達成した。さらに、ラマン散乱強度の偏光依存性を利用し、STI 構造の応力分布を、回折限界を超える精度で解析する技術を開発した。原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて立体構造の形状や側壁表面ラフネスを高精度に計測するために、探針を任意の角度に傾斜させる技術を開発した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ひずみトライゲート MOSFET、

Ge MIS トランジスタ、移動度、共焦点ラマン分光法、走査トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡

【テーマ題目2】 極限 EOT ゲートスタック基盤技術の研究開発

【研究代表者】 廣瀬 全孝 (研究センター長)

【研究担当者】 鳥海 明、太田 裕之、森田 行則、
右田 真司、堀川 剛、水林 亘、
王 文武、他 (常勤職員6名、他22名)

【研究内容】

高誘電率 (High-k) ゲート絶縁膜やメタルゲート電極材料の開発により、トランジスタのしきい値電圧を制御するとともに、高駆動力と低ゲートリーク電流を両立できる極限薄膜化ゲートスタック技術の開発を目的とした。このため、High-k 膜堆積前の Si 表面の原子レベル平坦化と High-k/Si 基板の間の界面層の高品質化を行った。

低 pH の $\text{HF}:\text{HCl}=1:20$ 溶液処理と 750°C での H_2 熱処理によって、原子オーダーで平坦な Si 表面を作製し、続いて H_2/N_2 熱処理 (950°C) を施すことによって極薄窒化膜を形成した。この下地基板上に原子層堆積法で HfAlO 膜 (2.4 nm) を成膜した後に、多結晶 Si ゲート電極の成膜と活性化熱処理 (950°C) によって MOS キャパシタを作製した。通常の HF 処理試料では約 0.6 nm の界面層成長が認められるのに対して、この窒化表面では約 0.2 nm と界面層成長を著しく抑制できた。また、ゲート絶縁膜の EOT (酸化膜等価換算膜厚) を 0.76 nm に、ゲート漏れ電流を -1V において $2.6 \times 10^{-2} \text{ A/cm}^2$ と極めて小さな値に低減できた。

HfAlON/SiON ゲートスタック構造において、非晶質 Si を成膜した後に熱処理を行うことで高温熱処理時の外部から High-k 膜への酸素拡散を抑制し、界面層増加を伴わない高品質化技術を開発した。熱処理温度が950-1,100 °Cの時、Si 層無しで熱処理した場合には EOT が約0.5 nm も増大したのに対して、Si 堆積後の熱処理ではわずかな増加に抑えられた。この時、熱処理温度の増加とともに、移動度は増大し、ゲート漏れ電流は減少する傾向を示した。これは、HfAlON 膜及び SiON 膜の膜質が高温処理によって改善されたためと考えられる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高誘電率ゲート絶縁膜、酸化膜等価換算膜厚、メタルゲート電極

⑪【デジタルものづくり研究センター】

(Digital Manufacturing Research Center)

(存続期間：2006. 4. 1～2011. 3. 31)

研究センター長：松木 則夫

副センター長：服部 光郎、花田 康行

所在地：つくば東

人員：17名 (16名)

経費：483,766千円 (132,002千円)

概要：

製造技術に関する知識の体系化と、情報技術を活用した製造現場におけるこれら知識の蓄積・利用技術の高度化の研究開発を行うことで、わが国の産業競争力の強化に資することが本研究センターの目指すところである。

製造技術に関する知識の担い手は製造現場の作業者である。その作業者の持つ技能と技術の高度化が、産業競争力の強化において最重要な要素の一つである。わが国の製造現場では、優秀な作業者の持つ暗黙的な知識と形式的な知識が相互補完的に働き、日々新たな製造技術の創出や高度化の原動力となっている。しかし、少子高齢化によって、この原動力が弱体化する懸念がある。そこで、高度だが未解明の(暗黙的な)知識を明らかにする技術、形式的ではあるが偏在していたり原理が理解されていない知識を活用する技術、この双方を、製造現場で使える形で提供することで作業者を支援し、高度な製造技術の維持・発展が可能となる技術を提供することが目標である。

このため、企業現場において、製造技術の計測・分析を実施し、製造現象の解明とともに、作業者の持つ暗黙的な知識と形式的な知識の構造の解明に取り組む。解明された知識の体系化を試み、その有効性を企業における利用(実験)により検証する。この手順を繰り返すことで製造技術の本質に迫ることが、本研究セン

ターの「ものづくりの科学」の方法である。また、それらを製造現場で生かすためには簡便性、効率性と安全性を兼ね備えた、高度な利用技術が不可欠である。このための情報技術の研究開発も並行して実施する。製造技術に関する知識の体系化に関する研究課題として「逆問題解法技術」を、新たな支援技術の確立を目指して「対話的支援技術」の研究開発を実施する。また、旧・ものづくり先端技術研究センターの成果の普及に努める。

逆問題解法技術の研究開発項目として平成18年度、鍛造、鋳造、めっき、熱処理などの基盤的な加工技術について、熟練技術者の持つ競争力のある暗黙的な知識を、事例に基づいて整理体系化することと、それらの蓄積・活用に関する利用技術の研究開発に着手した(中小企業基盤技術継承支援事業)。対話的支援技術の研究開発項目として平成18年度は、熱変形現象等を例題に、作業中にタイムリーに加工情報を提供する技術の研究開発を開始した。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「中小企業基盤技術継承支援事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発の成果普及に関する研究調査」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「中空軽量部品の革新的圧縮成形技術の研究開発」

経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業
「金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化」

経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業
「超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発」

経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業
「環境対応型非鉄金属鋳造技術に関する研究開発」

発表：誌上発表26件、口頭発表63件、その他15件

加工情報構造研究チーム

(Process Engineering Team)

研究チーム長：岡根 利光

(つくば東)

概要：

鋳造、熱処理、溶接、表面処理加工の各加工技術を対象に、加工評価実験・加工現象のモニタリング手法やシミュレータ開発を通して、加工メカニズムの解明

と高度化を進めている。また、IT を活用した技能継承技術の開発を目標に、ものづくり製造分野における熟練作業者の高いレベルの技能を分析・モデル化して表現する技術の開発を行っている。平成18年度には、鋳造・鍛造・めっき・熱処理の各加工法について技能を表現できる指標の検討を行い、技能継承を支援するツールの開発を進めた。さらに現在 IT を利用した中小企業への技術の普及・技術支援を目的に web で公開している加工技術データベースについても当チームの対象加工分野についてメンテナンスと拡充を進めた。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」、経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業「環境対応型非鉄金属鋳造技術に関する研究開発」

計測分析技術研究チーム

(Measurement and Analysis Team)

研究チーム長：石川 純

(つくば中央第3)

概要：

当チームは、熟練技能の継承支援を目的とした熟練技能者の計測分析技術の開発を目標とする。熟練技能者の計測分析は、技能者の判断や運動の計測分析といった人間工学的手法と、作業中のワークの振動や温度や完成品の精度といった物理的計測手法の両面から行い、両方を併せて技能の本質を追究する。また、技能計測は現場で行うことを基本とし、現場で用いることのできる計測装置開発を研究の一環として実施する。本年度は、技能者に対するインタビュー、作業の3次元ビデオ撮影による技能の分析、並びに技能者が行った平面仕上げの状態を計測するための液面基準平面度計の開発を実施した。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

システム技術研究チーム

(Systems Engineering Team)

研究チーム長：澤田 浩之

(つくば東)

概要：

中小企業の IT 化支援を目的として、コンピュータやプログラムの専門家ではない中小製造業の技術者が、自社の業務で利用するソフトウェアを自分で作れるようにするための研究開発を行っている。その一環として、プログラムのソースコードを書くことなく、あらかじめ用意されたソフトウェア部品（コンポーネント）を組み合わせることによって IT システムを構築するソフトウェア作成ツール MZ Platform を開発し、

産総研コンソーシアム「MZ プラットフォーム研究会」を通じて公開している。さらに、IT 知識を必要とせずに業務知識のみに基づいて社内システムを構築するためのシステム設計&構築技術の研究開発を行う。MZ Platform の成果普及活動として、平成18年度には2回のバージョンアップを行ったほか、各地の公設試験研究機関、商工会議所、産総研産学官連携部門等との協力により、各地における普及セミナーや講習会の開催、また、中小製造業への導入と業務アプリケーション開発を実施した。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

対話的支援技術研究チーム

(Interactive Support Technology Team)

研究チーム長：山内 真

(つくば東)

概要：

我が国の製造業では世界に誇れる品質の製品を数多く世に送り出しているが、その現場では熟練技術者の技能に頼っている部分が多い。しかるに熟練技術者の高齢化が進み、如何に熟練技術を継承するかが課題となっている。熟練技能を効率的に継承するためには、製造現場に情報技術を用いた支援を導入することが効果的と考えられる。そこで本研究チームでは、作業が必要とする情報を、作業中にタイムリーに提供する対話的な作業支援技術を研究開発する。具体的には熟加工技術を当面の例題として、作業が必要とする情報を得るための要素技術である形状計測技術及び熱変形のシミュレーション技術と、取得した情報を作業者に提示するためのヘッドマウントディスプレイを用いた複合現実感技術を研究開発するとともに、それらを統合したシステムを試作する。最終的には、試作システム製作、試用を通じた知見に基づいて、製造現場における対話的支援の有用性を検証することを目指す。

研究テーマ：対話的加工支援技術の研究開発（運営費交付金）

加工基盤技術研究チーム

(Machining Science Team)

研究チーム長：尾崎 浩一

(つくば東)

概要：

切削加工、研磨加工における加工現象の解明に基づく加工技術の高度化を目指す研究を推進するとともに、旧ものづくり先端技術センターで開発しインターネット上に公開している加工技術データベースを、他チームとの協力によりさらに発展させ普及する活動を実施する。加工研究においては、金型材料の切削加工にお

ける加工隅部の残留応力の計測、ドリル穴加工の裏バリ低減化手法の研究、昨今加工ニーズが上昇しているコパールの切削加工特性把握のための研究、また電解砥粒研磨技術の炭素鋼系材料への適用拡大のための研究を実施した。加工技術データベースの普及活動としては、各地の公設試験研究機関、商工会議所、産総研産学官連携推進部門等との協力により、日本各地で普及セミナーの開催や展示会出典を行い、ユーザーの拡大に努めた。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発の成果普及に関する研究調査」

加工応用技術研究チーム

(Applied Manufacturing Research Team)

研究チーム長：大橋 隆弘

(つくば東)

概要：

MT と IT の統合技術創成を目指して、両者を包含した製造技術及び情報技術の研究開発を行う。製造・情報技術の開発を行い、成果を加工技術データベースのコンテンツ及び検索などの新機能として公開する。上記に基づき、加工技能・知識の形式モデリング手法の開発を進める。加工条件／加工事例データベース、データベース活用機能、形式モデリング手法による加工技能・知識モデル化のそれぞれの機能を総合して加工技術データベースを構築し、企業との共同開発による実用性の実証・評価を行う。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成「中空軽量部品の革新的圧縮成形技術の研究開発」、経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業「金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化」、経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業「超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発」

連携推進統括チーム

(Industrial Collaboration Team)

研究チーム長：花田 康行

概要：

当チームは、中小企業庁、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、研究開発成果を利用する中小製造業者、外部有識者等と理化学研究所、産総研内、センター内の連携・調整を図り、プロジェクトの円滑な推進及び研究開発成果の普及の推進を図る。

特に、昨年度終了した「ものづくり IT 融合化推進技術」で開発された「加工技術データベース」、

「MZ プラットフォーム」の成果普及策の立案・推進支援と今年度スタートした「中小企業基盤技術継承支援事業」については、中小企業庁、NEDO との調整とともに、開発される「加工テンプレート及び支援システム」の成果普及策の立案・普及を図る。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発の成果普及に関する研究調査」

⑫【界面ナノアーキテクトニクス研究センター】

(Nanoarchitectonics Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：清水 敏美

副研究センター長：越崎 直人

所在地：つくば中央第5、つくば中央第4

人員：17名 (16名)

経費：184,459千円 (99,210千円)

概要：

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

1959年、ファインマンは、構成部品を原子サイズオーダーの精度で自在に操作・制御できれば革新的な材料やシステムが創製できると予言した。ナノテクノロジー・材料・製造分野の立場で論じれば、ナノメータスケール (1~10² nm) からマイクロメータスケール (>10³ nm) にわたるすべてのサイズ領域において階層的に構造を制御できれば、従来にない機能や物性を示す革新的な物質、材料群を基盤とした製造技術が生まれることを示唆している。実際、生体材料は階層構造をとり、微視的な構造制御のみならず、巨視的な構造制御を同時に果たし、高度な生命活動維持を果たしています。ナノテクノロジーはこのような科学技術の新しい分野融合領域を開拓し、産業技術の飛躍的革新を創造する共通基盤技術と言える。こうして、ナノテ

クノロジーの重要性が、第Ⅱ期科学技術基本計画（平成13年3月閣議決定）や「新産業創造戦略」（平成16年5月閣議決定）などにおいて、科学技術創造立国を実現する革新的技術の一つとして位置づけられた。

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

こうして、本研究センターでは、新規な「ナノ@マイクロ構造」の概念を実現させて初めて達成されるであろう、従来分析技術や計測技術の1000倍以上の超高感度化、超高密度化、あるいは（及び）超高効率化を目指している。

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

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

(1) ナノ@マイクロ構造づくりは、常温・大気圧といった穏和な条件下（マイルド）で行うことを目指す。

最小のエネルギー投入による創製を図る。

(2) ナノ@マイクロ構造づくりは、必要な微細資源を必要な時に必要な量だけ（オンデマンド）使用するものとする。トップダウン手法に比較して、いかなる副生成物や無駄を出さない技術開発を目指す。

(3) ナノ@マイクロ構造づくりは、その工程数が一段階（ワンステップ）で完結することを目指す。複雑でかつ工程数が多い手法はそれだけ資源の浪費と環境負荷につながることを強く念頭におく。

(4) ナノ@マイクロ構造づくりは、原子、分子を構成単位として、それを上位階層あるいは上位サイズへ組み立てていく（ボトムアップ）技術であることを目指す。最終生産物の構成要素は、原料に用いた全ての要素がその中に含まれることを原則とする。

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

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構

「超分子ナノチューブアーキテクニクスとナノバイオ応用」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「局所的触媒反応機構解明と長期的触媒特性改善のための研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

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

文部科学省科学研究費補助金

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

文部科学省科学研究費補助金

「全反射型チップ増強赤外分光法の確立」

文部科学省科学研究費補助金

(つくば中央第5)

「デンドロンの光除法による単一分子固定化法に基づく
バイオセンサーチップの開発」

概要:

クラスターやナノ微粒子の表面や界面の状態を制御し、これらを集めて機能的に配列させることにより、高密度界面ナノ構造 (High Interface Area Nanostructure: HIAN) を組み上げて、ナノチップとしての応用することを目指している。

サイズが精密に制御されたナノ粒子・クラスター・ナノポアといったナノ部品の調製技術、高密度に存在する界面の特性を利用した新しいエネルギー変換や情報変換の機能特性、高密度界面ナノ構造を基板として利用したナノチップ創製技術などの研究に取り組んでいる。

研究テーマ: テーマ題目 2

文部科学省科学研究費補助金

「ナノ領域熱起電力測定系の構築によるホウ素ナノベルトの電気伝導機構の解明」

文部科学省科学研究費補助金

「電流値変化によりターゲットを選択的に検出する単一分子センサの開発」

文部科学省科学研究費補助金

「自己組織化による高分子ナノ規則表面の創製」

高組織化分子ナノ構造チーム

(Highly Organized Molecular Nanostructure Team)

研究チーム長: 金里 雅敏

(つくば中央第4)

文部科学省科学研究費補助金

「固液界面の単一分子挙動解析のための超高感度・超解像振動分光法の確立」

発表: 誌上発表69件、口頭発表192件、その他20件

概要:

ボトムアップ型ナノテクノロジーにより分子スケールデバイスを構築するためには、刺激応答性や刺激に対する可逆性に優れた機能性分子の設計・合成を行うとともに、得られた機能性分子の配向・配列を制御しながら基板上あるいは電極表面へ固定化する技術が必要である。また、基板上あるいは電極表面上に固定化した分子の機能の検証も重要な研究課題である。当研究チームでは、外部刺激に対して構造や物性が大きく変化するゲート付ワイヤー分子、デンドリマー、金属錯体等の設計・合成を行うとともに、分子レベルでの運動及び物性の制御と単一分子としての機能発現を目的に、基板上あるいは電極表面上に自己組織化を利用して一定間隔で固定化するための技術開発を進めている。機能性分子が高度に組織化された構造 (Highly Organized Molecular Structure: HOMN) に基づいて発現する刺激応答性を情報として取り出すことにより、分子センサー等分子スケールデバイスの構築を目指している。

研究テーマ: テーマ題目 3

高軸比ナノ構造組織化チーム

(High-Axial-Ratio Nanostructure Fabrication Team)

研究チーム長: 清水 敏美

(つくば中央第5・つくば中央第4)

概要:

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

研究テーマ: テーマ題目 1

[テーマ題目 1] 高軸比ナノ構造の組織化とその超高感度解析手法に関する研究

[研究代表者] 清水 敏美

(高軸比ナノ構造組織チーム)

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

[研究内容]

情報通信、化学、材料等の革新的・基盤的技術開発として、ナノメーターオーダーのサイズにおいて機能を発

高密度界面ナノ構造チーム

(High Interface Area Nanostructure Team)

研究チーム長: 越崎 直人

現する原子・分子集合体を創製する。具体的には、自己集積性分子の高効率精密合成により、10~100 nm 幅、軸比が100以上の有機ナノチューブ、自己集合ナノファイバー等の材料創製とマイクロ空間中への固定化技術を構築する。さらに、未知の中空シリンダー空間での包接、分離、放出などの機能発現や DNA 分離用チャンネルなどのナノスペース材料の実現に資することを旨とする。平成18年度は、水中で自己集合によって形成するナノファイバーやナノチューブ構造など種々のナノ構造を分子篩として実装したキャピラリー電気泳動を行い、DNA 試料などの効率的分離に適した分子篩システムを開発することを旨とした。さらに、試料を有機ナノチューブ等に包接化する技術を利用した新たな生体高分子分離技術の可能性を検討した。その結果、DNA 試料をキャピラリー電気泳動により効率的に分離するためには、電荷をもたない自己集合ナノファイバーを分子篩として用いる必要があることがわかった。各種試料をナノチューブ中に包接化させるために供する3種類の有機ナノチューブの大量合成法を見いだした。さらに、内表面を蛍光ラベル化剤で標識した有機ナノチャンネルを調製し、その中空シリンダー内部に10nm スケールのゲストタンパク質が包接、流動する現象を実時間スケールで可視化することに成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

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

【テーマ題目2】 高密度界面ナノ構造の開発と機能化技術に関する研究

【研究代表者】 越崎 直人

(高密度界面ナノ構造チーム)

【研究担当者】 越崎 直人、川口 建二、佐々木 毅、小平 哲也、清水 禎樹、桐原 和大
(常勤職員6名)

【研究内容】

生体分子やガス状分子等の極微量分子の分析に利用可能な多機能複合ナノ粒子の調製法の開発を旨として研究を進めた。そのための要素技術として、マイクロプラズマ法では、パルス高周波印加による10 μm サイズ以下のマイクロプラズマ発生実現を旨とした。パルス高周波印加によりプラズマの低温化を実現し、吹き出し口付近でプラズマに触ることが可能なプラズマ発生に成功した。これにより、これまで不可能だったポリマーや紙などの上に貴金属や低融点物質のデポジションを直接行うことが可能となったが、10 μm サイズ以下のプラズマ発生実験までは至らなかった。一方、液相レーザーアブレーション法では、ターゲットや生成ナノ粒子回収法の最適化により、これまでの2倍以上の生成効率向上の実現を旨とした。レーザー照射条件の最適化により、これまでの4倍の生成効率の向上を実現し、金と酸化鉄からなる

多機能複合ナノ粒子の調製に成功した。またこれと関連して、高感度蛍光マーカー用シリコンナノ粒子の液相中合成実験を行い、10 nm 径のシリコンナノ粒子を水中で直接合成するとともに、SOG と呼ばれるケイ素系ポリマー溶液中でのシリコンナノ粒子合成により安定な蛍光発光が得られた。さらに同じ手法により、中性子捕捉療法用薬剤を旨としたホウ素系ナノ粒子の合成にも成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

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

【テーマ題目3】 高組織化分子ナノ構造の構築と組織化技術に関する研究

【研究代表者】 金里 雅敏

(高組織化分子ナノ構造チーム)

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

【研究内容】

ボトムアップ型ナノテクノロジーによる分子スケールデバイスの構築を目標に、刺激応答性を有する機能性分子を創製して、ナノスケールの間隙を有する電極間及び基板上への導入を図るとともに、電極間及び基板上における機能評価を行う。平成18年度は、刺激応答性分子を配置させたギャップサイズが2 nm のナノギャップ電極を用いて、核酸塩基誘導体の検出システムを開発する。さらに、SPM その場観察法の開発を行い、高配向グラファイト基板上に導入した刺激応答性分子の構造変化について検討した。その結果、核酸塩基誘導体検出システムの開発に向けて作製した、核酸塩基誘導体を捕捉する刺激応答性分子を、ギャップサイズが2 nm のナノギャップ電極間に導入することに成功するとともに、分子スケールデバイスへの適用において重要な導電性変化の再現性を確認することができた。また刺激応答性分子(ビピリジン誘導体)の高配向グラファイト上でのSTM観察により、分子固定化ユニットの分子鎖長効果と、金属イオンへの配位による構造変化を明らかにした。金属イオンとビピリジンユニットとの錯形成により、アルキル鎖長の偶奇効果が消滅することが明らかになったことから、基板上でセンサー分子間隔(ターゲット分子間距離)を系統的に制御できる可能性を見出すことができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

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

⑬ 【グリッド研究センター】

(Grid Technology Research Center)

(存続期間：2002. 1. 15～)

研究センター長：関口 智嗣
副研究センター長：伊藤 智
主幹研究員：田中 良夫

所在地：つくば中央第2、秋葉原サイト
人員：21名(20名)
経費：882,667千円(470,439千円)

概要：

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

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

内部競争的資金：

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

外部資金：

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

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

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

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

文部科学省 科学研究費補助金「グリッド評価システムの構築とその応用」

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 国

際共同研究助成事業「e インフラストラクチャ構築のための国際標準セキュリティポリシー策定事業」

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

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

経済産業省 環境省推進費「二酸化炭素収支のモデルによる予測のための情報基盤整備」

発表：誌上发表55件、口頭発表75件、その他8件

ビジネス応用チーム

(Grid Diversification Team)

研究チーム長：伊藤 智

(秋葉原サイト)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目8

地球観測グリッドチーム

(GEO Grid Team)

研究チーム長：土田 聡

(つくば中央第2)

概要：

本チームでは、GEO Grid の研究開発を進めている。GEO Grid とは、Global Earth Observation Grid (地球観測グリッド) の意味で、グリッド技術を用い、地球観測衛星データ等の大規模アーカイブ・高度処理を行い、さらに各種地上観測のデータベースや GIS (Geographic Information Systems: 地球情報システム) データと融合、ユーザが手軽に扱えることを目指したシステムである。

「全地球を対象とした大規模な衛星データに対応した高度処理技術」、「協力機関とのセキュアな相互運用性」、「多様なユーザに対するセキュリティの維持」を

可能とするシステムの開発の上で、「標準的な Web サービスのインターフェイス」を使用することで、ネットワーク上に分散する各種地球観測データの統融合利用の実用化研究を行っている。

研究テーマ：テーマ項目 5、テーマ項目 6

データグリッドチーム

(Data Grid Team)

研究チーム長：小島 功

(つくば中央第2)

概 要：

大規模観測装置、大規模科学技術計算、巨大データベースで取り扱うデータ量は近い将来ペタ (10¹⁵) バイト級に達し、かつ広域に分散していくことが予想される。本チームにおいては、こうした大規模データ処理を分散配置にて実現する方式の設計・開発、様々なデータベースを組み合わせて一つの高機能データベースとして提示する機能の設計・開発、そして、これらをユーザが利用しやすくするツール群の設計・開発を行っている。

研究テーマ：テーマ項目 3、テーマ項目 8

基盤ソフトチーム

(Grid Infracore Team)

研究チーム長：田中 良夫

(つくば中央第2)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ項目 1、テーマ項目 5、テーマ項目 7、テーマ項目 8

インターネットアーキテクチャチーム

(Internet Architecture Team)

研究チーム長：小林 克志

(秋葉原サイト)

概 要：

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

本チームでは、ネットワークアーキテクチャの視点から実証実装、実証基盤の展開を通じ、これらの課題

の解決を目指す。さらに関連技術の標準化に積極的に取り組み、研究成果の展開を加速する。

研究テーマ：テーマ項目 7、テーマ項目 8

クラスタ技術チーム

(Cluster Technology Team)

研究チーム長：工藤 知宏

(つくば中央第2)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ項目 2、テーマ項目 5、テーマ項目 7、テーマ項目 8

[テーマ項目 1] グリッドプログラミング環境に関する

研究開発 (運営費交付金、他省庁直接受託研究費、JST 戦略的創造研究推進事業、JST 戦略的国際科学技術協力推進事業、NEDO 産業技術研究助成事業、共同研究費)

[研究代表者] 関口 智嗣 (研究センター長)

[研究担当者] 田中 良夫 (常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

研究の目的・目標：

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

平成18年度計画：

平成17年度に開発したグリッド標準ミドルウェア Ninf-G Version 4の頑健化及び性能改善を行い、次の機能を取り入れた Ninf-G Version 5 (Ninf-G5)の開発に着手する。(1) サイトのソフトウェア設定、セキュリティポリシーに応じて計算プロセスの起動及びクライアントサーバ間の通信を行う、(2) アプリケーションの特性/要求に応じてクライアントサーバ間のプロトコルを変更する、(3) 障害時の復旧に対応すべく、クライアントの

チェックポイントを保持する機能を提供する。

平成18年度進捗：

これまで開発を行った Ninf-G Version 4 に対し、多様な OS 等の環境から遠隔手続き呼び出し機能を追加し、Ninf-G Version 4.2.0として公開した。(1) サイトのソフトウェア設定、セキュリティポリシーに応じて計算プロセスの起動及びクライアントサーバ間の通信を行う、(2) アプリケーションの特性/要求に応じてクライアント-サーバ間のプロトコルを変更する、(3) 障害時の復旧に対応すべく、クライアントのチェックポイントを保持する機能を提供する Ninf-G Version 5の開発を進め、予備の評価版を試作した。また GridRPC API の国際標準化に向けた最終段階として、GridRPCAPI に基づく参照実装の互換性を検証する仕様書を Open Grid Forum に提出した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】GridRPC、Ninf-G、グリッドミドルウェア

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

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）

【研究担当者】工藤 知宏（常勤職員3名）

【研究内容】

研究の目的・目標：

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

平成18年度計画：

グリッド環境向けの通信ライブラリである GridMPI V1.0の性能を向上させ、GridMPI V 2.0をリリースする。具体的にはチェックポイント機能等不足機能の追加、TCP 通信の最適化機構の GridMPI への統合などによる性能チューニング、サポートプラットフォーム計算機の追加、設計内容の仕様書化及びコードの整理等を行う。また10 GbE 対応の新しいエミュレータ装置 GtrcNET-10の基本設計をノウハウとして提供することにより、ハードウェア部の市販化を進めるとともに、当センターで開発した機能をまとめて FPGA 回路情報モジュールとして公開する。

平成18年度進捗：

GridMPI V1.0の性能を向上させ、GridMPI V2.0をリリースした。また GtrcNET-10の付加機能実装を行い、ライセンス供与によりハードウェア部の市販化を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】GridMPI、GtrcNET、PSPacer

【テーマ題目3】データグリッドに関する研究開発（運営費交付金、共同研究費）

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）

【研究担当者】小島 功（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

研究の目的・目標：

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

平成18年度計画：

Gfarm については、既存ソフトウェアによるデータ共有を可能とする改良を行うとともに、コールセンター応用を想定した DBMS との連携や、メタデータのキャッシングやデータサーバの DB 化による高速化、機能改良を行う。

OGSA のデータミドルウェアに対して、旧来の Web データベースをアクセスできる OGSA-WebDB について、その機能拡張を行う。セマンティック Web などで代表的なデータ構造である RDF と言語 SRARQL を支援するソフトウェア (OGSA-DAI-RDF) を開発し、その分散処理、グリッドにおけるリソース発見への応用研究を行う。

平成18年度進捗：

Gfarm-FUSE の開発により利用者空間での Gfarm ファイルシステムの構築と、FUSE による標準ファイルアクセスを可能とした。

OGSA-DAI ベースのミドルウェアとしては、導入が容易で、機能を拡張した WebDB の新版と、RDF データベースのためのプロトタイプソフトウェアを開発、公開し、併せてグリッドにおけるリソース発見応用のプロトタイプを開発した。

また OGF において、新たに RDF データベースの DAIS 規格を策定する活動を発足させている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】データグリッド、Gfarm、OGSA、データベース、RDF

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

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）

【研究担当者】伊藤 智（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

研究の目的・目標：

グリッド技術により初めて可能となるビジネス形態の創出や具体的なグリッドによるビジネスの雛形を立ち上げることを目標とする。具体的には、企業などの技術者を対象としてグリッドによる計算サービスを一元的に提供する GridASP の提案と、それを実現するためのソフトウェアを含めたフレームワークの確立を目指す。また、グリッド技術の社会への浸透を加速するため、普及活動を推進するとともに、新規ビジネスの可能性を追求する。
平成18年度計画：

グリッド技術を用いたアプリケーションサービス提供のフレームワークである GridASP を実現するソフトウェアの完成を目指す。具体的には計算資源を仮想化し、どのコンピュータでも実行可能とする機能、アプリケーションを他のコンピュータに自動的に導入する機能、計算処理の匿名性を実現する機能、ユーザの要請に対して適切な計算資源を選択するブローカ機能を実現し、GridASP Toolkit としてオープンソース公開を目指す。

GridWorld2006を開催し、多くのユーザ企業への啓蒙活動を行い、また一般参加者をグリッド協議会の活動に誘引し、ビジネスモデルに着目したワークショップやセミナーを開催し、新たなビジネスモデルの可能性を追求する。

またグリッド技術の普及促進のため、標準化調査研究委員会を立ち上げ、グリッドに関するガイドラインの作成を行う。

平成18年度進捗：

産総研が提案するアプリケーションサービス提供のフレームワークである GridASP を実現するため、計算資源の仮想化機能など基本的な機能を実現するソフトウェアを開発し、GridASP Toolkit として公開した。

GridWorld2006を開催し、約25社の展示と3,200名の参加を得、グリッド協議会では、定期的にワークショップ、セミナーを開催し、グリッド技術の普及をアピールした。

またセンター内に設置された企業からを含め9名の委員によるグリッドコンピューティング標準化調査研究委員会にて、グリッド技術に関するガイドラインを策定するにあたり、基本となるグリッド環境のモデル化と用語定義を実施した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ビジネスグリッド、GridASP

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

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）

【研究担当者】工藤 知宏（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

研究の目的・目標：

グリッド環境の資源の一つとして3,000プロセッサ規

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

平成18年度計画：

AIST スーパークラスタの利用を推進するとともに、つくば WAN や高機能研究開発用テストベッド・ネットワーク JGN2と接続を行い、国内外の組織と協力してグリッド実証実験環境を整備する。また大規模アプリケーションによる実証実験を行い、大規模クラスタの利用技術を確立するとともにその有効性を評価する。具体的には、大規模なグリッド環境での長時間計算を指向するとともに、大規模分子の励起状態の電子計算を目標とする。米国 TERAGRID の2拠点との連携計算で100日程度の長期安定計算を行う。

平成18年度進捗：

大規模クラスタ上での確立したフラグメント分子軌道法（FMO 法）による大規模分子の電子状態計算手法をグリッド化し、国際的なグリッド実験環境上で約70日間にわたる実証実験を行い、100日規模の長期間安定計算が可能であることを検証し、開発手法の有効性を実証した。またグリッドのユーティリティコンピューティングを実証するために計算サービス提供システムの一部をして供用した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】AIST スーパークラスタ

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

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）

【研究担当者】土田 聡、中村 良介（常勤職員4名）

【研究内容】

研究の目的・目標：

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

平成18年度計画：

地球観測衛星 Terra に搭載された経済産業省開発の高性能光学センサ（ASTER）から得られる衛星画像から、グリッド技術を用いて東アジア全域を対象としたデジタル高度モデル（DEM：Digital Elevation Model）をプロトシステムを構築する。

平成18年度進捗：

大規模地球観測衛星データのアーカイブ及びその処理を行うためのシステムを設計し、GEO Grid システムのプロトタイプ作成として提供した。衛星データ ASTER による DEM (数値標高モデル) の作成と広域 DEM モザイクの作成をした。GEO Grid 上で、ASTER データを保持する巨大アーカイブ (100TB) の構築と提供の実験を開始した。

東アジアを対象とした全域 DEM を作成するため、ASTER データによる DEM 作成ソフトウェア及び広域 DEM モザイク作成システムを開発した。ASTER データ精度を向上させるため高度な幾何・放射量・大気補正処理をする方法論とソフトウェアを開発した。DEM 及び補正画像も含め、多様な観測データを組み合わせることによって実現させる二酸化炭素収支モデルの構築や火砕流到達範囲のシミュレーションなどアプリケーションの構築を開始した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】GEO Grid、地球観測衛星データ

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

【研究代表者】関口 智嗣 (研究センター長)

【研究担当者】工藤 知宏 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

研究の目的・目標：

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

平成18年度計画：

ネットワーク資源と計算資源を協調して予約確保することで、効率的に遠隔地の計算機を複数同時に利用する技術を開発する。アプリケーションを用いて基本的な資源スケジュール機能の高度化を行い多対多連携の対応、標準化作業の開始、実ネットワークでの機能試験を実施する。

平成18年度進捗：

ネットワーク資源と計算資源のインタフェースの第一版を共同研究先と共同で策定し、これらの資源の事前同時予約システムを構築して、米国のプロジェクトとも協力し、日米間の実ネットワークと日米の計算機を複数同

時に利用する実証実験を行った。またネットワーク帯域を有効利用するための実ネットワークの性能解析を、欧州の機関と協力して行った。これらの技術を組み合わせることにより、国立的に遠隔地の計算機を複数同時に利用することができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】G-lambda, Grid Scheduler, Resource Management, Advance Reservation, GMPLS, lambda path

【テーマ題目8】サービス指向アーキテクチャの研究 (運営費交付金)

【研究代表者】関口 智嗣 (研究センター長)

【研究担当者】伊藤 智 (常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

研究の目的・目標：

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

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

平成18年度計画：

知識循環型サービス主導アーキテクチャ (AIST SOA) の構築に向けて、平成17年度に開発した基本設計に従って「知識循環のセマンティック」部分を支える「情報インフラ」技術の4つの WP (ワークパッケージ) 「仮想化 WP」「実行・監視 WP」「サービス管理 WP」「サービス DB WP」を設け、ソフトウェアの開発を行い、基本機能の作成と動作確認を実施する。

平成18年度進捗：

「情報インフラ」技術の4つの WP に関して、概念設計が終了し、外部企業との共同開発、ソフトウェア開発に着手した。またプロトタイプの完成を見て、仮想化資源に対して仮想クラスターを構築する技術を得ることができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

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

⑭【爆発安全研究センター】

(Research Center for Explosion Safety)

(存続期間：2002. 4. 15～2007. 3. 31)

研究センター長：藤原 修三
副研究センター長：飯田 光明

所在地：つくば中央第5、つくば西、北センター
人員：18名（17名）
経費：463,838千円（105,496千円）

概要：

爆発安全研究センターは、化学物質の燃焼・爆発の安全に係わる総合的な研究を実施し、公共の安全確保や産業保安技術の向上等に貢献することで、＜安心・安全で質の高い生活の実現＞に資することを基本ミッションとしている。

具体的には、

- ① 爆発現象及び関連する現象全般について、基礎から応用に至るまでの総合的な研究の実施（研究ポテンシャルの向上・維持）
- ② 国内外関連研究者（機関）とネットを構築し、燃焼・爆発安全に係わる情報並びに施設・設備の相互有効利用を図る（対外機関との協調）
- ③ 化学物質が関与する燃焼・爆発安全に係わる社会ニーズ、行政ニーズ、国際的ニーズ（標準化を含む）等に迅速かつ継続的に対応できる組織（機能的組織化）
- ④ 産総研中期計画・目標の達成

以上を主要ミッションとし、特に、行政対応、国際対応の課題に重点的に対処することで、産業や公共社会並びに国際通商等における安全確保に貢献する。センターで実施している研究は大別して以下の通りである。

- ① 燃焼・爆発安全に関する基礎・基盤研究
- ② 化学物質の燃焼・爆発の試験・計測方法等に係わる研究
- ③ 公共の安全確保や産業保安向上のために要請される行政ニーズ対応研究

外部資金：

経済産業省原子力安全・保安院 原子力発電施設等核物質防護対策「平成18年度原子力発電施設等核物質防護対策（衝撃試験・評価（Ⅲ）」

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費
「深部岩盤掘削時の高精度破壊制御技術に関する研究」

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費
「再処理工程に係るエネルギー物質の爆発安全性評価技術に関する研究」

文部科学省 科学技術総合研究委託 重要課題解決型研究等の推進

「テロ対策のための爆発物検出・処理統合システムの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「水素の安全化対策及び評価に関する革新的基盤研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「水素社会構築共通基盤整備事業／水素インフラ等に関する規制再点検及び標準化のための研究開発／水素安全利用技術の基盤研究」

独立行政法人日本学術振興会 外国人特別研究員事業
科学研究費補助金・特別研究員奨励費
「水添加による水素の燃焼・爆発反応の抑制効果」

その他（公益法人経由）

「イオン交換樹脂の火災・爆発安全性に関する比較論的研究」

発表：誌上发表46件、口頭発表101件、その他5件

爆発衝撃研究チーム

(Explosion and Shock Waves Team)

研究チーム長：中山 良男

(つくば中央第5)

概要：

固体及び液体などの凝縮系媒体の爆発及び同媒体中の衝撃現象を主な研究対象として、高速時間分解計測による爆発現象や起爆機構の研究、高エネルギー物質の爆発安全に関する研究、新型火薬庫の開発、爆風などによる爆発影響を低減化する技術開発、数値計算コードによる実規模での爆発影響予測技術の検討等の安全研究を行っている。さらに、行政的国際的ニーズに対応するために、野外での大規模爆発実験も実施している。

研究テーマ：テーマ題目1

高エネルギー物質研究チーム

(Energetic Materials Research Team)

研究グループ長：松永 猛裕

(つくば中央第5、北センター)

概要：

当チームは、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的にしている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は大きく分けて5つあり、①化学物質の爆発性を理論的及び実験的に予測する手法の開発、②爆発事故が多発している煙火組成物の危険

性評価及び安全化に関する研究、③硝酸エステル其自然発火や遺棄化学兵器などで問題となっている火薬類の劣化に関する研究、④排出・処理時の技術基準がない発火・爆発性化学廃棄物の安全処理に関する研究、及び、⑤次世代ロケット推進薬原料などの新規高エネルギー物質の探索研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2

気相爆発研究チーム

(Gas Phase Explosion Team)

研究グループ長：堀口 貞茲

(つくば中央第5、つくば西)

概要：

高圧ガスや粉じんの爆発防止は、化学やエレクトロニクスなどの製造産業における安全を確保する上で重要な課題のひとつである。このような高圧ガスや粉じんの高速爆発現象の解析及び被害の予測などの研究を進めている。化学的な燃焼反応の基礎的な解析から大規模な野外実験によるガスの着火爆発現象の解析まで巾広く研究を行っている。特に、クリーンで効率の高い新エネルギーとして期待される水素及び DME (ジメチルエーテル) の本格的な導入に対応するための安全性に関する研究や酸素などの反応性の高いガスの安全技術に関する研究と取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目3

爆発利用環境安全研究チーム

(Application and Environmental Protection Team)

研究グループ長：緒方 雄二

(つくば西)

概要：

瞬時に大量のエネルギーを発生させる火薬類を安全にかつ有効に利用するには、制御技術の確立と環境影響評価が重要になる。火薬類の有効利用技術として、岩盤掘削の高精度破壊制御技術に関する研究、発破解体時の環境計測技術の研究、砂漠緑化等の環境修復技術の研究開発、水素の安全利用技術に関する研究、テロ対策技術に関する研究を実施している。また、爆発災害事故を未然に防ぐために爆発災害事例に関するデータベースの開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目4

高密度エネルギー研究チーム

(High Energy Density Team)

研究チーム長：角舘 洋三

(つくば中央第5、北センター)

概要：

爆薬などの爆発、大電流の放電などで創り出される超高温・超高圧などの極限的な状態は高密度エネルギー状態と呼ばれ、常温常圧とは非常に異なった様相を

呈する。本チームでは、安全の観点から高密度エネルギー状態の創生とその制御、さらにその状態下におかれた物質の挙動の計測、解析を行うことによって、爆発現象の計測・評価、解明、制御を目指す研究を行っている。また、高密度エネルギー状態の特徴を活かし、それを材料開発、エネルギー利用などに応用する技術の開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目5

[テーマ題名1] 爆発影響評価システムに関する研究 (運営費交付金、外部資金)

[研究代表者] 中山 良男 (爆発衝撃研究チーム)

[研究担当者] 中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、黒田 英司、石川 弘毅、保前 友高
(常勤職員3名、他3名)

[研究内容]

火薬類の保安技術関連では、社会情勢の変化に伴う取り扱い上の問題点について基礎的資料を収集し、これまでの実験結果から生じた問題点を解決して科学的合理性のある保安基準の整備、拡張を図ることを目的に火薬類保安技術実験 (爆発影響低減化実験、保安設備強度等評価実験) を行った。爆発影響低減化に関しては、1. 隔壁を有する模擬火薬庫殉爆実験 (エマルジョン爆薬80 kg +80 kg を使用して隔壁の強度、構造等について実験を行った。)、2. エマルジョン爆薬のギャップ試験 (40 kg +40 kg を使用してモルタル板で挟まれた砂を緩衝材の厚さを変化させて、爆不爆の限界厚さを評価した。)、3. 基準爆薬の爆風圧に関する実験 (TNT80 kg の地表爆発) を行った。保安設備強度等評価実験に関しては、1. 実大規模での従来型の防爆壁のほか、高耐力防爆壁、ブロック造防爆壁、補強技術検討防爆壁を用いて、煙火薬が爆発した場合の防爆壁の構造、性能評価、2. 地表面で煙火薬、及び基準爆薬が爆発した場合の爆発影響評価に関するデータを収集した。

原子力施設に係わるエネルギー発生源の爆発影響評価システムに関する研究では、1. エネルギー発生源の評価システムの開発と2. 熱流体-構造物相互作用の評価システムの開発を行った。1. については、リン酸トリブチル/発煙硝酸混合物の低衝撃圧起爆時の反応過程を詳細に検討する目的で、2種類の試料容器 (ガラス管、塩ビ管) を用いて、試料中を伝播する波面速度を電氣的に計測した。また、熱化学的劣化した混合物の爆発性を検討した。2. については、再処理プラントを模擬した爆発室を製作し、その内部で薬量1 g 程度の高性能爆薬または黒色火薬を爆発させ、構造物内部の爆風伝播を計測した。

テロ対策のための爆発物検出・処理統合システムの開発/爆発物の処理容器の開発では、緩衝材による爆発影響の低減化に関する基礎的なデータ収集を行った。使用した緩衝材は、1. ゲル化水、ゲル化水に発泡スチロール微少球、砂の場合、2. ハニカム構造体について検討した。

1. については、緩衝材の種類により減衰効果が異なることが明らかになり、爆風圧を効果的に低減化しうる最適密度が存在することが分かった。2. については、圧縮強度の異なるハニカム板のペントライト爆薬による爆破試験を行い、ハニカム材の凹み量、爆薬とハニカム材の距離（スタンドオフ）に関する基礎的なデータを収集した。

水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発／水素安全利用技術の基盤研究では、1. 火炎伝播計測手法の高度化、2. 火炎伝播に及ぼす着火エネルギーや着火源の数・種類に影響する基礎的なデータ収集を行った。1. については、一般的なガラス製光ファイバーと高速応答性を持つ赤外線検出器を組み合わせたセンサーを開発し、その妥当性を検証した。2. については、小型爆燃容器を使用して、電気火花エネルギー、容器包囲体、火花着火の位置（中心、底面）、加熱細線による着火について検討し、基礎的なデータを収集した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 火薬類、エマルジョン爆薬、リン酸トリブチル、水素、ジメチルエーテル、可燃性混合気、火薬庫、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃、爆発、衝撃、衝撃波、爆風圧、ギャップ試験、殉爆、衝撃起爆感度、野外実験、安全性評価、火炎伝播、スケール効果、可視化、テロ対策、行政ニーズ、国際化

【テーマ題目2】 爆発現象の化学的解明に関する研究
（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 松永 猛裕
（高エネルギー物質研究チーム）

【研究担当者】 松永 猛裕、飯田 光明、秋吉 美也子、岡田 賢（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究は、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的としている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は以下の通りである。

① 化学物質の爆発性予測

化学物質の分子構造から発火・爆発性を予測する手法を確立する。特に、今年度は、住友化学工業株式会社との共同研究において、プラントなど化学物質を実際に取り扱う現場で、発火・爆発性が懸念される反応工程の危険性を推定することを目的として、計算機化学手法とニューラルネットワークを組み合わせた方法でその危険性の予測を行った。また、爆薬の新しい製造形態として注目されている硝酸アンモニウム系爆薬中間体の爆発性・輸送時の安全性を評価する手法について検討している。

② 煙火組成物の危険性評価及び安全化に関する研究

爆発事故の多い煙火組成物について危険性を明らかにし、また、安全化への技術開発を行っている。今年度は実際に起こった事故の再発防止のために、代表的な組成物について、発火・爆発危険性を評価した。さらに、規制緩和の要望があった手筒花火について安全性評価を詳細に行った。

③ 火薬類の劣化に関する研究

硝酸エステルの自然発火や遺棄化学兵器などで問題となっている劣化について、劣化物の同定、危険性評価、劣化度の判定手法の開発を行うことを目標としている。今年度は過酸化水素と金属イオンとの暴走反応を詳細に検討した。

④ 化学系廃棄物の安全処理に関する研究

化学系の廃棄物について、その発火・爆発危険性を調べる評価法、混合危険性評価、事故事例の収集を行うことを目的としている。今年度は、爆発物専用の処理炉を開発し、基礎実験を行った。また、これまでに集積した情報を整理し、インターネット上に公開した。

⑤ 新規高エネルギー物質の探索

新規高エネルギー物質の物性予測法として、分子軌道計算とニューラルネットワークとを組み合わせた手法を検討している。これまでのところ、爆発熱及び爆轟速度については良好な予測が可能である。しかし、融点や密度についてはさらに予測法を検討する必要があることが分かった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 爆発、煙火、危険性予測、安全

【テーマ題目3】 新規エネルギー用ガスの実用化における安全性に関する研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 堀口 貞茲（気相爆発研究チーム）

【研究担当者】 堀口 貞茲、椎名 拓海、茂木 俊夫、荷福 正治、西田 啓之、今村 友彦、相川 勇、江渕 輝雄、羽鳥 真紀子（常勤職員3名、他6名）

【研究内容】

燃料電池自動車の本格的な普及のために燃料に使われる高圧水素ガスの安全利用技術の確立が急務となっている。そこで、水素供給スタンド及び水素の輸送における高圧水素ガスの安全性に関するデータの収集整備を行った。圧力20～40 MPa の高圧水素が直径0.1～2 mm の開口部から漏洩した場合の水素の拡散濃度分布と噴流の速度分布をシミュレーションソフト **Fluent** を用いて計算した。拡散濃度分布に関しては、前年度に水素を用いた風洞内拡散実験で得られた結果とほぼ一致し、計算手法の正しいことが確認された。噴流の速度分布に関しては、漏洩開口部直径が0.8 mm、水素圧40 MPa、大気風速0.5 m/s で風下側に流出した場合、開口部から水平

距離1 m の地点では中心軸における速度が40 m/s を超えるが、2 m の地点では約20 m/s に低下する。また、このとき中心軸から15 cm 程度外れると流速は数 m/s になることも分かった。引き続き、風洞実験を行い、流速分布の計算精度を向上させるためのデータを取得する予定である。

高圧水素ガスが漏洩した場合、上記のように噴流となって流出する。水素が着火を起こす下限界濃度は4 vol% といわれているが、このような噴流の場合に着火を起こす下限界濃度がどの程度になるのかは、高圧水素の漏洩時の着火危険性を考える上で重要である。そこで、一定濃度に混合した水素/空気混合ガスをダクト内に流しながら放電を行って流速と着火性との関係を実験的に求めた。その結果、静止混合ガス中の上方伝播火炎に対する爆発下限界濃度は、文献値の通り4.1 vol%であるが、上方に流速0.8 m/s で流れる混合ガスの下限界濃度は4.6~4.75 vol% となって若干であるが静止ガス系よりも爆発範囲が狭くなった。次に、下方伝播火炎に対しては、静止ガス系では下限界が8.7 vol% であるのに対して、上方に0.8 m/s の流速で流れる混合ガス系では6.5~6.75 vol% となり、上方伝播火炎の場合とは逆に爆発範囲は広がった。火炎は浮力を伴うために上方に伝播しやすく、低濃度でも火炎が広がるが、低濃度であるために火炎温度は低く、混合ガスの流れによる冷却効果が影響するために爆発範囲は狭くなると考えられる。一方、下方に伝播する火炎の場合は濃度が高く火炎温度が高いため、混合ガスの流れによる冷却効果よりも火炎面の乱れによる燃焼の拡大の効果が強くなり、爆発範囲が広がったと考えられる。今後は、さらに流速の大きな流れの中での着火性について実験的に検討を行う。

液化石油ガス (LPG) の代替燃料やディーゼル燃料として実用化が進められているジメチルエーテル (DME) の安全性に関しては、ガス系消火剤の消火性能を明らかにする実験を行った。DME は LPG と沸点等の物理的性質は類似しているものの、エーテル化合物であるため反応性に富み、燃焼性は LPG と異なることがこれまでの研究により明らかにされた。しかしながら、DME の火炎に対して消火剤による消火特性に関してはデータがなく、安全対策の点で知っておく必要があり、本研究においてガス系消火剤である窒素、二酸化炭素及びアルゴンについて消炎濃度の測定を行った。実験は、液体燃料の消炎濃度の測定に使われているカップバーナー法に準拠して直径30 mm のガラス製バーナーを用いて行った。使用した装置の信頼性を確認するために過去に測定例のある水素、メタン及びプロパンの火炎について窒素及び二酸化炭素の消炎濃度を測定し、ほぼ一致する結果が得られた。DME に関しては、窒素の消炎濃度は33 %、二酸化炭素では25 %、アルゴンでは44 %であった。一般に、消炎濃度は消火剤の比熱が大きなものほど低下するが、DME の場合も、二酸化炭素<窒素<ア

ルゴンの順に大きくなった。また、二酸化炭素の場合の25 %という値は、メタンの16 %、プロパンの22 %と比較して高く、消火がそれだけ困難であることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】安全、爆発、火災、着火、燃焼、水素、DME

【テーマ題目4】爆発安全利環境用技術に関する研究

【研究代表者】緒方 雄二

(爆発利用環境安全研究チーム)

【研究担当者】緒方 雄二、和田 有司、久保田 士郎、佐分利 禎、加藤 勝美、S.M.ガンダ、阿部 祥子、尾和 香吏

(常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

瞬時に大量のエネルギーを発生させる火薬類は、反応性エネルギー物質として利用されているが、制御技術の問題と反応時に発生する衝撃・振動等から十分に利用されていないのが現状である。このため、本研究では火薬類を安全にかつ有効に利用するには、制御技術の確立と環境影響評価が重要である。火薬類の環境低負荷利用技術に関する研究として、岩盤掘削の高精度破壊制御技術に関する研究、発破解体時の環境計測技術の研究、砂漠緑化等の環境修復技術の研究開発、水素の安全利用技術に関する研究、テロ対策技術に関する研究を実施した。また、爆発災害事故を未然に防ぐために爆発災害事例に関するデータベースの開発を行った。

環境低負荷爆発利用技術に関する研究では、高精度発破制御技術の開発として掘削岩石の動的破壊特性に関して、岩石の引張強度がひずみ速度の1/3乗に比例して増加することを確認した。また、内部に発生した微小亀裂を X 線 CT スキャンで観察し、石英と長石の間に発生することを確認した。水素安全利用技術に関する研究では、爆轟管を用いた実験から水素濃度と管径による DDT 試験を実施し、流速等の条件により爆轟状態に至ることを明らかにした。テロ対策に関する研究では、爆発物を安全に処理するために必要な爆発物処理容器のプロトタイプを開発し、爆発実験から基本データを取得した。

環境修復技術に関する研究では、石灰石鉱山等の緑化技術への火薬類の適用について検討した。また、硝安系爆薬の爆轟条件について活性炭等の混入の影響を明らかにした。

災害事例データベースに関する研究では、昨年度の引き続きリレーショナル化学災害データベース (RISCAD) 及び災害事例データベース (RIO-DB) に発生した災害事例をデータベースに逐次追加及び英訳化を行った。また、海外研究集会等でもデータベースの紹介を活発的に行った。

[分 野 名] 環境・エネルギー

[キーワード] 火薬類、水素安全利用、安全発破、環境低負荷技術、環境修復技術、テロ対策・データベース、化学災害

[テーマ題目5] 高密度エネルギー状態の創生・評価及び利用に関する研究（運営費交付金、外部資金）

[研究代表者] 角 館 洋三
(高密度エネルギー研究チーム)

[研究担当者] 角 館 洋三、薄 葉 州、若 槻 雅男、
金 東 俊、Martin Castillo
(常勤職員2名、他3名)

[研究内容]

(1) 爆発現象等の評価・解明・制御に関する研究

高温、高圧、高流速下でのメタン-酸素系の燃焼挙動に関する研究を前年度に引き続き行い、メタン-酸素系に水蒸気を導入するための装置改造と、ガス流通時の条件設定、計測に対応するための制御シーケンスの改良等を行った。ガス流通条件下での燃焼・爆発特性の圧力、流通速度、組成依存性に関するマッピングデータの取得、ガス温度を最大200℃まで上げたときのガス停留下での燃焼・爆発特性の圧力、組成依存性を示すマッピングデータの取得、及びシミュレーション計算に影響を与える燃焼・爆発反応時に生成する遊離炭素の解析等を行った。合成ガス製造プラントにおけるシミュレーション技術の構築に利用するため、これらの実験データとシミュレーション計算結果との比較を行い、問題点等を検討した。

また、酸化エチレンガスを使用している滅菌器の爆発安全性を調べるため、酸化エチレンガス-空気系の燃焼・爆発実験を行った。密閉容器中での火炎伝搬速度、発生圧力の組成依存性等の基本的燃焼特性を把握するとともに、その結果をもとに発生圧力が最大となる実験条件を求めて、滅菌器実機等を使用した爆発安全性を確かめる燃焼・爆発試験を行い、ガス充填容器の耐圧性能を調べた。

(2) 高密度エネルギー状態の利用技術に関する研究

ナノメータ・テクスチャリング用研磨剤などの工業材料として有望な爆薬の爆発で生成する爆ごうダイヤモンドの高効率・低コスト合成技術の開発を行うため、従来廃棄されていた不要爆薬を原料とし、温度差法により良質の成形体を得る方法を開発した。

また高圧を利用することによる農薬等を使用しない消毒法の開発を目指し、種籾を対象として加圧・減圧条件と殺菌率、発芽率との関係を調べ、種籾の発芽率約90%、病原菌の殺菌率99%以上となる再現性の良い条件を見出すことができた。

[分 野 名] 環境・エネルギー

[キーワード] 爆薬、爆発、可燃性ガス、燃焼、高密度エネルギー、高圧、爆ごうダイヤモンド

⑮【糖鎖医工学研究センター】

(Research Center for Medical Glycoscience)

(存続期間：2006.12.1～2012.3.31)

研究センター長：成松 久

副研究センター長：平林 淳

所在地：つくば中央第2、つくば中央第6

人 員：16名 (15名)

経 費：188,950千円 (57,277千円)

概 要：

「研究目的」

糖鎖遺伝子の網羅的発見、糖鎖合成技術、糖鎖構造解析技術の3題基盤技術を開発してきたが、糖鎖科学の基礎から応用に至るまでの幅広い分野において、さらなる基礎的発見・発明を積み重ねるとともに、それを産業化へ応用する努力を行い、世界的な糖鎖科学研究中枢としての基盤をさらに強固なものとする。

ポストゲノム研究としてプロテオーム研究が隆盛を極める中、タンパク質機能の発揮には翻訳後修飾が重要であることに多くの研究者が気づき始めた。タンパク質は、リン酸化、メチル化、硫酸化、糖鎖付加などの翻訳後修飾を受けて初めて成熟した機能を持つようになる。その中でも最も複雑な過程が糖鎖修飾である。ゲノム配列が解明され、生命の神秘に迫ったとされたが、かえって新たな謎の存在をクローズアップさせることになった。それが糖鎖である。生体内の多くのタンパク質は糖鎖修飾を受けているが、糖鎖はタンパク質の機能を制御する重要な要素である。生体内で働いているタンパク質の機能を解明し、利用するため、糖鎖とタンパク質を一体として解析する「グライコプロテオーム」の概念を基本として研究全体を推進する。

糖鎖科学は、ポストゲノム研究において我が国が優位に立っている数少ない分野の一つであることから、当研究センターはこれまでの糖鎖研究資産を生かして、産業化に繋がる糖鎖医工学研究を実施することで、国際的な糖鎖研究のネットワークにおける中核的拠点として研究開発の推進に貢献することを目指している。

「研究手段」

既に終了した NEDO 糖鎖関連遺伝子ライブラリー構築プロジェクト (以下 GG プロジェクト) 及び糖鎖エンジニアリングプロジェクト (以下 SG プロジェクト) において中核的研究機関としての役割を果たし、外部からも高く評価される実績を上げてきた。これらの基盤技術を応用面で活用するため、新規に糖鎖機能活用プロジェクト (以下 MG プロジェクト) (平成18

年度～22年度)を開始し、それに伴い、研究センターの組織構成の改革を行った。産総研の第2期中期目標の中では、ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発における貢献を目指している。具体的な研究課題は以下に掲げる。

「生体反応の分子メカニズムの解明によるバイオマーカーの探索と同定」と題して、MG プロジェクトの中心課題として、糖鎖関連の主要な疾患である癌、免疫、再生医療、感染症、生殖医療の5つを中心に、産業上有用なバイオマーカーの発見を目指して以下の研究を推進している。

- 1) 癌の悪性度の指標となる糖鎖構造及びその糖鎖の担体となる糖タンパク質を探索し同定する。糖鎖構造、糖タンパク質を鋭敏に検出する技術を開発し、癌の早期診断、癌の治療方針を可能にする技術を開発している。
- 2) 免疫異常の原因となる糖鎖構造、糖タンパク質を探索し同定する。特に IgA 腎症は全腎臓病の約半数を占める患者数の多い重篤な疾患であるが、糖鎖不全との関係が示唆されている。病気の原因究明、診断法の確立、有効な治療法を開発を目指している。
- 3) 再生医療では、幹細胞に特異的な糖鎖構造を探索し同定する。血液幹細胞、神経幹細胞、間葉系幹細胞などを対象とする。
- 4) 感染症では、病原微生物の結合する糖鎖構造及びその担体となる糖タンパク質・糖脂質を探索し同定する。この結合を阻害する活性などを指標に、将来的には、阻害剤の候補化合物や抗体の開発が期待される。
- 5) 生殖医療では、精子、卵子の成熟に糖鎖が関与していると考えられ、糖鎖機能不全により不妊が起きると推測している。その原因究明、バイオマーカーの発見、最終的には不妊診断、治療への道をつける。上記の疾患別研究開発を推進するために必要な技術開発項目を以下に掲げる。
 - 1) 産業上有用な機能を有する糖鎖を生体試料から高効率に分画、同定する技術を確立し、糖鎖マーカーを開発している。
 - 2) これに付随して糖鎖マーカーの精製や診断用糖鎖構造解析等に供される新たな装置を開発している。
 - 3) 疾患の進行に伴い構造変化する糖鎖マーカーは生体内の重要な機能と結びついている可能性が高いため、発見された糖鎖マーカーの生物学的機能を解析することは、疾患の治療手段の開発に繋がる。
 - 4) 質量分析計、レクチンアレイによる構造解析技術の改良に加え、より鋭敏で簡便な基盤技術を開発している。
 - 5) 糖鎖合成技術について、微生物の糖鎖合成機能を再開発している。酵母をヒト型糖鎖合成のためのツ

ールとする。

6) 糖鎖研究のためのデータベース開発は、最重要課題である。糖鎖構造、MS データ、レクチン結合データ、糖鎖合成データなどの糖鎖データベース化を進めている。

「方法論等」

研究センター内での全チームの共同体制を最重要視している。チーム間の壁がほとんどない「研究センター全体が一つのチーム」体制により、一丸となって研究を推進している。

本研究センターの特徴として、連携戦略班を設置した。本格研究を推進するためには、今まで蓄えた知財・リソース(遺伝子、細胞、モデル動物、解析装置、データベース等)は既に膨大な存在となっており、それを無駄なく有効に活用する新たな仕組みが必要であり、プロジェクトを推進すると同時に、成果普及を別のマネジメントで行っている。また、良好な研究環境を構築するためにリスク管理は重要であり、安全講習として、RI 実験実施要領、ヒト由来試料実験倫理、医工学応用実験倫理、動物実験実施要領、組み換え DNA 実験取り扱い要領、微生物実験取り扱い要領を、その他、守秘義務と秘密保持、知的財産と特許、論文/学会発表における承認基準、産学官連携と各種事業、労働規程について、セクハラ、パワハラ問題など、連携戦略班により研究センター内での教育を行っている。リスクは、芽が小さいうちにつみ取ることが肝要である。そのためには、センター内メンバー全員の日頃からの人間としてのコミュニケーションが最重要である。管理ではなく、互いのコミュニケーション高揚によりリスクがなくなる組織を目指す。研究能力の切磋琢磨と同時に、和を保つことのできる人格形成が望まれる。コンプライアンス管理活動として、研究センターは、社会の中で活動している存在であり、研究者以外にさまざまな人々が周囲にいて、それぞれ異なった価値観をもって見られていることを理解することに努めている。

研究資金は、MG プロジェクトを中心としており、MG プロジェクトを一致団結して成功させることが本研究センターの最重要ミッションである。しがたって、MG プロジェクトとは別テーマについては、その成果が MG プロジェクトに貢献するような外部資金を推奨している。真に生命科学や糖鎖科学の進展に貢献するかを厳しく吟味し、研究者が情熱を持って取り組んでいる課題や萌芽的研究は、その実施を積極的に支援している。

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費(若手任期付研究員支援)「発生・分化における糖鎖受容体の機能解析」

文部科学省 科学研究費補助金「がん免疫担当細胞におけるシアル酸受容体シグレック7と9による負の制御機構の解明」

文部科学省 主要5分野事業 科学技術試験研究「糖ヌクレオチド代謝回路関連酵素群」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心プログラム／糖鎖機能活用技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「マクロファージの免疫応答能を活用するドラッグデリバリーシステムの構築とその技術応用の開拓」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「糖鎖機能を利用した組換えリソソーム酵素の脳内補充療法の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入哺乳類細胞の性状解析とノックアウトマウスの調製と解析」

独立行政法人理化学研究所 戦略的技術開発委託費「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター 新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業「病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明と糖鎖被覆リボソームワクチン評価技術の確立」

財団法人東京都医学研究機構 独創的シーズ展開事業大学発ベンチャー創出「新規高機能型ファブリー病治療薬の酵母による生産」

発 表：誌上発表41件、口頭発表58件、その他0件

糖鎖遺伝子機能解析チーム

(Glycogene Function Team)

研究チーム長：成松 久

(つくば中央第2、第6)

概 要：

1) 糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの作製

生体内での糖鎖機能を解析するために、糖鎖遺伝子プロジェクトで新規に見出された遺伝子の中で癌化により遺伝子発現が変化するもの、組織特異的に発現するもの、*in vitro* で機能性糖鎖を合成するもののノックアウトマウスを作製した。具体的には糖

タンパク質ホルモン特異的な糖鎖である LDN 構造の合成酵素、コンドロイチン硫酸合成酵素、*O-fuc* の修飾酵素などである。これらのノックアウトマウスは個体数が確保できたのから順次、機能解析に移る予定である。

2) ポリラクトサミン合成酵素 (β 3GnT2) 遺伝子ノックアウトマウスの解析

ポリラクトサミン合成活性を担う酵素である、 β 1,3-*N*-アセチルグルコサミン転移酵素2 (β 3GnT2) 遺伝子のノックアウト (KO) マウスを解析し、この酵素が *in vivo* でどの様なポリラクトサミンを合成しているのか、そして生物学的機能は何か、などについての検討を行った。各種の糖鎖構造解析を行った結果、この KO マウスでは、*N*-glycan 上の長鎖ポリラクトサミン構造が有意に減少していることが明らかとなった。そこで、どの様な分子上のポリラクトサミン鎖の減少が起こっているのかについて、レクチンアレイやウェスタンブロット法などを用いた解析を行った。その結果、細胞表面分子である CD19や CD28などの上にポリラクトサミンが存在し、KO マウスでは欠失していることを明らかにした。そこで、免疫学的な機能異常が起こるのかどうかについて表現型の解析をした結果、T 細胞、B 細胞、マクロファージ等の血球細胞において、刺激に対するシグナル、及び応答性に違いが生じており、活性化しやすくなっているということを明らかにした。

3) 新規糖鎖認識タンパク質の探索と機能解析

昨年度までに発見した新規糖鎖認識タンパク質であるシグレック14及びシグレック15に関してさらに詳細な解析を進めた。シグレック14はサイトカイン分泌に関与しうることを突き止め、そのメカニズムの解析を実施している。シグレック15に関しては、免疫系細胞に発現していることを証明した。

さらに、バイオインフォマティクスの利用によりリストアップした「糖鎖認識活性を示す可能性が示唆されるが、証明されていないタンパク質」の中から糖鎖認識活性を有するものを探索し、糖鎖認識活性を有するものを同定した。また発現クローニングにより新規の糖鎖認識タンパク質のクローニングを試みた。

4) pp-GalNAc-T10が他の pp-GalNAc-T に与える影響

タンパク質の Ser/Thr 残基に GalNAc を付加し、ムチン型 O-グリカンの根本の Tn 構造を合成する糖転移酵素 pp-GalNAc-T10の反応について解析を行った。この酵素は GalNAc 付きペプチドを特異的に基質とする酵素で、別の pp-GalNAc-T の共存下で機能する。T10を含む複数の酵素存在時の反応を試験管内で解析したところ、T10の存在で新たな

GalNAc 付加が観測される一方で、共存する pp-GalNAc-T の反応を阻害する現象が観測された。このように T10は別の pp-GalNAc-T の機能を補完すると同時に抑制し、Tn 構造合成の調節因子として重要な機能を担っていることが示唆された。

5) 酵母を利用した糖鎖及び糖タンパク質合成

出芽酵母によるムチン型糖鎖を有する糖タンパク質の発現系を構築し、MUC1a ペプチドやヒトポドプラニンの生産を行なった。導入する糖転移酵素を代えることによって糖鎖の付加位置を変えたポドプラニンを作ることに成功し、ポドプラニンの血小板凝集活性が糖鎖付加位置に依存したものであることを証明した。

糖鎖の大量合成に必要な糖転移酵素を供給するため、酵母による可溶性ヒト糖転移酵素の発現系のブラッシュアップを行なった。種々の因子を改変することにより、数倍から百倍程度生産効率の向上が確認され、従来発現しなかった酵素群の活性も検出することができた。

分子医用技術開発チーム

(Molecular Medicine Team)

研究チーム長：成松 久

(つくば中央第2)

概要：

糖鎖／糖タンパク質バイオマーカーを用いた新たな診断システムの開発と糖鎖の生理的／病理的機能の解明のために、NEDO プロジェクト糖鎖機能活用技術開発における糖鎖／糖タンパク質バイオマーカー開発と遺伝子改変動物等を用いた糖鎖機能開発を行っている。診断システムの開発は疾患の早期発見／治療方針の決定などにより国民の健康に直接寄与し、糖鎖機能解明は治療薬開発につながる事が期待される。また、NEDO プロジェクトとは別に、次世代医療技術開発としての疾患部位特異的画像診断技術開発や糖鎖認識を利用したドラッグデリバリー技術の開発等も目指している。

平成18年12月- 19年3月の進捗は以下の通りである。

1) 糖鎖腫瘍マーカーを有する糖タンパク質の同定

より良い糖鎖腫瘍マーカー開発のために、既存の糖鎖マーカーをキャリアする糖タンパク質を同定すべく、モデル系として培養癌細胞より既存の糖鎖マーカーをキャリアする糖タンパク質の精製を生化学的手法にて行い、糖鎖マーカーを持つ糖タンパク質をほぼ完全に精製することに成功した。この精製標品を用いて標的糖タンパク質の同定を試みる。

2) 精巢特異的発現をする糖転移酵素様タンパク質の解析

このタンパク質の生物機能を明らかにするために、精巢特異的発現をするマウス糖転移酵素様タンパク

質に対する抗体を作製してマウス精子の染色を行い、精子での局在を決定した。精子でのタンパク質発現が明らかになったことから、このタンパク質の受精に機能していることがよりいっそう示唆された。

3) 疾患モデルとなる糖鎖改変マウスの解析と作製

「*Fut9*ノックアウトマウスに見られる胃粘膜病変発症に関わる病理学的検討」

Lewis x 抗原合成を担う酵素、*Fut9*をコードする遺伝子のノックアウトマウスでは、生後半年から1年後にかけて散発性に、副細胞過形成による粘膜肥厚が胃底腺領域において出現することを見出している。この所見の再現性を確認して、ヒト疾患との関与を明確にする目的で、当初作製された129/Svバックから B6バックグラウンドに戻した後、1年以上の飼育期間して採材し、胃粘膜病変を解析した。解析した98匹の *Fut9*ノックアウトマウスの内、39%の発症率(38匹)で、副細胞の出現を特徴とする瀰漫性肥厚性炎症が確認された。ヘテロマウスでは17%、Wt タイプマウスでも13%の頻度で同様の病変が確認された。*Fut9*遺伝子の改変は、胃粘膜における mucous cell hyperplasia を伴う胃炎の感受性に関与すると考察され、その発症メカニズムを検討している。

4) 糖鎖機能を活用したデリバリーシステムの開発

「糖鎖を標的とした原虫の感染メカニズムの解明と治療技術開発」

一連の検討により、糖鎖を仲立ちとした原虫感染のメカニズムが存在することを見いだした。ウシバベシア原虫は、赤血球膜由来膜脂質及びシアル酸を纏っている。一方、添加したシアル酸及び3'シアルラクトースは、原虫の増殖抑制活性を有することを明らかにした。興味深いことに、シアリダーゼ処理により、シアル酸を除去したウシ赤血球にウシバベシア原虫は侵入、増殖できない。さらに、*Glycophorin A*ノックアウト (*GPA*^{-/-})マウスの赤血球では、 α 2-3結合型シアル酸量が著しく減少していることを見いだしている。これに致死性の *B. rodhaini* を感染させることで、原虫の増殖への影響を検討した。ここでは、完全に耐過することが示され、CD4及び CD8T 細胞をその特異抗体で除去してもその抵抗性は減弱しないことが明らかとなった。これらのことは、バベシア原虫は、赤血球膜上のシアル酸(もしくはシアル酸が付加した糖タンパク質)を認識して侵入していくことを示唆している。さらに原虫が持つ独自の糖鎖認識機構を標的とした、1) 新たな薬剤を開発、2) 新たな原虫ワクチンを開発、3) 感染抵抗性ウシを開発できる可能性が見いだされた。

糖鎖分子情報解析チーム

(つくば中央第2)

(Glyco-Biomarker Discovery Team)

研究チーム長：亀山 昭彦

(つくば中央第2)

概要：

当チームでは、社会及び臨床ニーズに基づいた糖鎖科学の医療応用を目的として、糖鎖分子に刻まれた癌をはじめとする疾患関連情報の質量分析計による解析を進めている。また、糖鎖の機能や構造を解析するためのユニバーサルなリファレンスとしてヒト型糖鎖ライブラリの開発を推進し、癌や感染症における機能糖鎖の発見に挑んでいる。そして、他チームとの積極的な連携のもと、センターにおける糖鎖の合成、構造解析、相互作用解析の機能を担うとともに、糖鎖産業の創出を睨んだこれらのイノベーション開発に努めている。当チーム構成員は、前身の糖鎖工学研究センターにおいて糖鎖微量迅速解析システムをはじめ、糖鎖質量分析に関する革新的な新技術を開発してきた。これらは、糖鎖関連疾患バイオマーカー探索には必須のものである。また、酵素を駆使して様々なヒト型糖鎖をコンビナトリアル的に合成する技術や、それを応用した糖鎖ライブラリ合成ロボットの開発に成功している。このような合成技術は構造解析と表裏一体の関係にあり、ともに糖鎖バイオマーカー探索や機能解析を支える重要な基盤技術である。

平成18年度は、胃がんの腹膜転移の簡易検出を目的として、胃がん摘出手術時の腹腔洗浄液に含まれるタンパク質の糖鎖分析を開始した。これは、腹腔洗浄液中からがん細胞を直接みつけたり、がん細胞の遺伝子を検出するなどして予測されている腹膜転移を、より簡便な方法に置き換えることを目指したものである。また、癌関連の糖鎖バイオマーカーは極微量であるため、臨床試料をそのまま分析しても質量分析計で検出することは極めて難しいと考えられる。そこで、マーカーになる可能性を持つ分子を試料からあらかじめ濃縮する方法が求められる。当チームでは、硫酸化糖鎖を持つタンパク質に着目し、その効率的な濃縮法及び構造解析手法の研究を開始した。

一方、ヒト型糖鎖ライブラリを用いた糖鎖機能解析として、国立感染症研究所と共同でノロウイルスの糖鎖認識特異性を明らかにする研究を開始した。ノロウイルスは流行性の胃腸炎を起こすウイルスで昨年、全国的に流行したので記憶に新しい。このウイルスの感染にヒトの糖鎖が関与していることが示唆されており、どのような糖鎖に結合するのか、その詳細を明らかにする予定である。

レクチン応用開発チーム

(Lectin Application and Analysis Team)

研究チーム長：平林 淳

概要：

本チームは糖鎖医学工学研究センターの新設に際し、糖鎖工学研究センター（旧センター）における糖鎖構造解析チームがレクチン応用開発チームとして新たに設立されたチームである。旧センター時に展開されたNEDO糖鎖エンジニアリングプロジェクト（SG）で開発したレクチン活用技術であるフロントル・アフィニティクロマトグラフィー（FAC）、エバネッセント波励起式レクチンマイクロアレイ等の解析技術、さらにはレクチンライブラリー、PA標準糖鎖ライブラリーを活用することで、糖鎖機能活用プロジェクト（MG）における疾患関連バイオマーカーの探索を行なうとともに、現時点で未開発であるヒト内在性レクチンの新規探索、開発に臨む。さらに、イノベーション推進の立場から、上記糖鎖プロファイリング技術の成果普及、関連企業へのライセンスングを通じた社会還元に取り組む。

12月の新センター発足からわずか4ヶ月という短い期間であったが、以下の成果を挙げることができた。

1. バイオマーカー開発関連研究

1) レクチンマイクロアレイによる生体試料の比較糖鎖プロファイリング

細胞の品質管理などに応用可能なプロファイリングシステムを開発した。

組織切片のような微量な試料から糖タンパク質を含む成分を抽出し、レクチンマイクロアレイを用いて糖鎖プロファイリングを行なう技術開発に成功した。

2) 内在性糖タンパク質の糖鎖プロファイリング

細胞や組織から免疫沈降により単離した微量の糖タンパク質の比較糖鎖プロファイリングを可能にした抗体オーバーレイ法を開発した。このことにより、標的糖タンパク質ごとに蛍光標識を行なう必要がなくなり、迅速簡便に大量の検体数を処理することができると同時に、従来より広い濃度範囲に対し、適切な輝度値を得ることができるようになった。オーバーレイ法の開発はレクチンマイクロアレイの適用範囲を大きく拡大し、今後のマーカー開発にも貢献が期待できる。

2. 内在性レクチン開発関連研究

1) レクチンマイクロアレイを用いた生細胞のグライコムプロファイリング法を確立した。

生細胞に蛍光標識色素を取り込ませ、これをエバネッセント波励起式レクチンアレイに供することで、細胞を破壊することなく、細胞表層の糖鎖プロファイリングを迅速簡便に行なうシステム開発を行い、これを特許申請し、論文投稿した。また、学会で口頭発表を予定している。

2) 糖タンパク質アレイによる簡便・迅速・高感度な

糖結合活性検出法を開発した。

内在性レクチンの活性検出に有効なスクリーニング手法が望まれていたため、レクチンマイクロアレイの応用として、ネオグライコプロテイン、各種糖タンパク質、及び後者についてはこれらを各種グリコシダーゼ処理した糖タンパク質アレイを開発した。すでにある技術の組み合わせであるが、エバネッセント波励起法の利点や多様な糖転移酵素とのコンビネーションも今後可能であり、新規レクチン探索の他、様々な機能解析研究に応用が期待される。

⑩【年齢軸生命工学研究センター】

(Age Dimension Research Center)

(存続期間：2002.7.1～)

研究センター長：倉地 幸徳

副研究センター長：西川 諭

所在地：つくば中央第6

人員：11名(9名)

経費：290,420千円(263,121千円)

概要：

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

ウス肝臓の遺伝子とタンパク質の年齢軸に沿った発現変動プロファイルの網羅的解析を進め、データベース構築を達成したところである。この基盤に立って、加齢・老化現象、免疫及び脳機能等、多くの生理反応の年齢軸恒常性調節機構の解明、そして関連する疾患の機序解明に向けた研究を展開している。これらの研究活動を通して、年齢が危険因子として知られる循環器病を始め多くの成人・高齢者病の総合的理解を目指すとともに、新視点からの予防・治療法・治療薬技術等の開発を行う新研究分野、年齢軸工学の開拓を進める。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 基盤C「核マトリックス付着領域結合タンパク質SATB1による転写制御の構造生物学的解析」

文部科学省 科学研究費補助金 特定「パイエル板に発現する誘導型免疫制御性細胞の機能成熟と自然免疫シグナル」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤C「食品機能性成分による消化管免疫制御細胞の機能成熟」

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

発表：誌上発表22件、口頭発表41件、その他1件

健康インフォマティクスチーム

(Health Bioinformatics Team)

研究チーム長：倉地 須美子

(つくば中央第6)

概要：

当研究チームの研究目標は、年齢軸恒常性調節分子機構の統合的解明を行い、新知識の有用活用を進め、急速に進む我が国高齢化社会の健康寿命延長に貢献することにある。この目標に向けて、我々は先に解明した最初の年齢軸恒常性機構であるASE/AIE型年齢軸遺伝子調節分子機構の精査を進めさせ、応用技術基盤となる年齢軸工学の開発を引き続き進めている。さらに、年齢軸恒常性の統合的理解に向けて、マウスをモデルに肝臓の遺伝子とタンパク質発現の年齢軸に沿った一生スパン変動の網羅的解析を進めてきたが、その第一段階を達成し、発現変動の網羅的データベースの構築も完成した。年齢軸恒常性機序汎普遍性の更なる検証のために線溶系主因子であるプラスミノゲンの遺伝子の年齢軸発現機序の研究を進めている。さらに、疾患と年齢軸との関係を解明するために前立腺がんに於けるII型膜タンパク質分解酵素ヘプシンの機能解析を進め、がん進展に関する重要な知見を得ている。こ

これらの研究成果は、ASE/AIE 型調節機構の確立に加え、新規年齢軸遺伝子調節分子機構の探索を視野に、年齢軸恒常性新研究分野の確立を目指し、加齢・老化、健康寿命の機序解明と年齢依存性の疾患機序の解析、早期予防、効果的治療法の開発に強固な基盤を与える。2003年以来進めてきた6-13棟 SPF 動物飼育施設の機能高度化工事も終了し、春からの稼働に向け準備を進めた。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7

構造生物学チーム (Structural Biology Team)

研究チーム長：山崎 和彦

(つくば中央第6)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目15

エージディメンジョンチーム (Age Dimension Team)

研究チーム長：倉地 幸徳

(つくば中央第6)

概要：

生命の本質的要素である時間、特に年齢とその軸に沿った恒常性と調節機構の理解は生命現象（生理反応）の統合した理解を深め、得られる新知識を応用技術の開発に結実させていく上で極めて重要な新しい研究視点である。当チームは、他チームと連携してこの

年齢軸恒常性視点を基盤に、多様な生命現象の研究を通して研究推進を行うものである。具体的には、脳機能、特に学習機構に関して年齢軸の視点を踏まえ、その作用分子機序の詳細な解明を行うとともに特にアブタマーを用いて年齢依存性の高い疾患の新しい治療法や診断マーカー探索を行う。又、年度を通し、脳機能以外の有意義な新しい分野への研究展開も必要とセンターが認めた場合にはその受け皿チームとして機能し、積極的に研究展開を図る。

研究テーマ：テーマ題目12

免疫恒常性チーム (Immune Homeostasis Team)

研究チーム長：辻 典子

(つくば中央第6)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目13、テーマ題目14

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

[研究代表者] 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、浜田 俊幸
(招聘1名、常勤職員2名)

〔研究内容〕

年齢軸遺伝子発現安定化因子 ASE と年齢軸遺伝子発現上昇因子 AIE の結合核タンパク質の同定を種々のタンパク質解析手法を用いて行った。ASE の同定及び機能/調節機構についてはトランスジェニックマウスや抗体バンドシフト手法等を駆使して精査を進め、論文投稿準備中である。AIE については RNA バンドシフト手法や2次元電気泳動法などを用いて同定した AIE 結合タンパク質の構造と機能の関係解析を、新しく作製した抗体での実験、siRNA 手法、ノックアウト動物などを用いた精査を行い、論文投稿の準備を進めている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

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

〔研究代表者〕 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、田中 拓、梅村 洋子

(招聘1名、他2名)

〔研究内容〕

先に世界初の年齢軸ホメオスタシス調節機構である ASE/AIE 年齢軸遺伝子調節分子機構を同定したが、この基盤に立ってマウス肝臓核タンパク質の一生スパン発現変動の網羅的プロテオミクス解析を進め、年齢軸恒常性調節機構の統合的解明を目指している。まず、肝臓核内タンパク質の年齢軸発現変動の網羅的解析を課題にして、1~24月齢に至るマウス肝の解析を終了した。2次元電気泳動でタンパク質スポットを展開し、8,000個以上の分離されたタンパク質スポットの定量と、質量分析による同定を行った。これらの結果と種々の解析ソフトを用いて、一生スパンで特有な発現パターンを持つタンパク質グループを同定し、肝臓が関与する生理反応の年齢軸恒常性変動の理解にとって極めて有用な基盤データを得た。また、得られた情報のデータベース化を進め、そのプロトタイプ DB を公開した。これらの解析から得られた成果は、老化研究を始め、チャレンジ/ストレステスト、エピジェネティック解析、医薬品評価、肝疾患の予防と治療法開発に貢献すると期待される。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 網羅的肝タンパク質解析、プロテオミクス、年齢軸発現変動

〔テーマ題目3〕 マウス肝臓遺伝子の年齢軸に沿った網羅的解析 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、末永 恵美、磯部 拓
(招聘1名、他2名)

〔研究内容〕

年齢軸恒常性調節機構の理解に向けて、マウスの一生スパンにわたる肝遺伝子発現の調節機構の解明をマイクロアレイ手法を用いた網羅的解析法を用いて行い、主要な遺伝子発現調節段階の同定、エージ軸に沿って特異的発現変動プロファイルを示す遺伝子群の同定と性格付けを完了した。この解析の信頼性検証は、任意の5遺伝子の年齢軸発現変動の Real Time RT-PCR 解析を用いて行い、年齢軸発現変動解析結果とよく一致することを確認した。この一連の解析から、年齢軸に沿った遺伝子調節には比較的少数の基本的分子機構が関与、それらが個々にまたは様々な組み合わせにより機能し、複雑な肝遺伝子調節が行われ肝臓の恒常性維持が担保されるとする新仮説の提唱に至った。これらの結果は肝タンパク質発現の年齢軸変動解析データとともに、年齢軸恒常性調節の統合的理解と加齢・老化、年齢依存的疾患の理解に重要な貢献をすると期待される。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 網羅的年齢軸遺伝子発現、トランスクリプトーム、マイクロアレイ、成長ホルモン依存性遺伝子

〔テーマ題目4〕 年齢軸生命工学開発 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、田中 拓

(招聘1名、他1名)

〔研究内容〕

ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節機構の原理解明とともにその応用技術開発を目指すのが、ASE の機能汎普遍性の証明を達成し、遺伝子治療分野で広く用いられる CMV ウイルスプロモーターを持つ遺伝子治療用導入ベクターの構築とトランスジェニックマウスによる検証も終了した。ASE のもう一つの機能である組織特異性に関する知見もリアルタイム RT-PCR 法を用いて証明ができたので、これらの知見を用いて理想的な遺伝子導入ベクター作成に向けた研究が進んだ。今年度は ASE と AIE に結合して機能を発揮するタンパク質の同定も終了し、応用技術開発に一歩近づいたといえる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

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

〔研究代表者〕 倉地 須美子
(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、末永 恵美
(招聘1名、他1名)

〔研究内容〕

出血と血栓の均衡を保つ上で極めて重要な働きをする線溶系因子プラスミノゲン遺伝子発現の年齢軸調節分子機構の解明に向けて、発現ベクター構築とトランスジェニックマウス作成により解析を進めた。この遺伝子の年齢軸に沿った発現は安定型パターンを持つことが明らかになったが、これまで解明してきたものとは遺伝子エレメントの配置が異なることなどから、年齢軸遺伝子調節の新規メカニズムを持つ可能性がある。

それぞれ、2.4と5.5 kbのプロモーター領域を持つ二つのミニゼン系統 PLG2.4及び PLG5.5を作成し、年齢軸に沿った発現解析の結果、これらのマウスの血中プラスミノゲン濃度は年齢軸で殆ど変化が見られず、野性型プラスミノゲン遺伝子の発現パターンを再現した。高発現しているマウスにおいて内出血による頭部膨隆など異常が高頻度で観察された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 線溶系因子、プラスミノゲン、年齢軸遺伝子発現解析、マウスモデル

〔テーマ題目6〕 ヒトプロトロンビン遺伝子の年齢軸調節分子機構解明に向けた研究 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 倉地 須美子
(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 須美子、桑原 光弘
(招聘1名、常勤職員1名)

〔研究内容〕

正常及び異常のヒトプロトロンビン遺伝子発現ベクターを構築し発現解析を培養細胞系とトランスジェニックマウス評価系両方を用いて行い、それらの細部に亘る解析により新規 RNA プロセッシング機構も見出した。ヒト血栓症発症のメカニズム解明に貢献するものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ヒトプロトロンビン遺伝子、血栓症、血栓症発症機構

〔テーマ題目7〕 膜プロテアーゼ・ヘプシンの機能と前立腺癌における役割の研究 (運営交付金)

〔研究代表者〕 倉地 幸徳
(健康インフォマティクスチーム)

〔研究担当者〕 倉地 幸徳、鹿本 泰生、山本 圭
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

強い年齢依存性で知られる前立腺癌は、食物の欧米化

や人口の高齢化に伴い、わが国でもその頻度は増加傾向にある。先に、我々は世界に先駆けて膜プロテアーゼ・ヘプシンの発現がヒト前立腺癌初期段階で高くなり、早期診断マーカーとしての可能性を示したが、さらに、ヘプシンの前立腺癌における役割と年齢との関係を解明するためにその自然基質の同定及びその検証を行い、PSA 生成パスウェイを導き出した。この研究は前立腺癌におけるヘプシンの役割と機能、年齢軸との関係理解に貢献するとともに、早期診断マーカー開拓と新規治療薬開発に大きな可能性を与えるもので、論文投稿準備を進めている。また、肝臓や脳におけるヘプシン機能の解析も進めている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ヘプシン、膜プロテアーゼ、前立腺癌、早期診断マーカー

〔テーマ題目8〕 遺伝子発現制御因子及び免疫系タンパク質の構造生物学的解析 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 山崎 和彦 (構造生物学チーム)

〔研究担当者〕 山崎 和彦、館野 賢、山崎 智子、鴨志田 薫 (常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

遺伝子発現の年齢軸制御機構の原子レベルでの解明及び加齢性疾患の治療への応用を目的とし、関連する因子の立体構造解析を軸に、計算科学的手法や実験的手法を組み合わせるにより、分子認識機構、機能調節機構の解析を行う。今年度は、年齢軸恒常性分子機構に関与している遺伝子エレメント ASE に結合する転写因子について、分子動力学計算による分子運動の長時間シミュレーションを進め、データの詳細な解析を行った。その結果見いだされた配列特異性の鍵となりうる分子間相互作用について、関与する残基に変異を導入し、結合定数への影響を表面プラズモン共鳴法により評価した。また、免疫関連の転写因子について、DNA 結合活性の調節機構やタンパク質間相互作用機構の解明へ向けて、大量発現系構築やタンパク質精製、NMR 測定、結晶化の試み等を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 年齢軸恒常性、遺伝子発現、DNA 配列特異的認識、自己阻害、結晶解析

〔テーマ題目9〕 消化管免疫機構が食物や腸内細菌に対して免疫トレランスを維持する仕組みの年齢軸に沿った変化の解明 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 辻 典子 (免疫恒常性チーム)

〔研究担当者〕 辻 典子、横田 彩、山口 奈津、Bernadeta Nowak、Emilyn Gaw Dubouzet

(常勤職員1名、他4名)

[研究内容]

消化管パイエル板の免疫器官としての機能成熟には年齢依存性がある。またアレルギーをはじめとする免疫疾患は幅広い年齢層で増加しつつある。消化管免疫研究の成果を医薬品や機能性食品の開発、予防医学や疾病の治療に十分に活かすためには、各年齢層の人々に対して適切な効果が得られるよう、年齢軸に沿った消化管免疫細胞機能の特徴と免疫バランス（免疫恒常性）維持のメカニズムが十分に理解されることが重要である。

実験動物を用い、パイエル板免疫細胞の数量や機能が年齢軸に沿ってどのように変化していくのかについて詳細な解析を行ったところ、加齢に伴いプラズマサイトイド様樹状細胞及びCCR9陽性細胞が減弱することを見出した。加齢マウスでは免疫トレランスの誘導が不全であることを確認し、さらにパイエル板CD4陽性細胞に発現する分子の網羅的解析を行った結果、免疫制御維持機構が脆弱化している構図が示唆された。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 消化管免疫、免疫トレランス、パイエル板

[テーマ題目10] 自然免疫系の活性化機構の解明と加齢による変化の解析

[研究代表者] 田辺 剛（免疫恒常性チーム）

[研究担当者] 田辺 剛、山口 奈津
（常勤職員1名、他1名）

[研究内容]

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

(1) 機能制御因子の同定と解析

機能制御因子が癌抑制遺伝子であることから、特に抗癌剤の感受性に影響を与えることが判明した。この知見は、悪性腫瘍に対する治療への応用の可能性を示すとともに、個々人の Nod family 活性を、それぞれ異なる抗癌剤の種類と量の選択を決定するためのバイオマーカーとして利用し、テーラーメイド医療に実現への応用が期待できる。

(2) サルコイドーシスの病因解析

難治性肉芽腫形成疾患サルコイドーシスにおいて頻度の高い Nod1 遺伝子変異の同定と、変異に基づく細胞内浸潤性 *Propionibacterium acnes* に対する免疫応答不全の結果を論文報告した。その後、発症の引き金となる菌体成分の同定を終えている。今後健康常人群と疾患群との試料を用い、応答性の差異の解析を進める。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 自然免疫、癌抑制遺伝子、肉芽腫形成疾患

[テーマ題目11] 免疫レパートリー変化の年齢軸依存性解明

[研究代表者] 古川 功治（免疫恒常性チーム）

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

[研究内容]

B 細胞レパートリー形成を複雑かつ動的なものにする親和性成熟過程の経路、中でも高親和性抗体を産生する経路の詳細解析を行った。経路に属する全てのクローンを人工作製も含め取得し、抗原との反応の熱量測定を行った結果、経路の前半と後半で成熟の様相がはっきりと異なることがわかった。経路前半では一般的なエンタルピー駆動型の変異が構造的に離れた位置に導入され、それらの効果も加算的であった。ところが、経路後半では前半に導入された変異のすぐ近傍に変異が入り、その効果も協同的で、「エントロピー駆動型」のファインチューニングがなされていた。CDR-H3の構造に大きく依存する構造融通性が L 鎖の H-L 界面の変異を許容し、そのことがさらに H 鎖の協同的な変異導入効果を可能にした、すなわち構造融通性が L 鎖を介して波及したと考えられた。

また、レパートリー形成時のクローン選択のしきい値を変動させる分子として同定した DapK3 の詳細解析も行っている。DapK3 活性を抑える dominant negative 変異体を B 細胞系の細胞株に発現させ、BCR のクロスリンクによるアポトーシスを観察すると、アポトーシスが抑制されることがわかった。つまり DapK3 活性が低くなると細胞のアポトーシス耐性が増す。このような細胞は抗原による選択の過程にも影響し、多様度の拡大に貢献すると考えられる。DapK3 は IgG1+B 細胞に比べて IgG2b+B 細胞での発現が抑えられており、両者の多様性の差とも矛盾しない。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 抗体、親和性成熟、免疫応答

[テーマ題目12] 年齢軸による神経可塑性変化の分子機構に関する研究

[研究代表者] 池本 光志

(エージディメンジョンチーム)

[研究担当者] 池本 光志（常勤職員1名）

[研究内容]

「記憶・学習」や「薬物依存」等の現象は、脳に於いて長期的な神経可塑性維持機構が成立することにより発現し、年齢に依存して変動する。本研究では、新規に同定した神経型グルタミン酸輸送体 EAAC1 制御因子である addiction (アディクション：別名 GTRAP3-18) 等の神経可塑性維持因子に着目した年齢依存的な恒常性機能の変化機構の解析を行い、てんかん等の「脳神経機能障害」の発症機構の解明を目指す。本年度は、タンパク質間相互作用を介したネットワークが EAAC1 細胞外グル

タミナー濃度制御に及ぼす影響についてさらなる検討を加えた。その結果、EAAC1グルタミン酸輸送体を介した細胞外グルタミン酸取り込み能は、addiction タンパク質と ARL16IP-1とタンパク質との複合体形成が拮抗することにより制御されることを明らかにするとともに、EAAC1細胞外グルタミン酸取り込み能を完全に抑制する addicsin ドミナントネガティブ変異体に関する知見を得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】addiction、細胞外グルタミン酸取り込み能、てんかん、神経可塑性

【テーマ題目13】パイエル板に発現する誘導型免疫制御性細胞の機能成熟と自然免疫シグナル

【研究代表者】辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】辻 典子、横田 彩、山口 奈津、Bernadeta Nowak、Emilyn Gaw Dubouzet（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

近年わが国で急増しているアレルギー・炎症性疾患や生活習慣病発症の一因として、食生活の欧米化などに伴う消化管環境の変化が指摘されている。消化管は微生物成分や食物成分など外界からの自然免疫シグナルが豊富な場所であるが、我々は小腸パイエル板で、自然免疫シグナル依存的に免疫制御性 T 細胞が効率よく誘導されることを示した。またこれら誘導型制御性 T 細胞は消化管以外の臓器においても抗原特異的に活性化されて免疫制御機能を発揮し、炎症の抑制や免疫バランスの是正に寄与する。

とりわけインターロイキン-18が、食べたものに対して免疫トレランスとなる消化管免疫機構（経口免疫寛容）の維持に重要であること、この遺伝子欠損マウスのパイエル板ではプラズマサイトイド様樹状細胞並びに CD103高発現型の CD4陽性細胞が著減することを明らかにした。また東海大学との連携により、無菌マウスにおいても同様の細胞組成変化があるとの知見を得ている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】免疫制御性細胞、自然免疫シグナル、パイエル板、インターロイキン18、無菌マウス

【テーマ題目14】食品機能性成分による消化管免疫制御細胞の機能成熟

【研究代表者】辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】辻 典子、横田 彩、山口 奈津、Bernadeta Nowak、Emilyn Gaw Dubouzet、松田 歩弓（常勤職員1名、他5名）

【研究内容】

常に免疫学的に活性化された状態で免疫恒常性を保っている消化管では、免疫制御性細胞が優勢に機能成熟し、生体の過剰免疫応答や炎症を抑制して全身の免疫恒常性維持にも貢献している可能性が高い。一生スパンを通じて健全な免疫恒常性を維持するための免疫修飾剤として、プロバイティクスをはじめとする機能性食品は健康増進のために国民が自己管理する手段として活用するのに適しており、健康寿命の延伸に寄与すると考えられる。

消化管の免疫制御性細胞が機能成熟するためにはインターロイキン10（IL-10）が必須である。我々はマウス骨髄由来樹状細胞から IL-10の産生を誘導する乳酸菌を複数同定した。とりわけ *Lactococcus Lactis* subsp. *cremoris* C60については、死菌体の熱水抽出画分に IL-10産生誘導機能が存在することを解明した。プロテアーゼを作用させても IL-10産生誘導機能は残るのに対し、酸分解により機能を失うことから、機能性物質は糖成分であることが示唆された。また、その機能発現経路は MyD88依存性であることを MyD88遺伝子欠損マウス由来樹状細胞を用いることにより明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】制御性樹状細胞、インターロイキン10、自然免疫シグナル、乳酸菌、プロバイオティクス、多糖

【テーマ題目15】核マトリックス付着領域結合タンパク質 SATB1による転写制御の構造生物学的解析（外部資金）

【研究代表者】山崎 和彦（構造生物学チーム）

【研究担当者】山崎 和彦、山崎 智子、舘野 賢、（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

転写因子 SATB1はヒストン脱アセチル化酵素を標的遺伝子へ誘引してクロマチン再構築を行うことにより、免疫 T 細胞の分化や胎児特異的グロビン遺伝子発現を制御する。また、AIDS ウィルスが感染する際に、ウィルスの Tat タンパク質が SATB1に直接相互作用することによって、SATB1によるサイトカイン発現抑制を解除することが知られている。本研究では、SATB1タンパク質の DNA 結合ドメインが、標的遺伝子上の核マトリックス付着領域（MAR）を特異的に認識する機構について構造生物学的手法を用いて研究を行う。前年度中に、NMR 法によって DNA 結合ドメインの立体構造を明らかにし、表面プラズモン共鳴法や NMR 化学シフト変化などの実験データをもとに、複合体の計算モデルを構築した。本年度は、DNA 結合ドメインと MAR-DNA の複合体の立体構造を X 線結晶解析法によって明らかにし、前年度に構築したモデルが基本的に正しいことを立証すると同時に、MAR 配列を特異的に認識する物理的機構を詳細に明らかにした。SATB1の DNA 結合ドメインは CUT ドメインに分類されるが、この複合体構造

は CUT ドメインとして初めてのものであり、また、AIDS を含む免疫疾患に対する創薬の基盤となる可能性がある。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子発現、免疫、DNA 配列特異的認識、NMR、結晶解析

⑩【デジタルヒューマン研究センター】

(Digital Human Research Center)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：金出 武雄

副研究センター長（総括）：松井 俊浩

副研究センター長：持丸 正明

所在地：臨海副都心センター

人員：20名（19名）

経費：558,427千円（300,449千円）

概要：

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

デジタルヒューマンの3つのモデリング軸：人間は多くの機能を持っている。デジタルヒューマン研究センターではこれらを3つの軸として分類している。最初の軸は生理・解剖学的な機能である。生物として人間の体は多くの構成要素・器官・循環器を制御している。生理・解剖学的な人間のモデルは形状・物質的特性・生理学的パラメータとそれらと内部的・外部的な刺激との関係から記述されよう。次の軸は運動・機械的な機能である。人間は歩いたり走ったり、移動したり物を扱ったりする。運動・機械的な人間のモデルは

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

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

デジタルヒューマンの5つの研究分野：人間の機能は個人や状態、文脈に依存し、その発現メカニズムの多くは複雑かつ深遠で、科学的に解明されていない。ただし、産業応用を想定した場合、必要な人間機能が十分な精度で再現できれば有用なデジタルヒューマンとなる。必ずしも、人間機能が完璧かつ精緻に再現できなくても良い。そこで、デジタルヒューマン研究センターでは、具体的な産業応用シナリオを設定し、それを解決しながら、徐々に統合的なデジタルヒューマンモデルを構成していくアプローチを取る。5つの応用シナリオを描いている。第1は、人に合わせるデジタルヒューマンで、人間の形状、運動、感覚、感性の個人差、状態差、時間変化をモデル化し、それに適合するように製品の形状や機能を設計・構成する研究である。人体形状モデルに基づく個別適合着装品の設計、手の詳細モデルに基づく製品設計、全身動作モデルに基づく自動車設計などの研究を進めている。第2は、人を見守るデジタルヒューマンである。家庭やオフィス、病院などで活動する人間の状態を、可能な限り人

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

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「ヒューマノイドロボットを応用した人間の心理構造の定式化と解明」

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

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

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

文部科学省 科学研究費補助金「ヒューマノイドロボットの全身把持の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「運動時足底部形状の計測に基づくインソール設計指針に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「狭隘空間設計のための動作変動範囲理解」川地 克明

経済産業省 技術振興課委託費 中小企業知的基盤整備事業「人体寸法・形状データベースの信頼性検証・向上

技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「スマートカーペットー動的なフットプリントからの個人属性計測法の研究ー」

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

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

平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「オランダダイヤモンド市場促進のためのヒューマンメトリクス計測技術」

知的クラスター創造事業「札幌 IT カロツツェリアの創成」

平成18年度機械工業の環境・安全対策に関する調査研究等補助事業（機械工業の環境・安全対策）「子ども人体シミュレータによる機械設備からの転倒・転落傷害リスクの可視化技術の調査」

発表：誌上発表86件、口頭発表128件、その他11件

人間モデリングチーム

(Human modeling team)

研究グループ長：松井 俊浩

(臨海副都心センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目1

人間適合設計チーム

(Human Centered Design Team)

研究グループ長：持丸 正明

(臨海副都心センター)

概要：

人間に適合する機器・装着品を設計・製造・販売する計算機援用技術の確立を目的とし、生理解剖因子ー運動機械因子ー心理認知因子の3つの軸を相互に絡め

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

研究テーマ： テーマ題目 2、テーマ題目 3

人間行動理解チーム

(Human Activity Understanding Team)

研究グループ長：西田 佳史

(臨海副都心センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 4

ヒューマノイドインタラクションチーム

(Humanoid Interaction Team)

研究グループ長：加賀美 聡

(臨海副都心センター)

概要：

将来ロボットが人間の身近で作業することを可能にする要素技術として、ロボットの自律性と対人機能の向上を目指して研究を進めている。どちらの要素もモーションメカニカルなデジタルヒューマンモデルが重要となる。このために、1)ヒューマノイドロボットの歩行と全身運動の自律性向上のための認識・計画・制御機能と、これらを統合した行動システム、2)人間の歩行の力学的モデリングと六軸床反力・分布圧力の計測システム、3)オフィスなどの屋内環境での対人サービスのための位置同定、地図作成、経路計画、動作制御、インタラクションの各機能、4) ロボットの実時間分散プロセッサ環境の構築、の研究を行っている。これらの各項目の研究を通じて、「人を支えるデジタルヒューマン技術」を実証的に研究開発してゆく。

研究テーマ：テーマ題目 5

人間情報可視化チーム

(Human Activity Understanding Team)

研究グループ長：栗山 繁

(臨海副都心センター)

概要：

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

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

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ課題 7

[テーマ題目 1] 心理・生理・運動表出モデルの研究

[研究代表者] 松井 俊浩 (人間モデリングチーム)

[研究担当者] 中田 亨、宮田 なつき、宮腰 清一、
中田 亨、山崎 俊太郎、多田 充徳、
(兼)加賀美 聡、西田 佳史、

堀 俊夫、西脇 光一（常勤職員10名）

【研究内容】

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

ハンドのモデル化の研究においては、広範囲の実例をもとにしたハンドモデルを構成し、ありそうな(実際の)物体を把握する動作を生成する。MR-compatible の力センサを活用し、FEM 解析によって人間の指先の材料定数のモデル化、接触力学のモデル化、滑り知覚メカニズムのモデル化を行う。人間の全身動作の解析と表現では、TV カメラ動画像により人間の全身動作を認識し、特徴的なセグメントに分割することで動作を理解する手法を研究する。また、メモリバーストな方法によって様々な局面で安定を保ちつつ動歩行するモデルを研究する。ヒューマンエラーの起こりにくい機器を設計するために、機器操作における成功・失敗の事例を収集し、空間認知、記憶の符号化、失敗からの学習、感情の影響などを含むグラフィックスによるデモシステムを構築する。手術シミュレーションにおいては、収集した操作-反応から確率モデルを構築し、CG を用いて実際に手術トレーニングに使えるようなインタラクティブな手術シミュレータの開発に発展させる。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 シミュレータ、ヒューマンエラー、プラットフォーム

【テーマ題目2】 オンデマンド着用品ビジネスのための基盤研究（運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+科研費+受託研究費、資金提供型共同研究）

【研究代表者】 持丸 正明（人間適合設計チーム）

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

【研究内容】

店舗などで人間機能をモデル化し、それに適合する着用品（衣服、メガネ、シューズなど）を設計・製造する、あるいは、既存の製品の中から個人の人間機能（体形、感性）に適合するものを推奨・販売するサービスを支援するための、計測技術・モデル化技術・商品推奨技術の研究を行う。また、このようなサービスを通じて人間機能データを大量に蓄積し、再利用するための統計処理技術、検索技術、製品設計応用研究を行う。人体部位・製品アプリケーションを特定して具体的に進めながら、他の人体部位や製品に広く展開しうる手法体系の確立を指向する。靴、下着、メガネ、サポータ、ガスマスクなど

の着用品を、人体特性に適合するように設計・構成するための技術として、設計機械であるコンピュータに、設計対象である製品だけでなく、その利用者である人間の機能をモデル化して再現する研究を行う。人間特性としては、人体形状の集団特性や個人特性（生理解剖機能）を基盤とし、それに、運動中の形状変形（運動機械機能）、触覚や圧迫感、嗜好や感性（心理認知機能）を加味したモデルの開発を行った。また、そのために必要となる計測技術の開発と、企業との連携による具体的な応用技術の開発を並行して行った。(1) 人体形状モデル：体形の相同モデルを構成しその変化を空間歪みとして定式化することで、個人内の体形変化の個人差パターンを類型化する方法論を開発。ダイエット時の体形変化パターンの類型化と姿勢変化の関係を明らかにした。(2) 動的変形計測：靴設計に必要な足部主要断面（3断面）の歩行中の変形を、0.5 mm の精度で計測する技術を確立し、40名の足部断面変形を計測した。(3) 製品：設計応用：手の甲の皮膚変形パターンと関節屈曲特性に適合したバッティンググローブ、マウスの総合評価構造と手のサイズバリエーションに基づくユニバーサルデザインマウスの開発に関与し、製品化した。(4) 感性モデル：メガネをかけたときの印象を、顔のかたちとメガネのかたちから予測する技術を開発し、デモシステムを試作した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 人体形状、人間計測、感性工学

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

【研究代表者】 持丸 正明（人間適合設計チーム）

【研究担当者】 持丸 正明、河内 まき子、宮田 なつき、多田 充徳、川地 克明、吉田 宏昭、青木 慶（常勤職員5名、他2名）

【研究内容】

製品をコンピュータ上で設計するだけでなく、設計時に強度計算やコスト予測、あるいは部品の調達予測などを、実物の試作をできるだけ作らずに行う「デジタルモックアップ」というコンピュータ支援技術が進んでいる。ところが、実際にユーザの使い勝手を評価しようとする、デジタル化された製品モデルを実体のモックアップにして、それを実際の人間に使わせ、人間特性を実測・評価するステップが必要になる。これではデジタルモックアップの意味がない。そこで、人間機能をデジタル化して、コンピュータの中に再現し、人間適合性を仮想評価する CAE ツールが提案されてきた。コンピュータマネキンと呼ばれるもので、すでに市販ソフトウェアが自動車会社や航空会社などで設計に活用され始めている。

さまざまな全身体型を再現でき、寸法適合性などを設計段階で評価できる。次世代のコンピュータマネキンのために、自動車会社・住宅会社・ソフトウェア会社からなるコンソーシアムを立ち上げて検討した結果、4つの研究開発課題に取り組むこととしている。(1)機能寸法の正確な再現、(2)動作の自動生成、(3)人間のような製品評価機能の再現、(4)詳細な手の機能再現のである。

(1)に関連する技術として手を前方に伸ばしたときの寸法(機能寸法)を精度よく再現できる肩関節モデルを開発した。(2)については、乗降動作のデータベースを作成し、乗り込みにおける戦略の広がりや設計寸法や評価量との対応を表す動作分布図を、動作の類似度に基づいて作成する手法を開発した。(3)については、心理学的に人間が製品を評価するときの認知構造を解明する研究を行った。(4)の詳細な手の機能モデルについては、手の寸法・形状・構造・運動・摩擦・触覚・認知などの機能をコンピュータ上で再現するための、手の特性データの蓄積とモデル化、CGによる可視化の研究を行っている。日本人の手の寸法データベースと数例の医用画像データに基づいて、骨格構造を有する代表手モデルを構成し、姿勢再現時の寸法精度を検証した。また、特に指先については、さらに詳細な有限要素モデルを構築し、個人ごとの医用画像データ間の違いを空間歪みとして定式化することで、個別の有限要素モデルを効率的に取得する方法を開発。これを用いて指先形状の個人差と摩擦機能との関係を明らかにした。この有限要素モデルを缶ヅタ開封動作に適用し、効果的に摩擦力を発揮できる缶ヅタ設計に役立てた。これらの全身モデル及び手の詳細モデルを統合したソフトウェア「Dhaiba」を継続開発した。開発環境を Emma3D に移植し、データを XML 形式とした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】人間工学、デジタル設計、デジタルヒューマン

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

【研究代表者】西田 佳史(人間行動理解チーム)

【研究担当者】西田 佳史、堀 俊夫、本村 陽一
(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究の目的は、日常生活環境において無拘束に人の行動を観察する技術、観察された行動データから人の行動モデル(デジタルヒューマン)を用いてその人の状態を解析・推定する行動理解技術、推定結果に基づいて日常生活環境を制御することで、危険防止、事故の早期発見、生活向上支援などを行う行動活用技術を開発することにある。また、これら開発した人間行動観察・解析・活用技術の3技術を、医療/福祉分野・育児分野・住宅分

野・教育分野などの分野へ、要素モジュールとして、統合システムとして、または、社会システムとして応用することを通じて「人を見守るデジタルヒューマン技術」を具体的に構築・検証し、新しい産業の創出を行う。

人間行動観察技術に関して、以下の成果を得た。環境センサ、ウェアブルセンサ、ロボットなどが存在するデバイスリッチ環境における新しいサービスの研究、通常的生活環境を模擬したホームでの人間行動データの蓄積や行動モデリングの研究を行うプラットフォームとして、センサ化ホームを構築した。構築したセンサ化ホームは、リビングキッチン、トイレ、バス、寝室、子ども部屋から構成されており、1218個の超音波センサ、10個の魚眼カメラを設置した。

また、メンテナンス性・デモ性・行動実験の際に制御するパラメータ等を考慮して、可動式の壁、脱着式の床・天井・壁から構成した。

超音波3次元タグシステムと加速度センサを統合することで、動作中の超音波タグのみを高速トラッキングする機能(250 Hz サンプリング)を実現した。また、複数の無線バンド(2.4 GHz 帯、80 ch)を使用する機能を実現することによって、広域における人の位置計測を可能にする機能を実現した。ウェアブル型の生体計測センサとしてアクティブ電極、データロガー(1 kHz 3 days 記録可能)、無線通信モジュールからなるウェアブル筋電計を試作し、大人1人による24時間の検証実験を行い27%の誤差で把持回数を推定できることを確認した。日常生活における子どもの事故や行動を観察する技術の一環として、病院で用いるための事故サーベイランスシステムを開発した。従来の事故情報の収集法にある問題を分析し、相互情報量による分類項目の最適化や、協調フィルタリング方式の検索法、検索による効率的入力方法、Webによる入力 I/F など独自の技術を用いた事故事例入力システムを開発した。

行動モデル化・行動解析技術に関しては、以下の成果を得た。68名の被験者(9ヶ月から3歳の乳幼児とその母親)を一般公募し、計測実験を実施した。実験データを用いて、行動に影響を与えるモノの属性の解明、それらと月齢との関係の解明を行い、距離と Looking 回数との関係を明らかにした。月齢と行動の関係、モノとの距離と興味との関係を確率を用いて数式化することで乳幼児行動モデルを構築した。構築したモデルの有効性を検証するために、乳幼児行動モデルによる行動推定結果と大人による解析結果とで比較した。情報検索性能の指標である F 値を用いた比較では、行動のランダム再生と比較して2倍程度の性能が得られた。乳幼児行動モデルと可視化エンジンを統合し、乳幼児行動を可視化する機能を実現した。過去の事故事例4,000件から事故シナリオ作成可能な事例1,000件を抽出し、典型的な事故事例100件を選定し、選定した事故シナリオを手作業で定義し、細かい行動をシミュレーションする機能で生成し、

典型事故事例100個を動画化した。この動画の使用ライセンス契約を株式会社ベネッセコーポレーションと締結し、同社の Web 上で事故防止用動画コンテンツの配信サービスを開始した。この配信サービスにより平成18年3月現在1,520人の保護者に対して、18,974動画を配信した。20代の男女12名の一日の行動とその行動に関係しているモノとの関係性を継続的に記録し、人間の行動を計算論的にモデル化するための欲求ネットワークの構築に着手し、ネットワークを視覚化した。

実世界サービス技術に関しては、以下の成果を得た。センサネットワークによる見守り支援が必要とされている現場として特別養護老人ホームに焦点をあて、高齢者の車椅子からベッドへの移乗行動のモニタリング機能を実現し、特別養護老人ホームでのシステム検証実験を行った。老人ホームで2ヶ月に及び車イスの位置データを蓄積し、このデータを用いて、高齢者の位置遷移や行動の発生時刻を解析した。解析結果を行動ダイアグラムとして視覚化することにより、一日の行動履歴を容易に知ることができるようになり、またこれを老人ホームのスケジュールと比較することができるようになった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

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

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

【研究代表者】加賀美 聡
(ヒューマノイドインタラクションチーム)

【研究担当者】加賀美 聡、西脇 光一、宮腰 清一、
(兼)松井 俊浩(常勤職員4名)

【研究内容】

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

対人サービス可能なデジタルヒューマン技術の確立のために平成16年度は5つのサブテーマの研究を行った。

1) 歩行、全身運動、物体把持、視覚、触覚、音声、などを統合した対人サービス用ヒューマノイドロボットの

システム開発、2) ヒューマノイドの全身動作生成、リーチング、物体把持のための基本機能の研究、3) ヒューマノイドロボットの自律移動のための基本機能の研究、4) 二足歩行のデジタルヒューマンモデルの獲得と、これによるヒューマノイドロボットの歩行改善、5) 対人インタラクションのための視覚・音声機能の研究、それぞれの項目では下記の研究を行った。

1) 対人サービス用ヒューマノイドロボットシステムの設計・開発

平成15年度に対人サービス用全身型ヒューマノイドロボット HRP2-DHRC を開発した。このロボットを用いて環境を計測し、動作を計画しながら、全身を制御して対人サービスを行うヒューマノイドロボットシステムを開発する。

2) 全身動作・把持・リーチング手法の研究

人間のデータを核とした力学的・形状・構造的なモーションプランニング手法の開発とヒューマノイドロボットでの実現。3次元視覚に基づく物体の発見や位置姿勢認識手法の研究。物体へのリーチング、全身自由度の有効な使い方の研究

3) 視覚を用いたロボットの自律歩行(移動)機能の研究

視覚からの SLAM (位置同定と地図作成) 手法の研究。得られた地形情報からの高速な移動計画手法の研究。グローバルな経路計画とローカルな接地計画を統合する手法の研究とシステム開発。

4) 高速・効率的・安定した二足歩行のデジタルヒューマンモデルの確立

人間の歩行のモーションキャプチャ、床反力計測・分布圧力計測を行いモデル作成とデータベース作成を行う。このデータから人間の力学的パラメータの同定手法を研究する。次に得られたモデルからロボットの歩行と人間の歩行を比較し、人間の歩容のモデル化を行う。また人間の歩行をモーションキャプチャシステムにより計測し、個人特徴を計測する手法を研究する。

5) 視覚と音声による対人インタラクション機能の研究

3次元視覚を用いたシーンからの人間発見・姿勢推定。人間形状データベースからのマッチング手法の開発。形状データベースの作成、視覚からの人間の視線検出・顔の向き検出手法の研究、マイクアレイに音源定位・音源分離手法の研究、マイクアレイからの音声認識システムの開発

6) 実時間分散ネットワークプロセッサの設計

ヒューマノイドロボットの制御と視覚・音声処理や経路計画のような計算能力向上のための実時間分散ネットワークプロセッサ RMTP を設計し、このプロセッサ上で動作する Linux をベースにした実時間 OS の検討を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】ヒューマノイドロボット、二足歩行、3

次元視覚、地図作成、位置認識、経路計画、実時間分散ネットワークプロセス
研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7

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

〔研究代表者〕 栗山 繁（豊橋技術科学大学）

〔研究担当者〕 川地 克明（常勤職員1名）

〔研究内容〕

障害物が入り組んだ狭隘な環境における人間の動作は、その環境内の物体の大きさや位置に影響を受けて変化する。本研究では、ボディの形状の外観と乗降性とを両立した自動車の設計を支援することを目的とし、人間の乗降動作が変化する範囲を計算機上で予測するための手法を研究する。このような乗降動作の予測は、動力学的な数値モデルを計算機上に構築し、消費エネルギー最小化等の評価関数に基づく最適化によって行うことが可能である。しかし、十分な精度を得るための詳細なモデル化はユーザの個別対応が困難であり、かつ、レディメイド製品である車両設計には不適であると考えられる。そこで本研究では、どのような乗降動作がありうるかを実際の動作データを観察することによって設計者に示すという実例ベースの予測・可視化手法を用いてこの問題にアプローチする。具体的には、実際の自動車座席のモックアップのレイアウトを変更しながら多数の乗り込み運動データを測定し、これらの運動をその類似度に基づいて動作分布図としてレイアウトすることで、どのような動作がありうるかを設計者に提示する。また、動作分布図上の任意の点で動作を合成することにより、新しい設計パラメータに対してどのような動作が対応するかの予測を行う。このような手法を適用することによって設計の初期段階における車体形状の乗降性の予測が可能になり、設計リードタイムの短縮と試作コストの削減が期待される。

運転席への乗り込み運動の分布図を生成するために、測定された全ての動作に対して統一された自由度の運動特徴量を定義した。この際、助手席への乗り込み動作において定義した運動特徴量をそのまま拡張して運転席に当てはめると、運転席への乗り込み動作における運動拘束条件の変化による自由度の増大によって計算量が増加し、また生成される分布図も運動の細部に大きく影響されてしまうという知見が得られた。そこで、実際の車体設計者の協力を得ることにより、特徴量のうち特に設計者が着目し、乗り込みについて影響の大きい特徴量だけを抽出することにより、設計者にとって理解しやすい分布図を生成できる特徴量の定義を行った。また、乗り込み動作と設計パラメータとの関係が設計者にとって理解しやすい動作分布図の生成を目的として、運動特徴量の各要素に自動的に重み付けを行う手法を開発し、運動の特徴量から個人間の動作のくせなどに起因する差を除去

し、設計パラメータが動作に与える影響のうち個人に依存しない部分を重視する運動特徴量を定義することを可能にした。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 デジタル設計、可視化、モーションキャプチャ

⑩【近接場光応用工学研究センター】

(Center for Applied Near-Field Optics Research)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：富永 淳二

副研究センター長：深谷 俊夫

所在地：つくば中央第4

人員：11名（10名）

経費：133,286千円（113,004千円）

概要：

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

 発 表：誌上発表32件、口頭発表67件、その他6件

スーパーレンズテクノロジー研究チーム

(Advanced Super-RENS Technology Research Team)

研究グループ長：中野 隆志

(つくば中央第4)

概 要：

産総研の独自技術として開発を進めてきた光学非線形薄膜を応用した光超解像技術「スーパーレンズ」を青色レーザーを用いた最先端の光ディスクシステムに適用し、50~100 GB/layer の記録容量を実現するための研究開発を進めた。今年度は、本システムの実用化のための課題となっている、信号読み出しの耐久性向上、信号検出・処理技術の最適化等を共同研究企業と一体となって進め、記録膜材料の新規開発による100,000回の再生耐久性、信号処理技術の最適化等による、ROM 基板（最短ピット長：75 nm）における 10^{-5} order の bER を達成した。今後は、100GB-1TB級の記憶容量を有する大容量光ディスク・システムの実現化を最終目標として研究展開を行う。

また、「スーパーレンズ」からの派生技術として、可視光半導体レーザーを用いた熱リソグラフィシステムの開発を進め、大面積、高速ナノ構造作製技術・方法・装置として民間企業への技術移転を実施している。

研究テーマ：テーマ題目 1

表面プラズモン光応用デバイス研究チーム

(Applied Surface Plasmon Device Research Team)

研究グループ長：栗津 浩一

(つくば中央第4)

概 要：

貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発

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

研究テーマ：テーマ題目 2

近接場光基礎研究チーム

(Nano-Optics Research Team)

研究グループ長：深谷 俊夫

(つくば中央第4)

概 要：

近接場光基礎研究

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

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目2、テーマ題目 3

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

[研究代表者] 中野 隆志

(スーパーレンズテクノロジー研究チーム)

[研究担当者] 島 隆之、栗原 一真、(兼)富永 淳二、(兼)深谷 俊夫、(兼)桑原 正史、(兼)Paul Fons、(兼)Kolobov Alexander (常勤職員7名、契約職員2名、ポスドク1名、外部共同研究者)

[研究内容]

超高密度光記録による、サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世代大容量光ディスク・システムを開発するため、「スーパーレンズ」と名付けた産総研の独自の超解像技術を、運営交付金とマッチングファンドを利用した、企業との開発型共同研究によって進めている。近接場光応用工学研究センターでは、「スーパーレンズ」技術を生み出す光学非線形応答薄膜を研究の核として、微細なマークを高精度に記録し、高感度で読み出し続けるディスク構造や材料の開発、最適信号処理方法の探索等をおこなっている。平成18年度の成果として、①記録膜材料の新規開発により、単一周波数信号による100,000回の再生耐久性、固定パターン信号による50,000回の再生耐久性を実現した。②信号処理技術の最適化等による、ROM 基板（最短ピット長：75 nm）における 10^{-5} order の bER を達成した。

[分 野 名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] データストレージ、先進光技術、光ディスク

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

金)

(存続期間：2003. 4. 1～)

〔研究代表者〕 粟津 浩一

(表面プラズモン光応用デバイス研究チーム)

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

〔研究内容〕

平成14年度に「スーパーレンズ」の派生技術として開発された新規貴金属ナノ構造体作製技術(貴金属酸化物のプラズマ還元法)を用いて、新規光デバイスの創製、分子センシングへの応用を図っている。平成17年度は、平成16年度に引き続き、Ag ナノ粒子作製条件の検討と、ラマン分光法と組み合わせた高感度分子認識技術を応用したプロトタイプの作製と実証を中心に研究活動を展開した。その結果として、①酸化銀薄膜による表面増強ラマン分光法により、 10^{-8} M の分子検出に成功した。②酸化銀薄膜をプラズマ還元する銀ナノ粒子薄膜を用いて、波長シフト型の分子センシングが可能であることを証明した。③流路型酸化銀分子センサーの応用を展開した。④バイオ DVD の基礎実験を開始し、機能することを確認した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス、バイオ応用

〔テーマ題目3〕 近接場光基礎研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 深谷 俊夫

(近接場光基礎研究チーム)

〔研究担当者〕 Alexander Kolobov、桑原 正史、Paul Fons(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

新規近接場光応用システム・デバイスの提案及びセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規近接場光応用システム・デバイスの探索研究を実施し、実験及びコンピュータによるシミュレーション技術を用いて、局在光の特性を正確に把握するとともに、新規光デバイスの創製を検討している。平成17年度の主な成果として、①放射光利用 X 線構造解析によって、スーパーレンズ関連記録材料の原子レベルでの構造を研究し GeSbTe に加え新たに AgInSbTe 系相変化記録材料についての構造解析を実施するとともに、圧力変化に伴う相変化現象を解析した。②相変化スイッチング現象を X 線パルスで解析する研究に着手した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス

⑬【ダイヤモンド研究センター】
(Diamond Research Center)研究センター長：藤森 直治
副研究センター長：鹿田 真一所在地：つくば中央第2、関西センター
人員：11名(10名)

経費：243,689千円(176,717千円)

概要：

ダイヤモンドは宝石や耐摩耗材料として知られているが、半導体材料、光学材料等としても優れた特性を有しており、さらに生体適合性や電子放出特性などの新たな有用な特性が明らかになっている。当センターは応用分野が多岐にわたるダイヤモンドを、材料からのシーズ開発を行って産業化へ結びつける研究開発を目指している。

ダイヤモンドの気相合成法が確立され、形態や純度などの制御が可能となったことで、上記の様々な優れた特性を利用するための製品開発が行われてきた。しかし、現状では限定された製品への展開に留まっており、産業としてのインパクトのある製品の開発が期待されている。この為には素材作製技術から製品化技術までの様々な段階を総合的に研究開発することが必要であり、当センターは本格研究を実践することでこの目的を達成することを期している。特に、エレクトロニクス材料としてダイヤモンドを捉えることで、素材からデバイス化までの幅広い技術開発を推進する。

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

- ① ショットキーバリアード等のパワーデバイス：高耐電圧や高温動作などを生かした電力用 SBD の開発を中心に、将来の省エネ電力変換素子への発展を期した様々な技術開発を行っている。
- ② 電子放出デバイス：ダイヤモンドは負性電子親和力を持ち、電子放出が容易である。この特性を生かして実用的なデバイスとするには、長、短期の安定性や大電流化が必要である。表面状態の最適化を含めた電子源への適用技術の開発を行っている。
- ③ バイオセンサー：ダイヤモンドは生体適合性があり、DNA の固定強度が強いなどの特性があり、こ

れらを利用したバイオ応用が期待されている。
DNA 等の生体物質の微量、高速検出を中心とした
センサー開発を行うとともに、将来のダイヤモンド
の生体内利用につながる様々なデバイス開発を進め
ている。

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

- ① 大型単結晶基板の製造技術：インチサイズ以上の
大型単結晶基板はデバイス応用には必須の素材
であり、これを実現すべく高速成長技術、大面積
合成装置技術や加工技術などに総合的に取り組
んでいる。
- ② エピタキシャル成長やドーピング等の半導体製
造に必要な合成技術：半導体ダイヤモンドの利
用には高品質の結晶や不純物ドーピングの制御
が必須であり、現在の技術を高度化する必要が
ある。ダイヤモンドの気相合成技術の改良や、
カソードルミネッセンス等の評価手法研究を
中心に、これらの課題に取り組む。
- ③ 表面修飾技術：ダイヤモンドの表面物性は、
吸着原子や分子によって大きく変化し、その利
用は非常に多角的になると考えられる。上記の
バイオセンサーや電子源としての応用以外でも
その利用は重要であり、応用に合致した特性
評価とともに表面構造の原子レベルの評価を
進め、実用特性の改善と安定な形成技術を確
立する。

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

外部資金：

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費
「動的アニール・ソフトイオンビームプロセスによる高
品質ダイヤモンド半導体基盤技術の研究」

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

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

発表：誌上発表59件、口頭発表77件、その他7件

デバイス開発チーム
(Device R&D Team)

研究チーム長：鹿田 真一

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンドの優れた半導体特性並びに熱伝導率等
を活かした各種デバイスの研究開発を行う。高温動
作・大電流・高耐圧といった特徴を持つ将来の省エネ
型パワーデバイス、大電流・低しきい値電圧の電子放
出デバイス、高周波動作、高 Q 値の MEMS 関連デ
バイス、などを中心に開発する。これらを実現する上
で必要な各々の応用に必要な材料技術、プロセス技
術、デバイス要素技術、シミュレーション技術などを最
適化し、応用分野の要求を踏まえたデバイス設計、ま
たダイヤモンドデバイスの特徴を活かすための実装技
術など、将来の広い展開を見据えたデバイス基礎研
究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

表面デバイスチーム

(Surface Functionalized Device Team)

研究チーム長：Nebel Christoph Erwin

(つくば中央第2)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 2

単結晶基板開発チーム

(Diamond Wafer Team)

研究チーム長：茶谷原 昭義

(関西センター)

概要：

ダイヤモンドの応用に欠かせない実用的な1イン
チ以上の単結晶基板を製造する技術開発を行う。そ
のため、大型化への自由度が高い気相合成技術を
中心に検

討し、経済的にも成立しうる技術として確立する。合成速度の向上、大面積化、電子デバイスへ適用できるレベルの欠陥状態の実現等の合成技術を中心的な研究対象とする。さらに研磨、切断などのウェハを製造するために必要な加工技術も開発する。最終的な到達目標としては、1インチ単結晶基板の量産技術を研究開発の目標においている。

研究テーマ：テーマ題目3

【テーマ題目1】電子デバイス開発

【研究代表者】 鹿田 真一（デバイス開発チーム）

【研究担当者】 山田 貴壽、梅澤 仁、上塚 洋、

Kumaragurubaran Somu、池田 和寛
 （常勤職員3名、他3名）

【研究内容】

ダイヤモンドは物質中最高値である絶縁破壊電圧や熱伝導率などを有し、高耐圧、高温動作の省エネパワーデバイス材料として期待されており、この実現へ向けて様々な要素技術研究を行っている。また電子源については、放出電圧の低減、安定性、寿命など残る課題をクリアして、実用的な電子源モジュールを試作することを目的に研究を実施している。パワーデバイスに向けた研究では、エピ膜質の欠陥低減、絶縁破壊電界の向上に関して、マイクロ波 CVD 合成技術開発を行い、異常結晶欠陥を低減し、絶縁破壊電界は、昨年出したダイヤの世界記録2.2を上回り、また SiC の2.4を上回る3.1 MV/cmを得ることができた。ショットキーダイオードで耐熱高融点金属を用い、表面処理技術により高バリアハイト化が可能になり、高温（150℃）でもリーク電流を低減できた。電子源応用研究では、ダイヤモンド再構成表面が電子放出に優れるという昨年の成果に基づき、高温アニール条件の最適化とその表面の解析を実施しその範囲は、表面再構成し、グラファイト化するまでの温度範囲にあることを確認できた。さらに、ダイヤモンド MEMS 研究開発との位置付けとして、NEDO のナノテクチャレンジ PJ “ナノ細胞マッピング用ナノ針” を遂行している。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド、半導体、デバイス、パワーデバイス、電子源、MEMS

【テーマ題目2】バイオ機能デバイス開発

【研究代表者】 Nebel Christoph Erwin

（表面デバイスチーム）

【研究担当者】 渡邊 幸志、

Dharuman Venkataraman、
 Yang Nianjun（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

ダイヤモンド基板上にリンカー分子とクロスリンカー分子の2重層によって、DNA 等の生体物質の固定が可

能となっているが、この2重層がセンサー特性に大きな影響を及ぼすため、その改良を進めている。アミンやフェニルをリンカー分子として固定し、その状態を AFM や XPS で詳細に観察し、単分子層の厚さを明確にした。

これらの構造を使って ISFET（イオン感受性電界効果型トランジスタ）と電気化学的センサーを試作している。単結晶ダイヤモンド表面に水素終端した構造で作成した ISFET では、DNA のハイブリダイゼーションによって50～100 mV のゲート電圧シフトを観察した。一方、電気化学的センサーは、先述の2重層の形成密度や厚さを制御することで、再現性のある計測が可能となっている。DNA のハイブリダイゼーションの検出では10～15%の電流変化を観察している。この計測には2重層が電気的には容量成分となることから、インピーダンス計測を行って情報解析の高度化を図って行く。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド、表面修飾、電気化学、バイオセンサー

【テーマ題目3】単結晶基板開発

【研究代表者】 茶谷原 昭義（単結晶基板開発チーム）

【研究担当者】 奎野 由明、坪内 信輝、山田 英明
 （常勤職員4名）

【研究内容】

本年度は、主として大型単結晶合成技術、ウェハ化技術及び大面積合成装置技術について開発に取り組んだ。大型単結晶合成技術：超高压（HPHT）合成の単結晶ダイヤモンド基板（Ib型）を種結晶として、マイクロ波 CVD 法により一次元成長法を2回以上繰り返し、大型種結晶を作製する技術開発を昨年引き続き実施した。これまでに最大6×9×5 mm³種結晶（重さ1.3 g）の開発を行った。

ウェハ化技術：「ダイレクトウェハ化技術」と名づけた新規ウェハ製造方法を確立した。成長前の種結晶にイオン注入によって欠陥層を導入しておき、成長後に欠陥層をエッチングによって除去することによって成長層を種結晶から分離しウェハとする技術である。ダイヤモンドの工業的な切断法であるレーザー加工では、切断に伴う損失が問題となるが、新開発したウェハ化技術では種結晶の減少は約1 μm 程度ですむのでほとんど損失がない。したがって、ダイヤモンド単結晶基板の実用化に貢献する技術となる。

大面積合成装置技術：ダイヤモンドプラズマ CVD 装置の詳細を反映したシミュレーション技術を活用し、電力効率のよい大面積ダイヤモンド合成装置を提案・試作し、実際に1インチ径内で50 μm/h 以上の成長速度を確認した（市販 CVD 装置では10 μm/h 以下）。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、結晶成長、ダイヤモンドウェハ

⑩【バイオニクス研究センター】

(Research Center of Advanced Bionics)

(存続期間：2003. 8. 1～)

研究センター長：軽部 征夫

副研究センター長：新保 外志夫、横山 憲二

所在地：つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、八王子サイト

人 員：14名 (13名)

経 費：558,722千円 (294,607千円)

概 要：

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

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

具体的には、産学官連携による二次元電気泳動を利用したプロテインシステムチップの開発、糖鎖を主成分とした分子認識素子の創製とそれを利用した有害タンパク質検出システムの構築、細胞のセンシングとその機能制御が可能な材料表面構築技術とそれを応用したデバイス・システムの開発、癌の早期診断マーカーであるプラディオンを用いた診断キットの開発を行っている。

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費

「化学剤・生物毒素の一斉現場検知法の開発」

文部科学省 科学技術振興調整費

「生物化学テロにおける効果的な除染法の開発」

経済産業省 原子力試験研究委託費

「高選択性分離膜による放射性廃液処理と放射性廃棄物エミッションの低減化の研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業/バイオ材料

(タンパク質など)の選択的修飾技術」

独立行政法人科学技術振興機構 大学発ベンチャー創出推進事業

「二次元培養細胞マニピュレーション装置の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金

「二次元マトリクスアッセイを実現する閉鎖流路型細胞アレイのテイラーメイド作製技術」

文部科学省 科学研究費補助金

「特定有害タンパク質をターゲットとした高感度分析用糖鎖チップの構築技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金

「シグナル分子の抗体と阻害剤の開発と機能解明」

文部科学省 科学研究費補助金

「分割した転写因子の機能回復によるタンパク質相互作用検出法の開発」

日本学術振興会 科学研究費補助金・特別研究員奨励費

「糖鎖-タンパク質の特異的相互作用を利用した、毒素検知センサー開発のための基盤研究」

日本学術振興会 科学研究費補助金・特別研究員奨励費

「糖鎖を用いた、食中毒菌の生産する有害タンパク質の高感度検知法の開発」

発 表：誌上発表29件、口頭発表108件、その他7件

プロテインシステムチップチーム

(Research Center of Advanced Bionics Proteomic Device Team)

研究チーム長：横山 憲二

(つくば中央第4、八王子サイト)

概 要：

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

1. 個別化医療のためのプロテインチップの開発

個別化医療のためのプロテインチップの開発では、タンパク質を分離する全自動二次元電気泳動システムとタンパク質を検出するウエスタンブロットティングシステムを組み合わせた装置の開発を行っている。本年度は、全自動二次元電気泳動システムについて、再現性、感度、定量性の向上など、

製品化に必要な改良を加えた。また二次元電気泳動から引き続きウエスタンブロッティングを行えるチップを試作した。

一方、バイオチップ、二次元電気泳動等のマーカーとして使用するための臨床検査対象標準タンパク質として、TNF α 、IL-6をヒト cDNA ライブラリからクローニングし、大腸菌を用いて作製した。

2. バイオ MEMS 作製技術を用いた次世代バイオチップ等

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

研究テーマ：テーマ題目 1

糖鎖系情報分子チーム

(Research Center of Advanced Bionics Glyco-Informatics Team)

研究チーム長：鶴沢 浩隆

(つくば中央第5)

概要：

当チームでは、人にとって大変有害なタンパク質や毒素等を、高感度に迅速に検出するための研究を展開している。これらの研究は、毒素やウイルスなどが細胞表面の糖鎖に結合して感染する事実を材料工学的に模倣したものである。本チームでは、認識ツールとしての糖鎖合成とそのセンサー基板への固定化、さらには、毒素等の高感度検知技術に関する研究を展開している。

研究テーマ：テーマ題目 2

バイオナノマテリアルチーム

(Research Center of Advanced Bionics Bio-Nanomaterials Team)

研究チーム長：金森 敏幸

(つくば中央第5)

概要：

当チームでは、細胞のセンシングとマニピュレーションが可能なバイオチップの開発をミッションとする。具体的には、高分子材料-細胞間の相互作用について物理化学的な理解を深め、細胞が有する複数の分子素子・ドメイン間の精緻な協調に基づく“ビビッドな”機能を人工的に再現することにより、今までの人工材料には無かった高次な機能を発現しうる人工材料・分子デバイスを開発する。具体的に本年度は、1) 目的

とする細胞を連続的に分離する技術 (セルセパレーション)、2) 個々の細胞を操作する技術 (セルマニピュレーション)、3) 細胞を体内に埋め込む技術、の実用化を目指す。以上の目標を達成するための研究要素としては、1) 材料表面での細胞培養技術と材料-細胞間相互作用の評価、2) 機能性分子素子の設計・合成及び機能評価、3) 高分子構造の微細制御と機能性分子素子の組み込み技術、4) 物理刺激による高分子機能の遠隔制御技術、5) 機能集積材料によるデバイス・システムの理論設計、の5つの技術課題を掲げ、研究開発活動を実施した。

研究テーマ：テーマ題目 3

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

[研究代表者] 横山 憲二

(プロテインシステムチップチーム)

[研究担当者] 横山 憲二、平塚 淳典、鈴木 祥夫、宮地 寛登、木下 英樹、福森 隆志、壺岐 純子 (常勤職員4名、他3名)

[研究内容]

本研究課題は、これまでに開発を行ってきた高速全自動二次元電気泳動システムを改変し、二次元電気泳動後のサンプルをそのままの位置で基板またはメンブレンに写し取り、サンプル (患者個人) ごとに異なったプロテインチップ、いわゆるパーソナルプロテインチップを作製するシステムを開発するものである。また作製したパーソナルプロテインチップに患者血清や抗体カクテルを反応させ、疾患関連タンパク質の検出を行うシステムの開発を併せて行う。すなわち、タンパク質を分離する二次元電気泳動システムとタンパク質を検出するウエスタンブロッティングシステムを組み合わせた装置の開発を行っている。

二次元電気泳動は複数のタンパク質の分離に広く使われている方法である。一般には一次元目に等電点電気泳動 (IEF)、二次元目にドデシル硫酸ナトリウム-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) を行う方法が最も多用されている。近年は、生体内でのタンパク質機能解明のために二次元電気泳動を使ったプロテオーム解析が多く行われていて、二次元電気泳動のハイスループット化が求められている。しかしながら、二次元電気泳動は操作が煩雑であり、最終的なサンプルの検出までの時間が非常に長く、しかも再現性よく結果が得られない。そこで我々は、これらの煩雑な手作業の操作をコンピュータ制御の自動搬送システムを用いることにより、すべての操作を短時間に全自動で行える二次元電気泳動システムを開発した。システムは、IEF チップ、反応溶液チップ、SDS-PAGE チップ、IEF 及び SDS-PAGE 用電極、自動搬送システム、冷却装置、蛍光検出システム (励起光源、CCD カメラ、フィルター)、電気泳動用

電源、制御用コンピュータからなる。反応溶液チップには、タンパク質溶液槽、IEF ゲル膨潤槽、IEF 槽、洗浄槽、タンパク質中間染色槽、SDS 平衡化槽からなり、IEF チップが順次、各槽へと移動し反応が起こる。最後に、IEF チップが SDS-PAGE チップのスタートラインのゲルに接触し、SDS-PAGE が開始される。タンパク質の分離は、CCD カメラにより、分離過程を含めて観察することができる。

18年度は、反応溶液チップの構造を改変することにより、タンパク質試料の導入において、高い再現性が得られた。また SDS-PAGE チップの構造を改変することにより、引き続きウエスタンブロッティングが行えるシステムの作製に成功した。

一方、バイオチップ、二次元電気泳動等のマーカーとして使用するための臨床検査対象標準タンパク質として、TNF α 、IL-6をヒト cDNA ライブラリからクローニングし、大腸菌を用いて作製した。

【分野名】 ライフサイエンス

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

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

【研究代表者】 鶴沢 浩隆（糖鎖系情報分子チーム）

【研究担当者】 鶴沢 浩隆、和泉 雅之、篠崎 由紀子、加藤 治人、西田 大輔、永塚 健宏、小山 直宏、S. Roy、S. Sarkar、X. Zeng（常勤職員2名、他8名）

【研究内容】

当研究室では、これまでに有害タンパク質を高感度に検出する研究に取り組んできた。なかでも、機能性分子としての糖鎖合成、糖鎖の基板への固定化、有害タンパク質の高感度検知に重点を置き研究を進めている。本年度は、糖鎖の基板への固定化について報告する。

これまで我々は、糖鎖の固定化法として、気水界面単分子膜を用いた LB 法、ポリアニオン性糖鎖ポリマーを用いた交互積層法、自己集積化単分子膜（SAM）法について検討してきた。本年度は、糖誘導体にビオチンを導入し、これを基板に固定化する方法について検討した。

還元末端側の配糖体に p-アミノフェニル基を有する3糖をモデルに選び、これをケモエンザイム法により合成した。この末端アミノ基に適当なスペーサーを有するビオチンを縮合させ、ビオチン化した糖誘導体へと変換した。次に、これを金表面にストレプトアビジンを結合させたチップに固定化した。

表面プラズモン共鳴により、標準タンパク質であるレクチンを作用させたと、特異的にその糖鎖チップに

結合していることを確認した。本法は、これまで検討してきた糖鎖固定化法と同様、糖鎖を簡便に固定化する手法としてその利用が期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖、ビオチン、合成、表面プラズモン共鳴

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

【研究代表者】 金森 敏幸

（バイオナノマテリアルチーム）

【研究担当者】 金森 敏幸、馬場 照彦、須丸 公雄、高木 俊之、杉浦 慎治、岡村 愛子、枝廣 純一、高井 克毅、Andras Szilagyi、吉田 史子、大島 裕貴、菊池 鏡子、井上 真美、小松 寛、今野 航、佐伯 大輔（常勤職員5名、他11名）

【研究内容】

現在、バイオテクノロジー研究は、ゲノムからプロテオームへと推移している。もう一つの重要な点は、SNPs や一分子計測のように、個々の分子をターゲットとする技術が求められていることである。我々はこういった流れを早くから捕らえ、やがては個々の細胞がターゲットとなるであろうと予想し、単一細胞レベルでのセンシングやマニピュレーションに関する技術開発を進めてきた。

具体的には、細胞の働きを模倣しつつ、機能性分子素子を開発し、それを材料表面上に任意に配列させ、材料間に生物特異な“vivid”な機能を発現させることを目指してきた。その結果、具体的には細胞膜の膜タンパク質を利用した細胞センシングシステム、精密な細胞分離技術、あるいは培養細胞のハンドリング技術などについて、実用化の方向性がはっきりしてきている。さらに我々は、 μm オーダーの大きさの細胞を個々に操作するためにはマイクロ空間で操作することが必須であると考え、チーム内で研究開発している全ての技術を最終的にはチップに組み込むことを想定して研究を進めてきた。そのために不可欠であるマイクロチップ上での流体制御技術の開発についても、既にある程度の目処が立っている。

これらの技術のうち、光によって培養細胞を個々の細胞レベルでパターンニングできる技術（オンデマンド二次元細胞マニピュレーション技術）は、既にベンチャー企業設立が現実的な視野に入っている。さらに、次の段階として、その技術を用いた創薬支援用細胞チップ（動物実験に代わって薬理効果スクリーニング可能な細胞チップ）の開発にも着手している。

細胞分離技術及び細胞センシングシステムについては、試験管レベルではある程度の成果が得られているが、今

後の課題は機能向上とチップへの組み込みである。

最終的には以上述べた全ての技術をチップ上に集積することにより、個々の細胞をセンシング及びマニピュレーションすることができるバイオチップ(次世代型細胞チップ)を世界に先駆けて開発する。

さらに、細胞分離技術として本年より研究に着手した新しい方法(アルギン酸ビーズとある生体物質を組み合わせ使用。知的財産保護のため、ここでは詳細を記さない)は、それ自体で新しい細胞分離技術としての実用化が期待できるため、早い段階でアライアンス先を探し、製品化を図る。また、細胞センシングシステムとしては、人工脂質/膜タンパク質ハイブリッド膜の応用を検討しているが、それ自体でも污水处理システム(重金属の濃縮)などへの応用が期待できるため、研究の進捗状況を見ながら、適宜製品化を図る。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 セルセンシング、セルマニピュレーション、機能性脂質、刺激応答性高分子材料、バイオチップ

②【水素材料先端科学研究センター】

(Research Center for Hydrogen Industrial Use and Storage)

(存続期間：2006. 7. 1～2013. 3. 31)

研究センター長：村上 敬宜

副研究センター長：佐々木 一成、緒方 富幸、
四元 弘毅

所在地：福岡西事業所、つくば西事業所

人員：11名(8名)

経費：1,073,964千円(167,462千円)

概要：

水素エネルギーは、わが国のエネルギー安定供給に大きく寄与し、地球温暖化や都市域の環境問題を解決する切り札として期待されています。しかしながら、水素エネルギーを利用するためには、高圧状態や液化状態における水素の物性解明や、水素により材料の強度が低下する水素脆化現象のメカニズム解明など、解決しなければならない課題が少なくありません。本研究センターは、水素エネルギー利用社会の実現を技術的に支援するため、水素と材料に関わる種々の現象を科学的に解明して各種データを産業界に提供するとともに、経済性を考慮しつつ安全に水素を利用するための技術指針を確立することをミッションとしています。これにより、わが国の新エネルギー技術開発プログラムのキーテクノロジーである燃料電池とそれに関連する安全な水素インフラの開発・普及を図り、産総研第2期中期計画「燃料電池自動車の70 MPa 級高圧水素

貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う」の達成に向けて研究を実施しています。

外部資金：

NEDO「水素先端科学基礎研究事業」

その他(公益法人経由)「水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価」

発表：誌上発表10件、口頭発表23件、その他2件

水素材料強度特性研究チーム

(Hydrogen Fatigue and Fracture Team)

研究チーム長：松岡 三郎

(福岡西)

概要：

水素が、実際の使用環境におかれた機械の材料強度にどのような原理でどのような影響を与えるのかを科学的に解明し、水素利用機械システムの設計・保守技術の確立を目指します。具体的には、高圧水素環境下で金属や非金属(ゴムや樹脂等)に対して、長時間の連続疲労強度試験を行うなど、材料強度に関するデータを整備するとともに、こうした環境下で使用される機械の設計・製造における信頼性を確保するための解決策を確立します。

研究テーマ：テーマ題目1

水素トライボロジー研究チーム

(Hydrogen Tribology Team)

研究グループ長：杉村 丈一

(福岡西)

概要：

軸受・バルブなど機械の可動部では、必ずトライボロジー(摩擦・摩耗・潤滑)の問題が発生します。水素を利用する機器においてもそれは例外ではありません。しかし、水素がこうしたトライボロジーにどのような影響を及ぼすのかについては、世界的にもほとんど明らかになっていません。こうしたことから、トライボロジーにおける水素の影響を解明し、実際に使用される機器類の信頼性評価の方法を確立するとともに、機械システム設計の指針を提案することを目指します。

研究テーマ：テーマ題目2

水素物性研究チーム

(Hydrogen Thermophysical Properties Team)

研究グループ長：藤井 丕夫

(福岡西)

概要：

水素エネルギー利用を実用化するためには、実際に使用する機器の信頼性や安全性が保障された設計をす

ることが重要です。このような設計を行う上で、高圧・高温状態の水素がどのような物理的性質をもっているかを正確に計測し、そのデータを蓄積する必要があります。しかし、高圧・高温状態の水素の PVT データ（圧力・比体積・温度）、熱伝導率、粘性係数、比熱、水溶解度といった物性値のデータ蓄積は十分ではありません。そこで広範な水素の物性値を正確に計測する装置を開発し、測定データをデータベース化して提供していくことを目指します。

研究テーマ：テーマ題目 3

水素シミュレーション研究チーム
(Hydrogen Simulation Team)

研究グループ長：村上 敬宜

(福岡西)

概 要：

本研究センターにおける高圧水素の研究では、圧力や温度など様々な条件が絡むことになり、単純に実験を繰り返すだけでは、多くの時間とコストがかかります。そこで、九州大学が開発したシミュレータを高圧水素関連の機械システム設計に利用できるものへと改良を加え、研究・開発のコスト削減と期間短縮に貢献します。また、他の研究チームと連携しつつ、様々なシミュレーションを実施し、水素関連技術における信頼性ある計算科学技術と、シミュレータを開発します。

研究テーマ：テーマ題目 4

水素脆化評価研究チーム
(Hydrogen Dynamics in Metals Research Team)

研究グループ長：福山 誠司

(つくば西)

概 要：

水素エネルギーの実用化にあたっては、実際に水素環境下で使用する機器類に対する水素脆化の度合いや進展状況を正確に計測し、評価することが必要になります。そこで、水素脆化の機構解明のための原子・分子レベルでの観察等を通じて、水素と金属の相互作用を微視的に明らかにするとともに、水素脆化評価技術を体系化し、評価手法の標準化を図ります。また、金属系材料の水素脆化評価のための試験装置を開発します。

研究テーマ：テーマ題目 5

[テーマ題目 1] 高圧水素環境下長時間使用での材料特性の研究開発（運営費交付金、外部資金）

[研究代表者] 松岡 三郎

(水素材料強度特性研究チーム)

[研究担当者] 村上 敬宜、近藤 良之、高木 節雄、土山 聡宏、濱田 繁、福島 良博、

峯 洋二、高井 健一、早川 正夫、Jean-Marc Olive、Sergiy M. Stepanyuk、山辺 純一郎、堤 紀子、大西 勝、堀田 敏弘
(他16名)

[研究内容]

水素を次世代のエネルギーとして安全に利用するため、各種材料の強度が水素により劣化する水素脆化の機構を明らかにし、燃料電池車や水素ステーション等、水素利用に関わる機器に用いられる材料の適正な技術指針を確立することをめざして研究を実施しています。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・ステンレス鋼を高圧水素ガス中に曝露したときの材料中に水素が侵入する最大水素量を評価する手法を開発しました。
- ・疲労き裂進展加速現象を解明するためのマイクロ組織解析技術を開発し、水素の影響により、従来知られていなかった機構でステンレス鋼中のき裂が進展することを発見しました。これにより、水素脆化の機構を統一的に説明する理論の手がかりが得られました。
- ・低合金鋼の疲労き裂進展に及ぼす水素、試験速度、応力比の影響を調べ、水素環境下における疲労き裂進展特性の上限値の存在を突き止めました。これにより、水素ステーションの蓄圧器（水素貯蔵容器）の最安全側疲労設計と管理指針の提案が可能になります。
- ・低炭素鋼の疲労き裂進展に及ぼす水素ガスの影響について調査し、炭素鋼のような低コスト材料利用の可能性を検討するための有用な情報が得られつつあります。
- ・二つの部材が接触しているとき、微小な振動によって接触部に生じるフレッティング疲労という現象に対する水素の影響解明に着手しました。また、非金属材料に対する水素の影響を評価する手法を検討しました。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素脆化、金属疲労、疲労き裂

[テーマ題目 2] 高圧水素トライボロジーの研究（運営費交付金、外部資金）

[研究代表者] 杉村 丈一

(水素トライボロジー研究チーム)

[研究担当者] 村上 輝夫、和泉 直志、澤江 義則、森田 健敬、田中 宏昌、中嶋 和弘、坂井 伸朗、福田 応夫、三室 日朗、佐々木 信也、間野 大樹、村上 敬、奥村 哲也（常勤職員3名、他11名）

[研究内容]

水素エネルギーを利用する機器に組み込まれる軸受やバルブの可動部などのトライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑）に水素が及ぼす影響を明らかにし、燃料電池車や水素インフラ用各種摺動部品の設計指針を確立するとともに、耐水素表面改質の手法を開発してトライボロジー特

性を向上させることをめざして研究を実施しています。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・燃料電池自動車及び水素インフラ機器などでの摺動部品の開発動向、研究動向、試験方法等について国内外の関連機関の調査を行い、水素トライボロジーの重点的に取り組むべき技術課題の一部を明らかにしました。
- ・DLC膜（ダイヤモンド類似炭素膜）を含む各種摺動材料の滑り摩擦摩擦特性の基礎データを取得し、初期表面の清浄度とコーティング膜の組成が摩擦特性に影響する結果を得ました。
- ・軸受鋼材の転がり疲れ試験を実施し、転がり接触下における疲労破壊に水素が影響するメカニズム解明の手がかりを得ました。
- ・バルブ摺動材料の往復動摩擦試験を実施し、一部の材料では常圧の水素中及び窒素中で若干の摩擦が上昇することを見出しました。
- ・常圧水素雰囲気中における滑り摩擦において PTFE（4フッ化エチレン樹脂）の摩耗量が空気及びアルゴン雰囲気中と比較小さくなることを見出し、水素用シール材料として PTFE が有望であることを確認しました。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 トライボロジー、摩擦試験、表面改質

【テーマ題目3】 高圧水素物性の基礎研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 藤井 丕夫（水素物性研究チーム）

【研究担当者】 高田 保之、深井 潤、河野 正道、伊藤 衡平、久保田 裕巳、張 興、Peter Woodfield、藤井 賢一、新里 寛英、迫田 直也、日高 彩子、滝田 千夏、門出 政則、桃木 悟、山口 朝彦、赤坂 亮、小清水 孝夫（常勤職員2名、他16名）

【研究内容】

水素を経済的に利用するためには、液化又は高圧化した状態で水素を輸送・貯蔵することが必要になります。高圧・高温の水素の物性については、世界的にも知見の集積が乏しく、これを解明することが重要な課題となっています。このため、高圧・高温状態における水素のPVT（圧力・比体積・温度）データ、粘性係数、水に対する溶解度を明らかにし、水素を利用する機器の設計に役立つデータを提供すべく研究を行っています。

今年度は、上記の物性の計測方法、測定装置、データ測定動向について調査を実施し、PVT測定装置、細管式粘性係数測定装置、溶解度測定装置を試作しました。また、計測データを利用しやすい形で提供できるデータベースの構成について検討しました。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素物性、PVT、粘性係数、溶解度

【テーマ題目4】 超高压水素環境下シミュレータの研究開発（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 村上 敬宜

（水素シミュレーション研究チーム）

【研究担当者】 金山 寛、柿本 浩一、塩谷 隆二、荻野 正雄、西村 憲治、宮崎 則幸、松本 龍介、武富 紳也、河合 浩志（常勤職員1名、他9名）

【研究内容】

水素を次世代のエネルギーとして安全に利用するため、各種材料の強度が水素により劣化する水素脆化の機構を明らかにするシミュレーション技術を開発し、実験的手法と併用することで水素利用に関わる材料の適正な技術指針を確立することを目標に研究を実施しています。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・鉄中の水素の動きを予測するのに用いられる有望な「鉄-水素ポテンシャルモデル」を見出しました。
- ・分子個々の動きを予測する分子動力学シミュレーションを実施し、水素が存在する場合としない場合とでは、鉄中のき裂進展に大きな差が生じることを確認しました。
- ・低温型結晶構造（体心立方構造）の鉄中における水素の拡散係数を分子動力学法により推定し、実験結果と一致することを確認しました。
- ・物体に圧力が作用している場合の水素の挙動を予測するため、有限要素法によるシミュレーション手法について検討しました。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 シミュレーション、分子動力学法、有限要素法

【テーマ題目5】 水素脆化現象の計測と評価に関する研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 福山 誠司（水素脆化評価研究チーム）

【研究担当者】 横川 清志、飯島 高志、今出 政明、安 白、文 矛、張 林、島 宏美、大曾根 聡子、大場 俊幸（常勤職員6名、他4名）

【研究内容】

安全な水素エネルギー社会構築のため、高圧水素脆化試験装置開発と金属材料の高圧水素脆化評価、水素利用機器の技術開発支援及び水素脆化防止技術開発を実施しています。

今年度は、最高水素圧230 MPaまでの材料試験が行える高圧水素雰囲気中材料試験装置を試作するとともに、オーステナイト系ステンレス鋼（SUS304、SUS316、SUS316LN、SUS316L、SUS310）について105 MPaまでの高圧水素脆化評価を行い、産総研高圧水素脆化データ表に追加しました。また、現在整備中の水素脆化評価ステーションを用いて民間企業の水素利用機器の技術

支援のために「バネ材の水素脆化に関する研究」と「超
 高压機器の研究開発」等の共同研究を実施しました。

分子・原子レベルでの水素の挙動については、STM
 観察により、Ni(111)上に成長した Fe モノレヤーの下
 に原子空孔が形成し、水素吸着によって原子空孔が線状
 に集合されるとともに近傍の Fe モノレヤーが再構築さ
 れることを明らかにしました。ナノスケールでの水素脆
 化評価については、ナノインデンテーションによりオー
 ステナイト系ステンレス鋼は水素チャージによって硬化
 しますが、マルテンサイトは軟化することを明らかにし
 ました。また、Ni は水素化物により硬化し、結晶面依
 存性があることが明らかになりました。さらに、単結晶
 材料を用いてアルゴンまたは水素雰囲気中での強誘電特
 性の圧力依存性を測定することが可能となり、誘電率の
 圧力依存性を90 MPa まで測定し、高压水素雰囲気中
 の圧力を電氣的に直接測定できる可能性を見出しました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 高压水素脆化、技術開発支援、STM、
 ナノインデンテーション、強誘電特性

②【太陽光発電研究センター】

(Research center for photovoltaics)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究ユニット長：近藤 道雄
 副研究センター長：仁木 栄
 総 括 研 究 員：作田 宏一

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5

人 員：28名(27名)

経 費：1,759,284千円(394,522千円)

概 要：

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

現在、日本は太陽光発電産業で世界一の座にあるが、
 そのフロントランナーとしての地位を維持するために
 次世代に向けた技術開発が必要であり、産総研がその

先導的役割を果たすことを目標とする。

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

- (1) 新規太陽電池材料及びデバイスの開発
- (2) 太陽電池の標準化技術、評価技術の開発
- (3) 太陽光発電システム運用技術、評価技術の開発、
維持及び規格化
- (4) 太陽光発電を通じた国際協力

外部資金：

経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託
 費「省資源低環境負荷型太陽光発電システムの開発」

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

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「太陽電池評価技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「発電量評価技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「超薄型ヘテロ構造シリコン太陽電池の研究開発(プラ
 ズマ加工スライス、セルプロセス)」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「タンデム型高効率・高耐久性有機薄膜太陽電池の研究
 開発」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「大面積 CIGS 太陽電池の高性能化技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「薄膜シリコン太陽電池の高効率化と高速堆積技術の研
 究開発」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「太陽光発電フィールドテスト事業に関する分析手法の
 開発及び分析評価」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「太陽光発電フィールドテスト事業に関する運転データ
 の収集・分析手法の開発及び分析評価」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 受託研究
 「熱帯適合型太陽電池評価及び標準化技術の開発」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 産業技術研究助成事業「プラズマフリー超高密度ラジカル源を有するレジスト剥離装置の開発」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構 産業技術研究助成事業「高性能の凝固体型有機色素太陽電池の開発」

発表：誌上発表93件、口頭発表115件、その他18件

結晶シリコンチーム

(Advanced Crystalline Silicon Team)

研究チーム長：坂田 功

(つくば中央第2)

概要：

次世代超薄膜結晶シリコン太陽電池の高効率化に向け、結晶シリコン太陽電池の作製プロセスの構築、新規プロセスを取り入れた結晶太陽電池の作製を行う。結晶シリコン太陽電池の作製プロセスの最適化を行い、また、低温薄膜形成によるエミッタ技術について超薄膜結晶シリコン太陽電池への適用可能性を判断する。新規プロセスとしてプラズマレスエッチング、 $a\text{-Si:H}$ BSF 層を取り入れた多結晶シリコン太陽電池の作製を行い、それぞれの技術について課題抽出を行うとともにその最適化を目指す。

省資源低環境負荷型太陽光発電システムの開発に向け、非希少で低環境負荷の化合物ワイドギャップ太陽電池材料の探索と評価を行う。シリコン基板への格子整合系である III-V 稀薄窒化物系 (GaPN 系) について、Si 基板への高品質薄膜形成法の確立を目指し、薄膜形成プロセスの研究開発を行う。

年度進捗：

結晶シリコン太陽電池の作製プロセスラインの構築を終了した。エッチングガスとして2フッ化キセノン (XeF_2) を用いたプラズマレスエッチングで深さ約 $0.2 \mu\text{m}$ の凹凸が形成された。300-1200 nm までの全波長域において、通常のシリコン基板に比べ反射率が低減 (600 nm では、約22 %) し、この方法が、表面テクスチャー形成に有効であることがわかった。BSF 層形成条件の最適化においては、裏面再結合速度低減だけでなく、BSF 層形成が $n+$ エミッター層に及ぼす影響 (欠陥の不活性化、あるいは欠陥形成) も考慮する必要があることが明らかとなった。III-V 稀薄窒化物系 (GaPN 系) 材料の研究においては、GaPN 薄膜の窒素組成を0-6 %の範囲で制御可能とするとともに、 p 型、 n 型不純物としてそれぞれ、Be が $1.6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、Si が $4.2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ まで添加できることを確認した。内部光電子放出法により Si と GaP の価電子帯端のバンド不連続を評価した。

シリコン新材料チーム

(Novel Silicon Material Team)

研究チーム長：近藤 道雄

(つくば中央第2)

概要：

薄膜シリコン太陽電池は、市場拡大による大量導入が期待されている次世代型の太陽電池であり、この太陽電池の大規模普及を推進するため、太陽電池の高効率化が可能な多接合型太陽電池及び低コスト化技術である高速製膜技術を重点的に開発する。さらに、薄膜シリコン太陽電池に使用する高移動度型の高性能透明導電膜を開発し、これを多接合型太陽電池に導入することにより、総合的な変換効率の向上を目指す。また、アモルファス/結晶シリコンのヘテロ構造を有するヘテロ接合型太陽電池を開発し、ヘテロ構造を統一的に理解するとともに、新規デバイス技術を構築する。

年度進捗：

- 多接合太陽電池のボトムセルに適用できる新規ナローギャップ系材料として微結晶 SiGe を開発し、単接合セルにおいて、Ge 組成20 %で変換効率5.2 %を達成した。特にこの太陽電池では、厚さ $1 \mu\text{m}$ において微結晶 Si を上回る赤外感度が得られており、この材料が多接合型太陽電池の効率改善に極めて有望であることが確認された。
- マルチホローカソード (MHC) を使用した高速製膜技術開発では、高速製膜条件 (製膜速度 : 2 nm/s) で作製した微結晶シリコン太陽電池において、従来の太陽電池と遜色がない変換効率7 %を得た。プラズマ計測によるプラズマ基礎評価からは、MHC プラズマの電子密度は通常の平行平板型のプラズマよりも電子密度が2倍程度と高く、高圧条件を適用することによりプラズマ中のイオンエネルギーも低減できることが示された。
- 透明導電膜の開発では、新規透明導電材料である $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Zr}$ が従来材料よりも優れた特性を示すことを発見した。この材料は通常のスパッタリング法により作製可能であり、特に従来の移動度 ($\sim 20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) よりも非常に高い移動度 ($\sim 82 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) を示すことが特徴である。この高移動度透明導電膜では、赤外域のフリーキャリアー吸収が大きく低減されており、この材料が太陽電池特性の改善に有望であることが示された。
- ヘテロ接合型太陽電池の作製プロセス及びデバイス特性を評価し、高成長温度でシリコン層を基板の上に形成すると、シリコン層がエピタキシャル成長を起こし、変換効率及びライフタイムが著しく劣化することを明らかにした。結果として、このエピタキシャル成長の抑制が高効率な太陽電池の作製において重要な要素であることが明らかとなった。

化合物薄膜チーム

(Thin Film Compound Semiconductor Team)

研究チーム長：仁木 栄

(つくば中央第2)

概要：

2030年セル効率25%、モジュール効率22%という CIGS 太陽電池の効率目標の実現に向けた技術開発を行う。

1. 小面積セルでは、高効率化のための技術的な指針を明確化する。さらに、CIGS 光吸収層の高品質化、新バッファ層の探索、透明導電膜の高性能化を図ることで20%を超える革新的な高効率化技術の開発を目指す。
2. 大面積モジュールの高効率化を目指して10 cm角で変換効率15%以上のモジュールの作製技術の開発を目指す。
3. 太陽電池研究から派生する新しいデバイスや応用分野の開拓を行う。

年度進捗：

1) セル高効率化技術

製膜中に水蒸気を照射する新技术を開発し、禁制帯幅1.3 eV で18.1%、1.2 eV で18.5%という世界最高レベルの高効率 CIGS 太陽電池を実現した。水蒸気照射効果が全 Ga 組成で有効で、CIGS 膜中のホール濃度を増加させることを明らかにした。

2) 界面の評価・制御技術 (鹿児島大学との共同研究)

CdS/CIGS 界面の伝導帯の不連続が Ga=24%では正、Ga=40-50%で0に、Ga \geq 60%では負になることを初めて明らかにし、界面の設計指針を明らかにした。CIGS 表面の Cu 欠損層の存在を確認した。

3) 大面積化技術の開発

3-1) Se 用のラジカルソース源を開発し、Se 原料の利用効率を約10倍向上、セル効率17.0% (反射防止膜無) を達成した。

3-2) インライン蒸着で CIGS 膜の均一性を確認した。集積型モジュールの試作を開始した。

4) 窓層材料の開発

4-1) 10 cm角で抵抗率 $2.1 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ の ZnO 透明導電膜を作製した。ZnMgO 透明導電膜を実現し、バンドエンジニアリングの可能性を示した。

4-2) ZnMgO 薄膜では、ZnMgO/ZnO ヘテロ接合において高濃度の2次元電子ガスの形成に成功した。

評価・システムチーム

(Characterization, Testing and System Team)

研究チーム長：仁木 栄

(つくば中央第2)

概要：

1. 太陽電池評価に関する研究

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

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

年度進捗：

- 1) 常温電力置換型 (ECPR 型) 精密絶対放射計を中核とする絶対放射照度測定技術を開発した。これにより、SI 単位系の電気量に基づく放射照度の校正が可能となった。二次基準モジュールを校正する際のランダム誤差要因の内、最も影響が著しいモジュール温度を、高均一かつ高精度に制御するための温度制御技術を開発した。日本の太陽電池メーカー等で開発された新型太陽電池の測定及び基準太陽電池の校正を着実に実施した。
 - 2) 大型太陽電池モジュール内の任意のセルの分光感度を高精度に測定するモジュール分光感度評価の基礎技術を開発した。
 - 3) 太陽電池モジュールの長期信頼性を評価するための性能指標としては、モジュール出力の初期からの低下量が適切であること、主な故障・劣化症状としては、ガラスの割れ、セルの割れ、電極はがれ、EVA の変色であることを確認した。
2. 太陽光発電システムに関する研究

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

ジュール等の年間発電量を各種太陽電池で評価するため、標準試験状態 (STC) を補完する複数の試験条件の検討を行う。日射・温度・分光放射の同時分布観測を実施し、線形内挿法による任意条件への換算方式の検証を行うなど、発電量定格方式の基本技術開発を行う。フィールドテストに関しては、運転データの収集方法・分析手法の開発を行う。

年度進捗：

太陽電池アレイ故障診断技術に関して、対地静電容量測定により、日射条件によらずコネクタ接続不良等によるモジュール間の断線箇所の特定が可能な技術を開発するとともに、TDR 測定により、ストリング中の断線位置及び直列抵抗増が検出可能であることを明らかにした。発電量定格技術については、発電量定格法を国際標準委員会 (IEC TC82 WG2) に提案するための、アルゴリズム開発、基礎データ取得、計測方式の開発を実施した。I-V 特性換算方式として線形内挿法は、屋外計測データにおいても有効な手段であることを明らかにした。IEC61853規格案における定格モードを国内において利用しやすい形態とするために、年間発電量の計測値を基にしたブレンド方式を提唱した。フィールドテスト運転データの収集・分析手法の開発については、システムの運転特性マクロ解析を実施し、実システムにおける問題点・不足技術の洗い出し及びアレイ配線最適化等の検討を行っている。

有機薄膜チーム

(Organic Thin Film team)

研究チーム長：齊藤 和裕

(つくば中央第2)

概要：

有機薄膜太陽電池の研究開発に関し、材料探査による開放電圧 (Voc) の起源の解明とそれに基づく高 Voc セルの開発を行う。光電変換を担うバルクヘテロ接合層におけるナノ構造制御と高光吸収材料の導入によって短絡電流密度 (Jsc) の向上をはかり、セルのエネルギー変換効率5 %を目標とする。また、有機系太陽電池に適した材料を高速で探索するために有効な、エネルギー準位を常圧下で簡便に計測する方法を導入することで、効率的な有機半導体分子の材料探査を行う。

有機色素太陽電池の研究開発に関し、有機色素、ナノ結晶酸化物半導体電極、イオン性液体またはイオンゲルから成る電解液を用いた、低環境負荷な新規有機色素太陽電池の開発を行い、セルのエネルギー変換効率6 %を目標とする。また、新規な有機色素の設計・合成並びに光化学・電気化学等の基礎物性評価を行う。

年度進捗：

有機薄膜太陽電池では、低分子系セルにおいて各種 p 型材料を導入し、それらの最高被占有分子軌道

(HOMO) 準位と代表的な n 型分子 C60の最低空分子軌道 (LUMO) 準位とのエネルギー差を求め、各材料を用いたセルの Voc との関連を調べたところ、良好な相関が得られた。ただし、Voc はセルのデバイス構造によっても大きく変化することが判明した。この知見に基づき、ルブレんと C60の p-n 接合型セルにおいて、0.91 V という高い Voc を示すセルを開発することができた。これらの結果から、有機薄膜太陽電池においては高効率をもたらす普遍的なデバイス構造は存在せず、各有機分子の特徴に応じた最適なデバイス構造を開発する必要があることが明らかとなった。一方、高分子系セルにおいては、従来型の C60系誘導体に代わって構造対象性を崩して光吸収を高めた C70系誘導体を新たに導入したところ、光吸収量が增大することで Jsc が向上し、エネルギー変換効率3.8 %を達成した。また、常圧の窒素ガス雰囲気下で簡便に10 eV までのイオン化エネルギーを測定できるシステムを開発し、深い HOMO 準位を有するフラーレン誘導体のエネルギー準位を正確に見積もることを可能とした。新規に設計・合成した有機色素を用いた有機色素太陽電池において、非溶媒で非揮発のイオン性液体電解質を用いた系で、6.5 %の高いエネルギー変換効率を達成した。また、AFM などの表面分析法や過渡吸収分光法などにより、有機色素の分子構造により電極上での吸着状態が異なり、それが有機色素太陽電池における電子移動効率、Voc、フィルファクターなどの特性に大きく影響を与えることを明らかにした。

産業化戦略チーム

(Strategic Industrialization Team)

研究チーム長：増田 淳

(つくば中央第2)

概要：

産業技術総合研究所で開発された太陽光発電に関する要素技術のみならず、民間企業、大学並びに公設試験研究機関で開発された技術をも含め、各種要素技術の実用化可能性を検証し、産業界への技術移転を加速することを目的に2005年4月1日付で発足したチームである。ハード面では、太陽電池製造用試作ラインや実証プロト機を用いた試験により、産業界への技術移転の可能性を検証している。ソフト面では、太陽電池メーカーのみならず、装置メーカー、部材メーカーをも含めた産学官連携コンソーシアムを設立し、産学官の人材の交流や知見の融合を図ることで、太陽光発電分野における日本の産業競争力強化に資する技術開発を試みている。また、民間企業や大学の若手人材を共同研究員として受け入れ、集中研方式で共同研究を推進することにより、太陽光発電分野の将来を担う人材の育成も試みている。さらに、国内外の太陽光発電に関する要素技術を幅広く調査し体系化することにより、

研究開発の方向性を正しく認識することにも努めている。

年度進捗：

主として結晶シリコン太陽電池や薄膜シリコン太陽電池の各種要素技術に関して、23件（民間企業16件並びに大学7件）の共同研究を実施した（再委託を含む）。一部の共同研究は NEDO の委託研究に基づいて実施したものである。民間企業7社とは「フレキシブル太陽電池基材コンソーシアム」を設立した。このコンソーシアムでは、太陽電池部材に用いることを目的に、ポリマー基材上に酸化物透明導電膜やバリア膜を低温形成する技術の開発に取り組んでいる。ポリマー基材上に光閉じ込めのためのテクスチャ構造を有する酸化物透明導電膜を低温形成することは困難であったが、ポリマー基材そのものにテクスチャ構造を持たせることで課題の解決に取り組んだ。その結果、紫外光硬化性のアクリル樹脂によりテクスチャ構造を形成したポリマー基材を用いることにより、ガラス基板上に作製した場合と同等の短絡電流密度を実現することに成功し、高品質フレキシブル太陽電池の実現に資する可能性を示すことができた。NEDO の委託研究では、薄膜シリコン太陽電池の高効率化・高生産性技術並びに結晶シリコンインゴットの新規スライス技術に取り組んでいる。前者では、名古屋大学との共同研究を実施し、2 m サイズのマイクロ波プラズマを用いることで微結晶シリコン膜の大面积均一堆積に成功した。また、複数の太陽電池メーカーから派遣された共同研究員と、3接合太陽電池の高効率化や微結晶シリコン膜の高速堆積に取り組んだ。後者では、トーヨーエックとの共同研究を実施し、従来のワイヤーソーに替えて、ドライエッチングを用いることで、原理的にソーダダメージが発生せず、カーフロスも小さくできるプラズマスライス技術の実用化に取り組んだ。この他に、球状シリコン太陽電池の高品質化技術にも取り組み、球状シリコン凝固時の過冷却度を制御する「シーディング技術」を開発し、高品質球の歩留まりを向上させることに成功した。

㉓ 【システム検証研究センター】

(Center for Verification and Semantics)

(存続期間：2004. 4. 1～2010. 3. 31)

研究ユニット長：木下 佳樹

副研究部門長：高橋 孝一

所在地：関西センター池田サイト、千里サイト

人員：14名（13名）

経費：292,379千円（174,701千円）

概要：

情報処理システムによる制御が宇宙航空、原子力から金融、通信、計量器にまで遍在化 (ubiquitous) した結果、システムのバグ (誤動作) の社会に及ぼす影響がますます深刻になっている。現状では、実機を稼働させて動作を観察し、バグを発見する、動作テストによる方法が今なお主流だが、すべての場合を尽くせないための見落とし、再現困難なバグへの対処などの信頼性に関する問題と、上流工程では適用できない、実機の稼働後でない適用できないなどのシステム開発の生産性に関する問題があり、もっと強力な検証法が求められている。本研究センターでは、数理的技法 (形式的技法、Formal Methods) による検証法 (数理的検証法) の研究を行っている。

科学研究とフィールドワークの二本立てで研究を推進し、コアメンバーには、両方のプロジェクトに携わらせ、このことによって最新の科学研究の成果をフィールドワークを通して社会に移転し、かつ社会の現状を観察した上で科学研究のテーマを選ぶ、という双方向のインタラクションを生むべく活動している。

フィールドワークでは、企業や産総研内の先端情報計算センターなど、実際に情報処理システムを開発している場所をフィールドとして、そこで抱えている問題を、システム検証の科学技術によって解決するべく試みる。この仕事では、必ずしも我々自身が生んだ科学研究上の成果を応用することにはこだわらない。この分野で研究しているおかげで、この分野に関する深い専門的知識を研究員は持ち合わせており、その知識をフィールドにおける問題解決に利用する。科学上の価値観よりもフィールドにおける価値観を優先させるのである。具体的には、複数の企業と、それぞれ数理的検証法導入に関する共同研究を行ったほか、計量標準へのソフトウェア認証導入 (ソフトウェア改竄検出) に関して、計測標準研究部門に協力している。

科学研究のテーマによって、算譜科学、自動検証法、対話型検証法などの研究チームを設けている。実際の研究活動は、プロジェクトごとに班を構成し、必要なメンバーがプロジェクト毎に離合集散する、という形をとっている。理論研究のために用いる手法は、数理論理学、圏論 (特に Lawvere による函手意味論)、関係代数、計算論 (特に項書換系) などで、現在の研究対象は一階様相 μ 計算、余代数、不動点付様相論理の函手意味論、Kleene 代数の一般化、等式付木構造オートマトン、不動点付様相論理の充足可能性算法などである。また、Chalmers 工科大学(瑞)で行なわれてきた、Martin-Löf の構成的型理論に基づく対話型証明支援系 Agda の開発に参加し、この上で、Agda をユーザインターフェイスとして種々の自動検証系を呼び出すことを可能にするような統合検証環境の構築を目指したシステムの研究開発を行なっている。Agda の記述言語を高速で簡約化するコンパイラ Agate の

開発も進めており、依存型を持つ関数型作譜言語応用の基盤を築きつつある。

外部資金：

1. (独) 科学技術振興機構
制度名：戦略的基礎研究推進制度 (CREST)
「検証における記述量爆発問題の構造変換による解決」
(木下佳樹)
 2. (独) 中小企業基盤整備機構
制度名：戦略的基礎技術高度化支援事業
「機能安全対応自動車制御用プラットフォームの開発」
(水口大知)
 3. 文部科学省
制度名：科学研究費補助金 (特定)
「分散環境におけるディペンダブル情報システム実現のためのテスト・検証アプローチ」(崔 銀恵)
 4. 文部科学省
制度名：科学研究費補助金 (若手 B)
「形式仕様開発支援環境の研究」(清野 貴博)
 5. 文部科学省
制度名：科学研究費補助金 (日本学術振興会特別研究員 (PD)・研究奨励費)
「ダイナミックに変化する知識・信念の論理学的分析手法の研究」(長谷部浩二)
- 資金提供型共同研究 2件

発表：誌上発表31件、口頭発表52件、その他1件

自動検証研究チーム

(Automatic Verification Research Team)

研究チーム長：大崎 人士

(関西センター池田サイト)

概要：

数理的検証技法の中でも計算機による自動化を用いた自動検証に関する研究を行う。モデル検査に基づく検証は自動検証として期待される。モデル検査において解決すべき一番の課題は計算機を使っても扱うことが不可能な状態数のシステムをいかにして取り扱い可能な形にするかという抽象化の問題である。我々は状態数が一般には非常に多いポインタデータを扱うシステムの抽象化に取り組む。

ポインタシステムの本質を抽出した算譜言語 PML を設定し、その性質を様相論理式で記述し、これに関して述語抽象化を行う支援ソフトウェア MLAT の試作を行う。また、そのために必要な理論的研究を行う。

プロトコルの検証も状態数が多いため自動検証が困

難である。プロトコルを検証するために等式付きツリーオートマトンの研究を行う。この理論に基づいた統合計算支援ツール ACTAS を開発する。また、異なる種類の等式について、高速演算アルゴリズムの提案を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

算譜意味論研究チーム

(Programming Semantics Research Team)

研究チーム長：竹内 泉

(関西センター千里サイト)

概要：

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

ソフトウェアに対し数理モデルを与えるには、適切な数理モデルの選択が必要である。代表的なものとしては状態遷移系や無限言語が知られている。既に知られている数理モデルを洗練させること、また、新たな適切な数理モデルを探すことを研究している。

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

またその他にも、ソフトウェア認証に数理的技法を適用することも研究している。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

対話型検証研究チーム

(Interactive Verification Research Team)

研究チーム長：武山 誠

(関西センター千里サイト)

概要：

対話型検証では、検証者と計算機との対話により検証を進める。検証者は計算機に検証ステップを指示し、計算機はそれを実行した結果どのように検証問題が単純化されたかを検証者に応答する。全自動化できる論理より強力な論理を、検証者が計算機よりも創造的に駆使することで、自動検証技法だけでは解けない検証を可能にすることが目的である。その手段として、型理論に基づく証明支援系 Agda システムを中核に、個別の検証論理・自動検証ツール群を統括する検証環境を目指している。今年度は、自動検証研究チームによる自動検証ツール MLAT を Agda に接続し、MLAT 単体では扱えない規模のプログラム検証を、YAMP II ライブラリを実例にとって行う実験を開始した。また Agda 本体について、公式ホームページ

<http://unit.aist.go.jp/cvs/Agda/index.html> と配布パッケージを整備することに注力した結果、徐々に外部からの反応も出始めている。スウェーデンの Chalmers 工科大学との研究協力では、2度の研究集会週間、定例ビデオセミナー、Nordstrom 教授の長期 CVS 滞在などの交流を進め、次世代支援系 Agda2 の稼働、Agda 核言語の策定、依存型プログラム・証明コード例の集積等が得られた。

【テーマ題目1】システム検証の数理的技法に関する研究（運営費交付金、（独）科学技術振興機構 戦略的基礎研究推進制度（CREST）、及び科学研究費補助金）

【研究代表者】木下 佳樹

（システム検証研究センター）

【研究担当者】木下 佳樹、池上 大介、大崎 人士、岡本 圭史、尾崎 弘幸、加藤 紀夫、齋藤 正也、清野 貴博、関澤 俊弦、高井 利憲、高橋 孝一、高村 博紀、竹内 泉、武山 誠、田辺 良則、崔 銀恵、中原 早生、西澤 弘毅、水口 大知、山形 頼之、山下 伸夫、湯浅 能史（常勤職員22名）

【研究内容】

研究目的、手段：

情報処理システムのバグ検出技術の研究を行い、開発の生産性、信頼性の向上に資する。また、開発計画のコスト及びリスク評価の基盤を提供する。特にスケーラビリティを実現するための抽象化方式の研究、対話型検証方式、自動検証方式などの要素技術研究、要素技術を総合する統合検証環境の研究開発などを進める。

年度進捗：

・抽象化ツール研究開発

ポインタを操作するプログラムのソースコードを網羅的に検証するためには、抽象化が必須である。我々は、ポインタ操作をするソースコードから、抽象化された状態遷移系を自動生成する MLAT ツールを作成した。生成された状態遷移系を全数探索することによって検証が可能になる。また、MLAT の一部を対話型検証器 Agda と連携させた。

・数理モデル研究

プログラミング意味論の研究を行うことを目的としている。第一に一階様相 μ 計算によって並行システムが疎合に陥るための Coffman 条件を定式化して事例を与え、一階様相 μ 計算から函数記号を除去する手法を与えた。第二に重みつきクリプキ構造を用いて多値モデル検査における抽象化の意味論を与え、模倣定理などを証明して日本ソフトウェア学会高橋奨励賞を受賞した。第三に正則木言語の部分集合の代数的特徴づけを試みたが、これはさらに検討が必要である。

・対話型検証研究

対話型定理証明支援系 Agda の研究開発及び普及を行うことを目的として、本年度は Agda1 の簡易マニュアル整備とコード例の集積を行なって Agda ホームページを本格稼働させ、Agda1 の配布パッケージを提供した。また第4回 AIM-(Agda Implementors Meeting) を開催した。Agda2 核言語の設計も進めている。さらに、抽象化ツール MLAT 開発の連携を進め YAMPII 検証に用いるための準備を行なった。

・依存型付作譜言語研究

Agda の記述言語は証明記述言語であるのと同時に、依存型を持つプログラミング言語でもある。我々は、Agda の記述言語をプログラミング言語とみなした開発環境を構築した。具体的には、コンパイラ Agate とライブラリを開発した。実用化を視野に入れ、コンパイラの最適化処理も実現した。加えて、構築した開発環境を用いて事例を作成した。プログラムだけでなく、証明も Agda 言語で書いた。

・MPI ライブラリ検証研究

MPI 仕様ライブラリ YAMPII を、モデル検査器 SPIN を用いて検証した。今回の検証の目的は、分割され非同期に送信されるデータが適切に受信・再構成されることによって、送信内容と受信内容の一致が達成されることである。検証対象となるモデルは、特に重要な通信管理部と通信実行部のソースコードをもとに作成した。検証可能な範囲では、反例は発見されなかった。

・木構造オートマトン

等式付ツリーオートマトン理論に基づく自動検証ツール (ACTAS) の開発を中心に研究を実施した。イリノイ大学 (Jose Meseguer 教授他) と共同開発している検証用ライブラリ CETA の機能向上により、検証エンジンの基本性能の向上が得られた。また、これまでの等式付ツリーオートマトンの研究成果に対し『平成18年度文部科学大臣表彰 若手科学者賞』が授与された。

・ π 計算の論理

本研究の目的は、業務システムの仕様記述に適した代数付き π 計算、及び、それによって記述された仕様の性質を証明する論理体系を設計することである。論理体系について、カット除去によって証明探査と反例構成の手続を同時に進めることが目標であったが、カット除去に対する本質的な困難が見つかった。これが現在の進捗状況である。

・空間表現の意味論に関する研究

本研究の目的は、二次元ユークリッド空間、即ち平面上の図形に対して機械的な推論や操作をする為の形式的表現を提案することである。本研究では位相的性質を処理する為の表現方法を提案する。表現の構成要素には、点 (point)、有向辺 (line)、周 (circuit)、範囲 (area) があり、この四種類の要素を使って、図形を表現する。この表現を PLCA 表現と名付ける。

2006年度の研究成果は、ある PLCA 表現が確かに何かの平面図形を表していることの必要十分条件を与えたことである。

・PML 意味論の研究

抽象化ツールの研究では、研究対象としてポインタを処理するための言語 PML(Pointer Manipulation Language)を導入している。本研究項目では、PML の操作的意味論を定義した。その上で、PML プログラムに対する検証が行えるように、Hoare 流の証明を行うために必要な公理を導入し、定義した意味論のもとで、体系の健全性を証明した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 抽象化、数理的手法、自動証明、対話的証明、代数構造

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

[研究代表者] 木下 佳樹

(システム検証研究センター)

[研究担当者] 木下 佳樹、和泉 憲明、大崎 人士、尾崎 弘幸、上出 哲広、小池 憲史、清野 貴博、高井 利憲、高木 理、高橋 孝一、高村 博紀、竹内 泉、崔 銀恵、中原 早生、西原 秀明、長谷部 浩二、松岡 聡、松本 利雅、水口 大知、湯浅 能史、吉田 聡、渡邊 宏（常勤職員22名）

[研究内容]

研究目的、手段：

技術移転活動を通じて、科学的研究成果がどのように利用されるかを観察し、問題点を解決しようとするフィールドワークを行う第二種基礎研究を進める。具体的な各事例で用いたノウハウを科学的に分析し、別の事例にも適用可能な形に体系化し、研修コースやコンサルテーション事業としてまとめる。

年度進捗：

・フィールドワーク 1

組込システムの開発企業との共同研究により、従来工程では発見困難な不具合を検出する技術の研究開発に取り組んでいる。平成18年度は、研究成果の技術移転を具体化するために、「モデル化支援ツールの開発」「検査式作成支援技術の開発」「モデル検査ノウハウの技術文書化」に取り組んだ。モデル化支援ツール(C2Promela)や、検査式作成支援のために開発した「図示記法」(diagramic notation)は、ソフトウェア評価工程の短縮やソフトウェアエンジニアらのモデル検査という新しい技術に対する心理的負担の軽減に役立てることができる。また、研究の規模が拡大したため、共同研究拠点を尼崎事業所の一般研究棟から、池田サイト内の関西産学官連携研究棟に移転した。

・フィールドワーク 2

本年度では、産総研次期インフラシステム開発の要件定義において、実際に使用されているドキュメント（業務フロー図）を対象とし、数理的技法の導入を試みた。この結果、数理的解析に用いることができるドキュメントが実際の開発の中で記述され、そのドキュメントを元に我々の手で解析を行うことができた。これらの成果によって、ドキュメントの質が向上した。数理的技法の導入にあたっては、次期インフラシステムの開発部隊との折衝を行ったが、その際に旧来用いられていた記法では数理的解析を行うために不足していた情報の追加記述を依頼し、受け入れられた。追加した情報は数理的技法を未導入である開発の局面においても活用され、数理的技法導入による新たな価値が確認された。

・フィールドワーク 4

車載ソフトウェアの対話的検証法：年度初めより夏までの間、大学や自動車関連企業と共同で、車載ソフトウェアの検証方法に関する研究会を数回行った。我々システム検証研究センターからは、ソフトウェアの正しさを、証明支援ツール Agda との対話的な証明構築で保証する方法を提案した。題材として車間距離や運行速度を自動的に一定に保つ「オートクルーズコントロールシステム」を取り上げ、自動車の制動装置や路面状況等を含む物理環境と制御ソフトウェアが、相互に関係をしよう状況を数学的にモデル化した。このモデルとそこでのソフトウェアの正しい振る舞いを、Agda 上に形式言語で表現し証明する、という検証シナリオの実験を行った。

・フィールドワーク 5

フィールドワーク 5 班では、モデル検査法を用いた通信プロトコル設計支援の研究を行った。これは企業の数理的技法導入に向けた検証試供品を開発することを目的とした活動で、設計段階でのモデル検査の有効性を実際に企業との共同研究の中で確かめ、企業にその有効性を納得させ、開発の場に導入させることが目標である。

具体的には、双方向にデータの送受をし、データ送信がウォッチドッグ機能の役割を担うなど現実的にかつ一般的な通信プロトコルの設計段階にモデル検査器 UPPAAL を適用する事例研究を行った。その過程でモデル検査法の有効性、現状での問題点や課題を考察した。

・研修コース開発

「モデル検査初級」の研修コーステキストを「四日で学ぶモデル検査初級編」というタイトルで出版した。前年度末にパッケージ化した「研修コース講師用引きき」とともに、モデル検査の普及教育体制のひとつが定まったことになる。続いて「モデル検査中級」の開発を行った。教材作成(カリキュラムに沿った研修内容の詳細化、受講者(技術者)にあった実例や演習の作成)、試行開催を行った。センターに蓄えられたモデル検査に関する知見・経験が、例や演習の作成時に大いに役に立ったことを特に指摘しておく。中級編の教材は初級編と同様にテ

キストなどの形でパッケージ化される予定である。

・ソフトウェア認証研究

昨年度に引き続き、計量器及び機能安全系におけるソフトウェア認証技術についての調査・研究を行った。計量器については、タクシメータの改竄検出に必要な機能要件をまとめて、メーカーに実施させるとともに、その認証を型式承認の一部として開始した。また、法定計量におけるソフトウェア認証についての解説書の執筆を開始した。機能安全系については、国際規格 IEC 61508に関する国内外委員会出席及び様々な動向調査に加えて、戦略的基盤技術高度化支援事業に採択されたプロジェクト「機能安全対応自動車制御用プラットフォームの開発」を名古屋大学らと開始した。この中で CVS は、機能安全系におけるソフトウェア認証技術の確立に向け、車載用 RTOS 等の安全性の分析、検証、及び適合性評価を実証的に進める役割を担っている。今年度はまず IEC 61508 準拠のために必要となるソフトウェア安全性分析手法の開発に着手した。なお8月にはカナダにて、計量器及び機能安全系におけるソフトウェア認証の国内動向について発表した。

【分野名】情報通信

【キーワード】モデル検査、組み込みシステム、業務システム、プロトコル検証、研修コース、ソフトウェア認証、機能安全

④【ナノカーボン研究センター】

(Research Center for Advanced Carbon Materials)

(存続期間：2001. 4. 11～2008. 3. 31)

研究ユニット長：飯島 澄男

副センター長：古賀 義紀

主幹研究員：湯村 守雄

所在地：つくば市東1-1-1 つくば中央第5

人員：17名 (16名)

経費：718,904千円 (294,727千円)

概要：

ナノカーボン材料の持つナノスペースを精査し、その構造や機能を明らかにしながら優れた機能特性と環境に適応しやすい特長を活かした、新しいナノカーボン材料による革新的な環境・エネルギー材料及び情報通信材料の開発を目指す。このため、ナノスペースを利用したナノカーボン材料の開発及びカーボン計測技術の開発と産業化の可能性を明らかにするとともに、ナノチューブ等のナノカーボン材料の我が国の基幹材料としての位置づけを確立し、さらに企業との連携により、実用化に向けて産業育成の実現を計る。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「カーボンナノチューブキャパシタープロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「カーボンナノチューブに関する標準化調査事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「ナノダイヤモンドコーティングを施した PPS 樹脂の射出成型品」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「革新的温暖化対策技術プログラム 低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発プロジェクト DLC 系皮膜技術」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「新規ナノカーボン複合材料の開発と構造解析に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「低加速高感度電子顕微鏡の開発とソフトマターの分子・原子レベル観察実験への応用」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「SWNT 量産用自動直径制御合成システムの構築と SWNT 加工プロセス基礎技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「新世代カーボンナノチューブの創製及び分光学的評価」

共同研究「カーボンナノチューブ FED による停電時駆動可能な多機能情報表示装置の開発」

発表：誌上発表28件、口頭発表75件、その他10件

ナノカーボンチーム

(Nano-Carbon Materials Team)

研究チーム長：畠 賢治

(つくば中央第5)

概要：

触媒制御技術を利用することによりナノ領域での構造、原子配列を制御したナノカーボン材料の合成、構造制御、構造・物性解析を行うとともに、ナノテクノロジー等へ適用を目指したナノチューブ応用技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

カーボン計測評価チーム

(Nano-Scale Characterization Team)

研究チーム長：末永 和知

(つくば中央第5)

概要：

超高感度電子顕微鏡装置開発を通じ、これまで困難であったナノカーボン材料における原子レベルでの元素同定や構造解析法を実現する。それとともに、これら評価技術を駆使した新たなナノカーボン材料のナノスペース科学の構築とその応用を目指した研究開発を行う。

研究テーマ：研究テーマ題目 2

表面機能制御材料チーム

(Surface-Modified Materials Team)

研究チーム長：長谷川 雅考

(つくば中央第5)

概要：

環境適合に必要な機械的、化学的及び光学的機能に優れたナノカーボン構造体機能制御技術を開発するとともに、それらの構造解析及び特性評価を行う。さらに、ナノダイヤモンドの応用等を目指した研究開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 3

[テーマ題目 1] ナノカーボン材料の開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 畠 賢治 (ナノカーボンチーム)

[研究担当者] 畠 賢治、湯村 守雄、大嶋 哲、Kazaoui Said、斎藤 毅、Futaba Don、山田 健郎、内田 邦夫、水野 耕平、松浦 宏治、大塚 厚子、吉田 理佐、荅 昌子、(常勤職員9名、他4名)

[研究内容]

スーパーグロース中型全自動準合成炉と生産システムを構築し、サンプルを昨年の一100ミリグラムから1グラム単位に向上した。サンプル提供を50箇所以上に行った。単層ナノチューブ (SWNT) 空間充填率50%以上スーパーグロース SWNT 固体を実現し、活性炭を上回る耐電圧、電気容量を有するスーパーキャパシターを創製した。また、2層カーボンナノチューブフォレストの合成に世界で最初に成功した。また、SWNT 気相流動合成法をはるかに上回る画期的な新気相流動合成法として DIPS 法という反応プロセスを開発した。DIPS 法で合成した超高品質 SWNT は、これまでの気相流動法で合成された SWNT と比較して、純度が50%から95%以上に向上し、構造欠陥は10分の1以下に低減し、さらにバインダーを用いることなしに未精製のまま SWNT シートやワイヤーに製膜/紡糸できる優れた加工性を有している。また、DIPS 法で合成した SWNT 試料を企

業、大学等の研究機関の20箇所以上に提供した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] カーボンナノチューブ、スーパーグロース、DIPS 法

[テーマ題目 2] カーボン計測制御技術の開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 末永 和知 (カーボン計測評価チーム)

[研究担当者] 末永 和知、佐藤 雄太、劉 崢、岡崎 俊也、大窪 清吾、若林 秀明、永沼 あき、越野 雅至、湯村 尚史、池本 由希子 (常勤職員4名、他6名)

[研究内容]

高精度電子顕微鏡を用いた原子直視型構造解析技術の開発において、フラーレン単分子の異性体決定また、ピロリジンタイプの官能基の観察を世界で初めて成功した。成果の一部が、PRL 誌など一流誌に掲載された。ナノスペース科学の構築において、ナノチューブやピーポッドの有するナノスペースの各種ドーピングを行い、そのドーパントを決定した。また、これらドーパント単原子の動的観察を行い、ナノチューブ表面・内部におけるイオンモビリティを検証した。世界で初めてバルク固体状態のカーボンナノチューブからの発光現象を観測した。また、金属内包フラーレンにβカロテンよりも優れた非常に高い一重項酸素除去機能 (抗活性酸素機能) があることを見出し、これらの成果の一部を Nano Letters 誌などの一流誌に発表した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 電子顕微鏡、ピーポッド、内包フラーレン、光学測定

[テーマ題目 3] 表面機能制御材料の開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 長谷川 雅考

(表面機能制御材料チーム)

[研究担当者] 長谷川 雅考、古賀 義紀、中村 挙子、大花 継頼、石原 正統、津川 和夫、湯原 夏紀、滝本 恭平 (常勤職員4名、他8名)

[研究内容]

低温成長ナノダイヤモンド成膜技術開発において、実用化において大きな課題であった成膜速度について平成18年度の研究開発により、従来の10倍の高速コーティング手法の開発に成功した。また、ダイヤモンドの研磨工具としての製品化可能性の研究において、開発したナノダイヤモンド研磨盤により、単結晶ダイヤモンド、サファイヤなど超硬質基材の超平坦研磨に成功した。さらに、従来困難であったプラスチックへのダイヤモンド成膜を低電子温度ナノダイヤモンドコーティング装置を開発し、世界で初めて数種のプラスチックへのナノダイヤモンドコーティ

ングに成功した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノダイヤモンド、研磨、低温成膜

㊦ 【健康工学研究センター】

(Health Technology Research Center)

(存続期間：2005. 4. 1～)

研究ユニット長：国分 友邦

副研究センター長：馬場 嘉信

総 括 研 究 員：廣津 孝弘

所在地：四国センター

人 員：25名 (24名)

経 費：379,805千円 (211,871千円)

概 要：

1. ミッション

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

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

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

2. 研究内容

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

1) 生体機能解析に基づく健康維持のための予知診断技術・デバイス開発の研究

[極微量の生体試料で迅速に病変を予知診断する技術の開発]

・単一細胞診断技術

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

・ナノバイオデバイス診断技術

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

・1分子 DNA 解析技術

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

2) 生体機能評価技術の研究

[糖鎖糖質など疾患に関連する生体物質の機能解析]

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

3) 健康リスクの削減技術の研究

[健康阻害要因物質の分離除去・無害化技術]

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

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 (特定) 「発光性半導体ナノ結晶の点滅現象制御に関する研究」

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

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「細胞培養デバイスによる複合多糖類の生物活性など機能評価技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「レーザー光を用いた非球状マイクロ物質の非接触3次元姿勢操作・加工の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「歯周疾患活動性マーカーの迅速測定デバイスの開発」

文部科学省委託費（科学技術振興調整費）1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター創製
「1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター創製、イメージング用テララーメイド量子ドットの開発」

経済産業省（技術振興課）委託費 平成18年度原子力試験研究委託費「軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究」

経済産業省（技術振興課）委託費 平成18年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「海藻バイオフィルターとナノ空間制御吸着剤による魚類養殖場の水質浄化に関する研究」

経済産業省（技術振興課）委託費 平成18年度エネルギー使用合理化技術開発等委託費 次世代型分散エネルギーシステム基盤技術研究開発「燃料電池用クリーンガソリン製造技術の開発」

経済産業省（技術振興課）委託費 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「健康寿命延伸に向けた体調維持管理用の各種計測解析診断装置の開発/心筋梗塞超高速診断装置の製品化」

経済産業省（技術振興課）委託費 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「健康寿命延伸に向けた体調維持管理用の各種計測解析診断装置の開発/マルチ生体高分子高速・高精度分取装置の製品化」

独立行政法人新・エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）ナノテク・先端部材実用化研究開発/Point-of-Care バイオチップ診断装置の研究開発

独立行政法人科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業（さきがけタイプ）「核酸ポリメラーゼ解析とDNA1分子シーケンスへの応用」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業（CREST タイプ）「SERS 強度の定量性及び

SERS を用いた疾病マーカー検出に関する調査」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「焼却灰の無害化・有用物製造・一体化システムの開発」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「MEMS 技術を用いた高機能走査型原子間力顕微鏡システムの開発」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「リンパ浮腫患者用弾性ストッキング製造システムの開発」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「分離機能ナノ粒子の非接触複合化による機動的浄水システム開発」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）平成18年度地域イノベーション創出総合支援事業「均一相で磁性を発現する硝酸イオン選択吸着剤の合成に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）平成18年度地域イノベーション創出総合支援事業「並列同期検出によるイメージング・エリプソメーターの開発とマイクロレイへの応用」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）平成18年度研究成果実用化検討（FS）「進化学学を利用した機能糖タンパク質高生産酵母の取得と関連遺伝

文部科学省 知的クラスター創成事業「塩基性希少糖の製造及び機能解明」

発表：誌上発表52件、口頭発表91件、その他8件

生体ナノ計測チーム

(Nano-bioanalysis Team)

研究チーム長：石川 満

(四国センター)

概要：

当研究チームでは、生体分子分析化学をナノテクノロジー化するという観点から、以下の3つの課題に取り組んでいる。(i) 疾患に関する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てることを目的とした、単一細胞及び単一細胞内外の生体分子を一分子レベルで実時間イメージングするための技術の研究開発（単一細胞診断）、(ii) 極微量の血液から生活習慣病のマーカー分子を数分以内に解析できるバイオデバイスを開発して、在宅診断に寄与することを目的と

した、バイオデバイス技術の研究開発（POCT デバイス）、(iii) 個人ゲノム解析に基づくテーラーメイド医療の実現を目的とした、1分子 DNA 解析技術及びその要素技術の研究開発（1分子 DNA 解析と要素技術）。

研究開発の具体的な内容を以下に示す。“単一細胞診断”の研究開発では、単一生体分子を可視化するための蛍光標識に必要な量子ドット技術の開発、及びその細胞機能解析への応用、光圧を用いた細胞ソーティング技術開発している。“POCT デバイス”の研究開発では、試料を蛍光標識する方法と標識しない方法の開発を併走させている。これらの方法にはそれぞれ得失がある。試料を蛍光標識する方法では、蛍光検出デバイス、及びマイクロレンズと光源の開発、及び POCT デバイスの応用としてバイオマーカの検出技術を開発している。試料を標識しない方法では、二次元エリプソメトリ技術を開発している。“1分子 DNA 解析と要素技術”の研究開発では、DNA ポリメラーゼを用いた1分子 DNA シークエンシング技術、及び非蛍光性分子で1分子検出・同定が可能な表面増強ラマン散乱（SERS: Surface-enhanced Raman Scattering）技術を開発している。

研究テーマ：テーマ項目1、テーマ項目2、テーマ項目3

バイオデバイスチーム

(Bio-device Team)

研究チーム長：大家 利彦

(四国センター)

概要：

バイオデバイスに向けた「精密微細加工技術」の研究・開発を行い、「極微量の血液からマーカーを数分以内で解析できるデバイス」、「注目する遺伝子について個々人の配列の違いを数分以内に解析できるデバイス」など、バイオナノデバイスを基盤とした「新規バイオデバイス」の実現につなげることを目的とする。平成18年度は、①レーザー加工による低蛍光マイクロ流路の形成、②レーザー駆動による実用的な液体サンプル吐出ユニット、③レーザーによる AFM プローブ整形、④マルチ生体高分子高速・高精度分取装置の改良、などの研究開発を実施した。

研究テーマ：テーマ項目2、テーマ項目4

生体機能評価チーム

(Glicolipid Function Analysis Team)

研究チーム長：仲山 賢一

(四国センター)

概要：

糖脂質などにより形成されるマイクロドメインによる細胞の制御機構の解明を行い、病気の診断・治療に

応用していくことを目標とする。(1) 糖脂質によるシグナル受容体の制御機構の解明、(2) 免疫系に作用する複合糖質の解析、(3) GPI アンカー型タンパク質によるマイクロドメイン形成機構の解明、の3課題について研究を進める。

研究テーマ：テーマ項目1、テーマ項目5、テーマ項目6

健康リスク削減技術チーム

(Health Hazards Reduction Team)

研究チーム長：廣津 孝弘

(四国センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ項目7、テーマ項目8、テーマ項目9、テーマ項目10

[テーマ項目1] 単一細胞診断技術

[研究代表者] 石川 満 (生体ナノ計測チーム)

仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

[研究担当者] 石川 満、福岡 聡、田中 芳夫、平野 研、Vasudevanpillai BIJU、仲山 賢一 (常勤職員6名、他5名)

[研究内容]

細胞膜上の増殖因子受容体（EGFR）の存在状態の違いに着目して、がん細胞と正常細胞を区別することを目的として、量子ドットを用いて EGFR を蛍光標識するための標識技術を開発する。具体的には、EGFR の生物活性にできるだけ影響を及ぼさない蛍光標識法を探す。さらに、糖脂質に着目して、がん細胞と正常細胞を区別する方法を開発する一環として、細胞上で EGFR の活

性を制御する糖脂質 GM3と EGFR の相互作用を観察し、糖脂質による EGFR の活性制御機構の解明に着手する。EGFR 等の細胞表面のレセプターを可視化するために、GM3等のリガンドと共役化させた量子ドット蛍光プローブと AFM を組み合わせたイメージングを行う。このようなイメージングによって、レセプターとリガンドの相互作用機序を解析することが今年度の目標である。

今年度、量子ドットと生体分子を共役化させる技術を確認した。また、同じ視野で蛍光像と AFM 像を観測するシステムを立ち上げた。また、量子ドットをリガンドに標識した。さらに、標識なしで EGFR の存在する細胞表層を、AFM を用いて観察した。糖脂質 GM3と EGFR の細胞表層の分布を蛍光標識された抗体を用いて予備的な観察を行った。糖脂質 GM3による EGFR 機能制御のメカニズム解明では、糖脂質の糖鎖と糖タンパク糖鎖の結合が重要な役割を果たすことが明らかとなった。

従来の細胞ソーティング技術では達成されていない5種類以上の細胞（粒子）の回収操作を、光圧を用いた新規なマルチソーティング法を用いて実現することが目的である。複数種の細胞（粒子）を連続的に分別するマルチソーティングに必要なレーザ走査機構と制御系を設計・製作して、マルチソーティングを実現するための基礎データを取得することを目標とする。

今年度、レーザ走査及びレーザ制御機構の設計と製作を完了した。性能を確認するために2種類のポリマーのビーズの選別・回収実験を行った。ついで、イースト菌と大腸菌の混合物からイースト菌を選別することに成功した。さらに、3種類以上の試料からマルチソーティング法を用いて所望の試料を回収するために必要な、光学系及び光源の仕様変さらに対応するための設計を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目2】 バイオナノ技術を用いた診断デバイスの開発

【研究代表者】 石川 満（生体ナノ計測チーム）

大家 利彦（バイオデバイスチーム）

【研究担当者】 石川 満、片岡 正俊、大槻 莊一、伊藤 民武、Vasudevanpillai BIJU、大家 利彦、田中 正人、内海 明博（常勤職員8名、他12名）

【研究内容】

ポリメチルメタクリレート（PMMA）製のバイオデバイスとタンパク質試料の非特異吸着を防止するための新しいダイナミックコーティング法を開発して、従来困難であったタンパク質を電気泳動法を用いて解析することを目的とする。心筋梗塞診断デバイスの実現に向け、

全血からの成分分離ユニットと抗体反応ユニットをシングルチップ上に作製し、前処理なしに血液試料から目的とするタンパク質を診断に十分な感度で迅速に計測できるかを評価することが目標である。

今年度、ダイナミックコーティング用の材料として、セルロースにある官能基を修飾する新規な方法を考案した。この方法に必要な化学合成を行い、合成された標品について、所望の合成が達成されているかを確認するために各種機器分析を実施した。心筋梗塞診断デバイスの開発では、全血からの成分分離ユニットと抗体反応ユニットをシングルチップ上に作製の開発動向を調査した。さらに、目的タンパク質（H-FABP）を実際の診断に必要な感度で検出することに成功した。

イメージングエリプソメトリーの開発では、マイクロプレート上での高感度非標識二次元検出が可能な偏光変調型のイメージングエリプソメトリーを開発することを目的として、この方法を実験的に検証する。

今年度、実験に先だち、新規な光照射法と検出法を考案し、この方法について理論的に詳しく解析した結果、測定時間の短縮と高精度測定を可能にする指針が得られた。この指針に沿って予備的な実験を行った。

【分野名】 ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電気泳動、タンパク質マーカー、血液、疾病リスク、健康

【テーマ題目3】 個人のゲノム情報に基づく診断技術の要素技術開発

【研究代表者】 石川 満（生体ナノ計測チーム）

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

【研究内容】

従来法の限界を克服するために、1分子で DNA の塩基配列を解析することが目的である。前年度に可能となった4種類の蛍光色素で1分子の4色リアルタイム検出について、光学フィルターの選択を含む光学系を改良して、S/N を向上させることが今年度の目標である。また、DNA ポリメラーゼ自体を改変し、蛍光標識ヌクレオチドを効率的に取り込み、ヌクレオチド取り込みのエラーの少ないポリメラーゼの獲得を試みる。また蛍光標識ヌクレオチドの改良によるポリメラーゼ反応制御の手法も併せて調べる。

今年度、DNA ポリメラーゼ反応によって、一本鎖の鋳型 DNA に蛍光色素で標識したヌクレオチドが、鋳型 DNA の塩基配列に対応した所定の順番で取り込まれる過程を、ビデオカメラを用いて実時間で観測した。光学系を改良した結果、2種類のヌクレオチドが、所定の順番で取り込まれる過程を実時間で測定すること成功した。遺伝子操作で得た DNA ポリメラーゼの複数の変異体について、ヌクレオチドを取り込む効率と正確さが高いポ

リメラゼの探索を行い、いくつかの有力なポリメラーゼ変異体を絞り込んだ。蛍光標識ヌクレオチドの改良は予備的な実験が進行中である。

表面増強ラマン散乱(SERS)分光の高感度化を図るために、顕微 SERS 分光装置を用いた分光的研究により SERS 活性の高感度化が見出された単一銀ナノ粒子凝集体について、走査型電子顕微鏡 (SEM) で単一銀ナノ粒子凝集体の形状を観察し、SERS 活性の超高感度化に不可欠な凝集体の形状と SERS 活性の因果関係を直接解明することが目標である。

今年度、予備的な SEM 観察により、SERS 活性を示す単一銀ナノ粒子凝集体の形状を観察して、形状とその凝集体が示す弾性散乱スペクトルの関係を明らかにした。さらに、SERS スペクトルと銀ナノ粒子凝集体の弾性散乱スペクトルを同時測定して、分子と金属の局在表面プラズモンの相互作用の詳細を明らかにした。この結果は、金属ナノ構造を最適化して、超高感度で分子検出と認識を可能にする金属ナノ構造を創製するための指針となる。

【分 野 名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目 4】 集積型診断デバイスに向けたレーザー微細加工技術の開発

【研究代表者】 大家 利彦 (バイオデバイスチーム)

【研究担当者】 大家 利彦、内海 明博、田中 正人 (常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

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

微小領域の微弱蛍光を分光測定可能な測定系を構築し、レーザー照射後の各種アクリル板の蛍光特性を比較することでレーザー加工による蛍光測定用マイクロ流路チップの試作に適した素材を選定した。

また、均一な深さのマイクロ流路を形成するために、ビームサイズを加工ステージと同期して変化させることができるエキシマレーザー用新規光学系を構築し、炭酸ガスレーザー加工と組み合わせることで電気泳動チップの試作を行った。さらに、レーザー照射後の化学エッチング処理による蛍光抑制方法を検討した。

これらの結果、従来は数ヶ月かかっていたアクリル製マイクロ流体チップの試作期間を1時間以内にまで短縮することができた。なお、試作チップを用いて DNA の電気泳動を行い、一般的な射出成型品と同一の結果が得られている。

【分 野 名】 ライフサイエンス/ナノテクノロジー・材料・製造

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

【テーマ題目 5】 免疫系の作用する複合糖質の解析

【研究代表者】 仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

【研究担当者】 仲山 賢一、安部 博子、奥田 徹哉 (常勤職員3名)

【研究内容】

免疫系の作用するガレクチンの細胞表層のレセプター分子の特定を行うとともに、同様の作用を持つ糖脂質についてもその作用の解析とそのシグナルの制御メカニズムについても解明することを目指す。また、糖脂質による生体制御機構の解明の一環として、糖脂質合成に関する酵素の発現制御機構の解明にも着手する。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 免疫、ガレクチン、糖脂質

【テーマ題目 6】 GPI アンカー型タンパク質によるマイクロドメイン形成機構の解明

【研究代表者】 仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

【研究担当者】 仲山 賢一、安部 博子 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

マイクロドメインには GPI アンカー型タンパク質が含まれていることが知られているが、そのマイクロドメインの形成メカニズムは不明である。出芽酵母をモデル生物として GPI アンカー型タンパク質のマイクロドメイン形成機構の解明を行う。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 GPI アンカー、マイクロドメイン

【テーマ題目 7】 微量で健康に有害な化学物質の除去・無害化技術

【研究代表者】 廣津 孝弘 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 廣津 孝弘、坂根 幸治、苑田 晃成、王 正明 (エネルギー技術研究部門) (常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

水系で健康に有害な硝酸イオン等のオキソ酸陰イオンを水質基準以下に低減できる実用的な新規イオン交換体の開発を目標とする。さらに、微量の有害有機分子を酸化無害化するための新規材料を設計・開発する。本年度は、硝酸イオン等に対してふるい作用を発現し、かつ安全な元素組成からなる実用的新規吸着剤を開発した。健康リスクな有機分子の吸着・酸化無害化系を提案するために、特に、極微量の該有機分子モデル系に対して高い親和性を示す吸着剤の開発を進めた。

オキソ酸陰イオンに選択性を示す層状無機イオン交換体の設計において、層間距離、結晶性を制御することに

より、無害な Mg、Al、Fe、Zr 等の元素構成からなる実用的な新規吸着剤を開発することができた。

既に2価及び3価の元素を組み合わせた2元系の結晶性の層状複水酸化物では、層間隔が0.81 nm のときに硝酸イオン選択性が最大になることを明らかにしているが、これを無害な Mg(II)及び Al(III)の組み合わせで達成できることを明らかにした。さらに、層内の電荷密度を高めイオン交換容量をさらに増大させる目的で、2価、3価、及び4価の元素で構成される3元系の層状複水酸化物の開発を進め、Mg(II)-Al(III)-Zr(IV)系、及び Mg(II)-Fe(III)-Zr(IV)を合成できた。これらは、特にリン酸イオンに対して世界最高の高い選択性を発現することが分かった。ただし、3元系の層状複水酸化物の構造形成に関してはまだ十分には確立されておらず、今後の局所構造の解明が必要である。

これらの知見を基に、本年度から地域新生コンソーシアム研究開発事業が開始され、機動的浄水システムの開発を進めている。さらに、新規磁性吸着剤の開発を行った。

人体に健康的被害を及ぼす難分解性有機化合物(POPs)に対し、選択吸着性と光分解性を同時に有する新規多孔性複合体を開発するため、特に選択吸着性を発現する材料のスクリーニングと機能評価の解析を行った。その成果として、粘土の一種であるモンモリロナイトの層間をカチオン性界面活性剤でイオン交換し層間を疎水化することにより ppb オーダーの極低濃度のビスフェノール(環境ホルモン的一种)を層間に捕捉できること、その捕捉率が界面活性剤のアルキル鎖長に依存することを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】イオン交換、吸着、硝酸イオン、リン酸イオン、層状複水酸化物、浄水、難分解性有機化合物、層状化合物、層間疎水化、ビスフェノール A、選択吸着性

【テーマ題目8】水系微生物の無害化に関する研究

【研究代表者】廣津 孝弘

(健康リスク削減技術チーム)

【研究担当者】廣津 孝弘、小比賀 秀樹、榎田 洋二、都 英次郎(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

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

塩化物イオンを含む水環境で長期間使用でき、かつ安全な抗菌剤は、レジオネラ症の発症防止、水産養殖における感染防止等で要望されている。無機系の銀系抗菌剤は、抗菌スペクトルが広く人体に安全であるが、反面、

水環境中では溶存する陽イオンとのイオン交換により抗菌成分の銀イオンが容易に溶出し、さらに水中に塩素イオンが存在すると塩を形成し抗菌性が失活する。従って、多成分系(Cl<0.1 mol/l)においても持続的な抗菌性を示す銀系抗菌剤の開発が目標の一つである。

これまでに、特定のアミノ酸(メチオニン、ヒスチジン)と銀の錯体が、海水中においても抗菌性を発現すること(安定性)、これらの銀錯体を層状マンガ酸化物の層間に担持できること(抗菌持続性の手法)を見出している。本年度は、マンガンは PRTR 法の対象となる化学物質であるため、有害化学物質を含まない担体の探索を行った。層状マンガ酸化物の場合を参考に、数種の層状化合物を用いて銀錯体の担持について検討し、特定の層状ニオブ酸化物の層間に銀錯体を担持できることが分かった。

また、アミノ酸-銀錯体の塩化物イオンに対する安定性について詳細に検討した結果、塩化物イオン濃度が低い場合(約0.005 mol/l)、銀錯体は銀イオン単独の系より非常に安定なことが分かった。これまで抗菌性評価に用いた海洋性細菌は、塩化物イオン濃度が約0.005 mol/l程度では生長できない。今後、一般的な大腸菌等を用いて抗菌性の評価を行うため、大腸菌の菌体数を長期間維持するための生育条件について予備試験を行った。大腸菌を30℃でLB培地の含有量が1%の培養液を用いて振とう培養することにより、菌体数を20日間ほぼ一定に維持できることが分かった。

一方、ある特定の微生物を特異的に認識し、かつこれを無害化するための、新規ナノ複合系の設計を開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】抗菌剤、銀錯体、塩水、ナノ複合体、分子認識

【テーマ題目9】生物学的手法を統合した浄化システムの構築

【研究代表者】垣田 浩孝

(健康リスク削減技術チーム)

【研究担当者】坂根 幸治、垣田 浩孝、小比賀 秀樹(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

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

本年度は、(a)海藻の増殖に関する物質収支について

てのパラメータをさらに取得するために、海藻増殖に関する窒素、リンの物質収支への日長時間、サリニティ（海水塩分濃度）、海藻密度の影響を評価した。(b) 海水中の栄養塩類の吸着用として選定した吸着剤について大量合成を行った。得られた吸着剤について、成形方法を検討する。成形吸着剤の吸着性能を評価した。吸着剤の再生方法をバッチ法で検討した。(c) 海水中の窒素、リンを吸収して増殖した海藻から抽出した有用成分と海藻抽出液に多量に存在する海藻色素との分別法を検討した。

本年度の研究により以下のことが明らかになった。(a) 日長時間、サリニティ、海藻密度の異なる培養条件下での海藻増殖を比較し、海藻増殖による栄養塩類吸収に関するデータを取得できた。(b) 液中硬化法による造粒では、内径0.9 mm のニードルにスラリーをペリスタポンプにより3 mL/min の速度で供給し、ニードルの外側にシースガスとして窒素を流して、空気中の湿気を遮断することにより、粒径が2~3 mm で、大きさのそろった成形体が得られた。(c) 海藻粗抽出液中の色素除去を疎水性相互作用、イオン交換、ゲルろ過高速液体クロマトグラフィで検討し、イオン交換高速液体クロマトグラフィで海藻粗抽出液中の海藻色素を25 %除去する方法を見出した。

広い塩分濃度、水温範囲で生育可能な紅藻類海藻の天然藻体から分離した単藻類培養株が、高密度培養条件下でも低密度培養条件下での栄養塩類吸収能の約46 %を保持していることを明らかにした。このことからこの単藻培養株は、魚類養殖場の栄養塩類の生物吸収剤として有用であるといえる。液中硬化法により、粉末吸着剤を粒状に成形することができたことは、大量の海水を処理する操作のハンドリングの点から、その意義は大きい。魚類養殖場の栄養塩類を吸収して増殖した海藻からの有用成分を色素と分離する方法を明らかにすることができたことは、海藻利用のための基盤技術として重要である。

【分野名】 ライフサイエンス

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

【テーマ題目10】 健康関連基盤技術

【研究代表者】 廣津 孝弘

（健康リスク削減技術チーム）

【研究担当者】 廣津 孝弘、坂根 幸治、吉原 一年、
苑田 晃成、榎田 洋二

（常勤職員5名、他3名）

【研究内容】

健康、環境分野の基盤的技術として、極低濃度のイオンあるいは分子を特異的に認識・捕捉する分離剤の開発と評価、さらには希少糖の物質変換と生理活性評価等を基礎的に進めている。本年度は、化学交換法によるリチウム、ホウ素同位体の高効率カラム分離の操作条件、将

来の燃料電池用のクリーンガソリンに不可欠なイオン成分を数10 ppb 以下に低減可能な吸着剤の合成及びカラム処理を実施した。さらに、新規な生理活性が期待される塩基性希少糖の機能解析を行った。

化学交換法による同位体分離は、異なる化学種間で同位体の僅かな分配が生じることを利用するもので、ホウ素同位体(^{10}B 、 ^{11}B)の場合、 ^{10}B は四面体型の錯体に、一方 ^{11}B は平面3角形型の錯体に分配されることを利用する。グルカミン型樹脂を用いたバンド展開、あるいは逆ブレイクスルー（溶離実験）において後端部分で ^{10}B が濃縮されるが、その濃縮度は溶離液の酸濃度及びその通液速度に著しく依存した。9 mM 硫酸を使用した場合、 $^{10}\text{B}/^{11}\text{B}$ 比は0.25（天然比）から0.60（後端部）まで増大した。同様に、リチウム同位体(^6Li 、 ^7Li)の場合、 $(\text{H}_3\text{O})_8\text{Nb}_{22}\text{O}_{59}$ らがリチウム同位体分離に有効であること、 $^7\text{Li}/^6\text{Li}$ 比は12.3（天然比）から11.2（後端部）に変化し、 ^6Li が後端部で濃縮されることが分かった。

水素化貴金属触媒による脱硫処理したナフサ中になお残存する微量の硫黄化合物を除去するため、固相法で合成した Ce 担持 Y-ゼオライトを加圧成形した粒状吸着剤による吸着除去を試みた。この結果、吸着剤の充填容積の66倍容の水素化製紙ナフサの硫黄濃度を0.1 ppm 以下に低減できた。一方、ナフサ中に含まれる元素状硫黄や硫化水素は活性炭で除去できることが分かった。これらの結果から、水素化精製ナフサ中の微量のイオン成分を吸着除去する方法として、活性炭と CeY-ゼオライトからなる多段カラムプロセスを提案した。

昨年度合成した塩基性希少糖 D-グルコサミニトールの特異的生理活性として種々細胞の増殖に及ぼす効果を評価した。一部の細胞の増殖を抑制することを見出した。また、リゾプス属菌の分泌酵素生産に及ぼす希少糖の効果を評価し、D-プシコース、D-タリトール、D-グルコサミニトール等の希少糖はグルコアミラーゼの分泌生産を抑制する傾向があることを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス、環境・エネルギー

【キーワード】 同位体分離、リチウム、ホウ素、燃料電池用ガソリン、脱硫吸着剤、硫黄化合物、希少糖、プシコース、グルコサミニトール、リゾプス属

②⑥【情報セキュリティ研究センター】

（Research Center for Information Security）

（存続期間：2005. 4. 1~2012. 3. 31）

研究ユニット長：今井 秀樹

副研究部門長：渡邊 創、米澤 明憲

上席・主幹研究員：古原 和邦

所在地：東京本部、秋葉原サイト

人員：20名（19名）

経 費：404,005千円（168,652千円）

概 要：

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

情報セキュリティに関係する諸問題の現状を鑑み、特に緊急性が高いと考えられる次の（ア）～（ウ）3つのサブテーマを中核的課題としたチームを構成する。また今後はセンターの規模拡大とその時点での状況に応じて、これら以外のテーマ、たとえばセキュリティマネジメントやネットワークセキュリティといった分野を研究するチームを創設するなど、社会の要求に即座に対応できるよう柔軟な体制を維持する。

（ア）セキュリティ基盤技術研究チーム

安心して利用できる IT 社会基盤の提案・評価を目的としており、要素技術の機能強化及び新機能の提案・評価によりこの目的を達成する。また公的な評価活動へ積極的に参加する、重要インフラの評価を行う等の活動により、公的機関としての役割も果たしていく。

（イ）物理解析研究チーム

ハードウェア及び物理的セキュリティ技術に関する研究を行う。スマートカードなどに代表されるセキュアモジュール（耐タンパーモジュール）の実装・強度評価手法や、物理的効果に着目したセキュリティ技術の実用化を目的としており、物理学、量子情報理論等の知見を用いたモデル解析とその実証実験によりこの目的を達成する。

（ウ）ソフトウェアセキュリティ研究チーム

OS、Web アプリケーションなどのさまざまなソフトウェアをセキュアに構築する方式の開発を目的とする。検証技術、プログラミング言語技術、ランタイムシステム技術等を基盤とし、セキュリティホールの混入や発現の防止、製品が安全に設計・実装されていることの検証などを可能とすることによりこの目的を達成する。

さらに、それぞれが自身の課題に取り組むだけでなく、あらゆる課題に各チームが異なる視点から取り

組み、また協力し合うことにより、これまでに無かった総合的で効果的なセキュリティ技術を創出することも目指す。そして研究開発活動を通じ、以下のような役割を果たしていくことにより、センターの研究目標を達成する。

- ・産業界に役立つ研究開発人材の育成：
 - 学術的シーズと産業界・利用者ニーズに精通した人材を、産学官連携による研究活動を通して育成する。
- ・インシデントに対応できる専門家及びチームの育成：
 - 関係機関に出向するなど、実務を通じた専門家を育成する。
- ・裏づけのあるセキュリティ情報の発信源：
 - 高いレベル研究成果を出し続けることで、専門家及び専門研究により裏付けられた、信頼できる情報の発信地としての役割を果たす。
- ・重要インフラ等の安全性評価：
 - 新たな手法の研究、及び最先端の手法を用いた重要インフラの評価を、公的研究機関の立場を活かして行う。脆弱性を発見した場合には、IPA 等適切な伝達ルートを通して関係者へ脆弱性情報及び対処法を周知する。
 - 内外の機関との連携を通じ、研究成果を社会へ還元していく。民間企業、大学、公的研究所等とは、共同で研究プロジェクトを立ち上げ、日本の情報セキュリティ分野のレベルアップ、世界をリードする産業分野の育成、新産業の創出を目指す。内閣官房情報セキュリティセンター、IPA、NITE、JQA、JEITA などの機関に対しては、情報セキュリティ研究センターで開発した最先端の研究に基づく情報の提供、問題の解析、対処法の提案など、技術的なバックアップを行い、緊密な連携を取っていくことで、より安全性の高い製品を流通させることを目指す。NICT のような他研究機関とは、担当する研究分野を効率的に分担し、また融合的な分野については共同で研究するなど、より効果的な成果を生み出す協力関係づくりを目指す。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「不正行為に強い耐性を持つ電子透かし情報符号化法に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「量子情報技術を頑強にする符号化技術の研究」

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

文部科学省 科学研究費補助金「量子コヒーレンス制御とその量子情報分野への応用」

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

文部科学省 科学技術振興調整費「セキュリティ情報の分析と共有システムの開発」

文部科学省 科学技術振興調整費「組込みシステム向け情報セキュリティ技術」

経済産業省 技術振興課委託費「ユビキタスネットワーク向けセキュアアセットコントロール技術の研究開発」
「情報漏えいに堅牢な認証・データ管理方式とそのソフトウェアによる安全な実装・検証手法に関する研究開発」

経済産業省 技術振興課委託費「暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究」

発表：誌上発表114件、口頭発表126件、その他10件

セキュリティ基盤技術研究チーム

(Research Team for Security Fundamentals)

研究グループ長：大塚 玲

(秋葉原サイト)

概 要：

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

物理解析研究チーム

(Research Team for Physical Analysis)

研究グループ長：今福 健太郎

(秋葉原サイト)

概 要：

情報のデジタル化が進んだ今日、情報システムによる情報の機械的な蓄積・処理・交換が、社会のいたるところで当り前のこととして行われている。情報システムのセキュリティを確保しないことには、情報のセ

キュリティを守ることなど考えられない時代となった。しかし、情報システムの一つの中核要素である情報システムを制御する役割を担うハードウェアには、実装に依存した脆弱性が存在する場合があることが知られている。このような状況を背景とし、物理解析研究チームでは、ハードウェアのセキュアな設計・実装を可能とする各種技術やそれらの評価法の研究に取り組んでいる。また量子暗号など、自然法則の原理や性質に基づいた情報セキュリティ技術に関しても、基礎的考察を行い、より安全な情報社会の実現に向け、根源的な貢献を行うことを目的としている。主な研究内容としては、1) 量子情報セキュリティ、2) 現代暗号論に基づくハードウェアデバイスのセキュリティ、3) 実用的仮定に基づく暗号の研究、などが挙げられる。

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8

ソフトウェアセキュリティ研究チーム

(Research Team for Software Security)

研究グループ長：柴山 悦哉

(秋葉原サイト)

概 要：

情報のデジタル化が進んだ今日、情報システムによる情報の機械的な蓄積・処理・交換が、社会のいたるところで当り前のこととして行われている。情報システムのセキュリティを確保しないことには、情報のセキュリティを守ることなど考えられない時代となった。しかし、情報システムの中核要素であるとともに、情報システムを制御する役割を担うソフトウェアは、依然として多くの脆弱性を抱えたまま稼働を続けている。ソフトウェアセキュリティ研究チームでは、このような現状を改善するために、ソフトウェアのセキュアな設計・実装を可能とする各種技術の研究・開発に取り組んでいる。主な研究内容としては、(1) ソフトウェアの正しさを検証・検査するための基礎理論の研究及び実用ツールの開発、(2) 世の中で実際に使われている各種ソフトウェアの脆弱性の調査、(3) セキュアな Web アプリケーションを構築する方式などがある。

研究テーマ：テーマ題目 9、テーマ題目10、テーマ題目 11

[テーマ題目 1] 情報漏えいに堅牢な暗号・認証方式

[研究代表者] 古原 和邦

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

[研究担当者] 古原 和邦、辛 星漢、花岡 悟一郎、渡邊 創 (常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

従来、多くのセキュリティシステムは、そこで利用されている鍵や認証用データは漏えいしないとの仮定の基で構築されてきた。本研究では、この仮定を見直し、鍵

や認証用データは漏えいするとした上で、それらが漏えいしたとしても大きな被害を引き起こさない、あるいは被害を局所化できる方法の研究を行っている。具体的に、鍵漏洩に堅牢な暗号化方式、電子署名方式、認証鍵共有方式、鍵の効率的な更新方法などの研究に取り組んでおり、これらの成果を応用することで、サーバやクライアントに保存している機密情報をより高度かつ効率的に保護したり、データベースに保存している個人情報を情報漏えいや不正アクセスから保護したりすることが期待できる。本年度は、情報漏洩に堅牢な認証方式の安全性について議論、新たな安全性のモデルの提案、そのモデルで認証方式が満たすべき安全性を定義、情報漏洩に堅牢な認証方式の安先生を数学的に証明を行った他、credential serviceへの応用、無線ネットワークへの応用、パーソナルネットワークへの応用について提案を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】認証、情報漏洩、暗号化

【テーマ題目2】代替暗号・認証技術に関する研究

【研究代表者】大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

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

【研究内容】

従来の暗号技術の多くは、安全性を素因数分解の困難性等の計算量的な仮定に依拠している。しかし、これらの仮定が将来にわたって成り立つかどうかについては不明であるため、長期的な安全性が要求されるアプリケーションに対しては、必ずしも適用することができない。本研究においては、このような問題を回避するために1) 新技術及び新解析技術の研究、及び2) 新技術を円滑に適用するための研究を行なっている。本年度は、情報量的安全性に基づく暗号技術の実現に関する基盤理論の構築を目指して、研究を進め、国内研究会、国際会議、論文誌などにおいて発表を行った。

また、公開鍵暗号の問題点を克服し、さらに高機能な暗号技術の実現を可能にする技術として ID に基づく認証・暗号化方式に注目し、研究を行っている。本年度は、高機能な暗号技術の一つとして、鍵の漏洩に対する耐性を高める暗号機能についての提案を行った。具体的には、安全に鍵更新を行うために必要となる ID ベース暗号及び階層的 ID ベース暗号の構成方法を整理した。次に、各方式が情報漏えいに強くなるために満たさなければならない複数の条件を明らかにし、それらの関係を明らかにするとともにそれを満たす具体的な構成方法を提案した。結果、認証鍵共有方式については、利用者側の処理を軽くできかつ情報漏えいに強い方式が得られ、ID に基づく認証・暗号化方式については、難しい問題への帰着が効率的であることが証明可能な方式が得られた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報量的安全性、ID ベース暗号、情報漏洩

【テーマ題目3】プライバシー保護技術に関する研究

【研究代表者】大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

【研究担当者】大塚 玲、渡邊 創、古原 和邦、北川 隆、繁富 利恵、辛 星漢 (常勤職員6名、他1名)

【研究内容】

情報技術の発達に伴い、情報システム内に大量に蓄えられたプライバシー情報の漏洩が深刻な社会問題になっており、またネットワーク上の個人の尊厳を守ることがはきわめて重要な課題になりつつある。本テーマではプライバシー情報漏洩問題を抜本的に解決するため、プライバシー情報を一切取得しなくても適切に情報処理が行える基盤技術の確立を目指して研究を行っている。こういった技術を利用することにより、プライバシー情報をサービス提供者が無駄に取得することなく、サービスを円滑に各ユーザーに対して提供をすることができる。本年度は、リフレッシュ可能な匿名トークン、匿名性の高い RFID、匿名通信路、匿名パスワード認証等の研究を行い、具体的な方式の提案、性能評価等を行った。

また、コンテンツの不正流通や顧客情報の漏洩への対策として、たとえ情報が漏洩したとしても漏洩した情報に符号化された識別子を埋め込むことにより、不正流通に関与した利用者を追跡できる技術として結託耐性符号に関する研究を行っている。今年度は、漸近的に最良として知られている方式について改良を施し、結託人数が2名までの場合に従来よりもはるかに短い符号の構成に成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】匿名認証、情報漏洩、結託対政府号

【テーマ題目4】バイオメトリクスセキュリティに関する研究

【研究代表者】大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

【研究担当者】大塚 玲、繁富 利恵、宇根 正志 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

簡便で高精度な本人認証は現在及び今後の情報化社会にとって重要な課題である。本研究では、バイオメトリクス技術のセキュリティ評価基準の開発を目指して研究を行っている。本年度は、近年普及が目覚ましい静脈認証や指紋認証に関連したアルゴリズムに注目し、その安全性評価を行った。その結果、他人がなりすまして認証をパスする確率 (FAR: False Acceptance Rate) の計算において、人間以外の人工物が提示された際の確率が考慮されていないことを指摘し、これを考慮した新しい指

標 (WAP: Wolf Attack Probability) による新しい評価指標を提案した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】バイオメトリクス、本人認証

【テーマ題目5】情報セキュリティ管理に関する研究

【研究代表者】大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

【研究担当者】大塚 玲、田沼 均 (常勤職員2名)

【研究内容】

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

また、効果的で効率的な情報セキュリティ対策を行うための評価手法の開発及び評価の基盤となる理論の構築を目指して、本年度は、経済学的な情報セキュリティ分析手法の概要を調査するとともに情報セキュリティ投資評価を実際に実施することにより問題点の調査を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

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

【テーマ題目6】量子情報セキュリティ技術

【研究代表者】今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

【研究担当者】今福 健太郎、宮寺 隆之、萩原 学、湯浅 一哉 (常勤職員4名)

【研究内容】

究極の安全性を効率よく達成するとされる、いわゆる量子暗号技術の研究開発は、その基本的成果が徐々に開花しつつあり、商品化を含めた競争的研究開発が加速している状況にある。量子光学技術の著しい発展を背景とし、ある種の量子鍵配送プロトコル (BB84) が、実験室レベルを超えフィールドレベルにおいて実装されるまでに至った。またこのようなシステムについては、すでに商品化され販売が行われているだけでなく、それらを対象とした輸出入規制に関する国際的な議論が、ワッセナーアレンジメントなどの枠組みにおいても行われている状況にある。現在のところ、様々な技術的制約により、理論的に「無条件」安全性を達成することができる物理

的状況は、せいぜい通信距離40 km 程度 (速度は最大で1 Mbps 程度) ではあるが、これらの数字は、理論的に最も強い攻撃者を想定したものであり、実際には、攻撃者にも技術的制約が存在することを考えると、より高い性能と安定性を以って安全な鍵配布を達成していることが期待できる。

このような背景のもと、実際に実現可能な物理的制約のもと実装された BB84システムを用いて鍵配送センター網を構築し、既存の情報通信システムへの鍵供給センターとして組み込むことにより、全体として広域情報セキュリティ基盤を構築していこうとするアイデアが、いくつかの視点から提案されている。このアイデアの実用的利点は、暫定的には無条件安全性を達成しないまでも、現在調達可能な量子暗号技術を有効に活かすことにより高度な安全性を提供しつつ、今後達成されるであろう技術革新に応じてシステム全体のアップグレードを行うことにより、無条件安全性を満たす情報セキュリティ基盤への段階的な移行を穏やかに促進することができる点にある。一方、このようなアイデア、特に暫定的に達成された状況について、暗号学的位置付けを行うことは、きちんとした安全性の根拠を与えるために必要不可欠なプロセスである。

本研究においては、量子情報セキュリティ技術に現れる多くのプロトコルの安全性評価に対し、統一的に適用することができる基盤ツールとして情報攪乱定理を整理し、その理論的基盤を固めるとともに個々の事例にあたってその効果の確認を行った。また、量子暗号システムの古典系における処理の研究として、量子暗号の特性 (情報論的安全性、あるいは盗聴検知) を活かしながら現実的には不可避なノイズに対抗する手段等として用いられる CSS 量子誤り訂正符号に関し、LDPC を用いた具体的構成法を確立し、その性能の評価を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子鍵配送プロトコル、光通信、秘匿性増強

【テーマ題目7】現代暗号論に基づくハードウェアデバイスのセキュリティ

【研究代表者】今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

【研究担当者】今福 健太郎、張 鋭、湯浅 一哉 (常勤職員3名)

【研究内容】

この分野の研究における挑戦は、情報通信システムの安全性がその利用状況に依存するという (一見分かりやすいが極めて抽象的な) 事実、定量的で客観的な尺度を導入しなければならない点にある。特に最近、ユビキタスの発展により情報へのアクセス構造が複雑化したこと、さらには、多様な物理的攻撃法 (暗号モジュールがシステムとして必然的に物理的実装を持たなければな

らないという当たり前の事実に起因した、しかしながら逆にそれだけ強力な攻撃法)が指摘されその威力が確認されていることを背景とし、その「挑戦」はますます困難なものとなっている。

物理的攻撃法の、最初の、かつ最も重要な例として Paul Kocher によって指摘された消費電力解析が挙げられる。モジュールで実行される暗号演算に際し、その消費電力が暗号鍵に依存していることに注目し、消費電力の実測データに対し適切な統計処理を行うことで秘密鍵の推定が可能になることを示した攻撃である。この攻撃のインパクトは、アルゴリズムとして安全性が論理的に明確に保証された暗号方式でさえ、物理システムでの実行においては、意図しない(より正確には、アルゴリズムとしての安全性解析の中では決して考慮されなかった)情報漏えいが、物理プロセスとして起こりえること、さらにそれが安全性にとって極めて重大な脅威となりうることを示した点にある。この指摘によって端を発した流れは、現在ではさらに発展を続けており、消費電力以外の様々な物理量に対する考察が行われているだけでなく、単に正規の暗号演算を実行させる以外にも、解析が行いやすいようモジュールの機能を外部から物理的に制御した状態において、必要なデータの収集を行うような、いわば侵食型の攻撃まで検討されるに至っている。

このような情報漏えいを取り入れた暗号学的なモデルの構築、及び、このような情報漏えいに対して耐性を持つシステム自体の構築に向け、既存研究のレビューを含む基礎的知見の整理を行った。また、ハードウェア、特に LSI 上に実装されたセキュアモジュールに対する高度な半導体解析技術に基づいた攻撃の性能について、実証的な研究を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】耐タンパ、暗号モジュール、情報漏えい

【テーマ題目 8】実用的仮定に基づく暗号の研究

【研究代表者】今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

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

【研究内容】

現在実用化されている多くの暗号は、計算量的仮定に基づいたものであるが、理論的には(例えばある程度コントロールすることができない雑音を含む通信路など)現実的と思える状況を仮定することにより、情報理論的に安全な暗号を構成できることが知られている。このような立場から現実的な仮定のもとで情報論的な安全性を満たす(攻撃者の計算資源に依らない)暗号を構成する幾つかの研究が行われている。本研究では、国内で提案された、通信における電波伝搬や反射等の「実質的には制御不能なノイズ」に注目し鍵共有を行う方法、及び、お互いが信頼できない状態のプレーヤ間に雑音のある通

信路について、雑音レベルがプレーヤの意思によってある程度制御できるような場合の暗号プロトコルについて考察を行い、その安全性評価を行った。また、現代暗号理論を背景とし、耐タンパ機能によって達成される安全な多パーティ間計算について既存の研究結果を整理し、その理論的關係を明確にするとともに、多パーティ計算の安全性の定義について再考を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報理論、雑音通信路、暗号理論

【テーマ題目 9】安全なソフトウェアのための検証・検査技術に関する研究

【研究代表者】Affeldt Reynald

(ソフトウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】Affeldt Reynald、山田 聖、David Nowak (常勤職員3名)

【研究内容】

ソフトウェアの不具合は、利用者の不便となるだけでなく、セキュリティホールの原因となって大きな損害へと繋がるケースもあり、見過ごすことのできない問題である。しかし、人手による注意深い開発作業だけでは、不具合の無いソフトウェアを開発することは極めて難しい。そこで我々は、ソフトウェアの正しさを正確に効率よく発見することを可能とするソフトウェアの検証・検査技術の研究を行っている。

ソフトウェアの検証・検査技術には、大きく分けて動的手法と静的手法がある。動的手法はソフトウェアの実行を監視し不適切な動作を検出する方法であり、ソフトウェアの実行時の情報に基づき正確に問題点を発見できるが、ソフトウェアの実行が問題となる状態に至らない場合はそれを発見できない。一方、静的手法は、ソフトウェアを実行せずにその構造を分析することで問題点を発見する方法であり、網羅的な検査が可能であるが、ソフトウェアの実行時の情報を参照できないため、詳細な検査が難しい場合がある。

今年度、我々は以下に示すように、静的な手法に基づいてアセンブリ言語で書かれたアルゴリズムの形式的検証を行い、また、動的手法に基づく安全なソフトウェアの開発を支援するツールの開発を行った。

(1) アセンブリ言語で書かれたアルゴリズムの形式的検証

ソフトウェアの性能を向上させるために、プログラムの一部、特に算術的アルゴリズムをアセンブリ言語で記述し、特別なプロセッサ命令を利用するなどしてアルゴリズムを微調整することがある。そのようなプログラムはビット操作が多用されるため形式的検証が難しい。

そこで我々は、定理証明器の一つである Coq 上にアセンブリ言語のための Hoare Logic と呼ばれる論

理体型を実現するとともに、プロセッサが扱う整数表現を Coq 上で取り扱う方法を考案することで、アセンブリ言語で書かれた算術的アルゴリズムの形式的検証を可能とした。さらに、多くの暗号システムの実装で利用されているモンゴメリ乗算アルゴリズムについて、その SmartMIPS と呼ばれる命令セットのアセンブリ言語での実装に対する形式的検証に成功した。

- (2) 安全なソフトウェアの開発を支援するツールの開発
我々は、これまでにプログラミング言語 Java で書かれたプログラムの実行時監視のための言語 (Moxa) 及びツール (MoxaTool) の設計・開発を行っている。Moxa は Java のモジュールに対して Design by Contract という手法に基づきその仕様を記述する言語で、アスペクト指向に基づくモジュール化方式を採用することで、モジュールの規模や複雑さに対してスケーラブルな仕様を記述できるという特徴を持つ。また、MoxaTool は、対象となるプログラムが Moxa で記述された仕様を満たしていることを実行時に検査するコードを生成するものである。

今年度は、これまでに開発してきた MoxaTool のプロトタイプを大幅に拡張し、Java 言語の全ての構文を扱えるようにした。さらに、Moxa に関して、手続き呼び出しの系列を直接表現可能にする拡張とデータ・制御フロー解析により得られた情報を利用した仕様の記述を可能にする拡張についての検討を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ソフトウェア検証、仕様記述言語

【テーマ題目10】 ソフトウェアの脆弱性に関する実践的研究

【研究代表者】 大岩 寛

(ソフトウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】 大岩 寛、高木 浩光、渡辺 創、古原 和邦 (常勤職員4名)

【研究内容】

近年、インターネットなどで用いられるソフトウェアの脆弱性が大きな問題になっており、毎年数千の単位でソフトウェアの脆弱性が発見される。その中には実際に所謂サイバー攻撃に悪用されるものも多い。情報セキュリティ研究センターでは、日々起こる現実のセキュリティ問題に対し、その根本的な原因を豊富な知見に基づく研究者の視点から追求・整理し、その問題を防ぐための措置や注意点、また実際に問題を解決するためのソフトウェアの修正法や検証手段について研究をしている。また、その検証の過程で発見した具体的な脆弱性については、情報処理振興機構 (IPA)、JPCERT/CC、CERT/CC 等の関連機関などを通じて制作者・関係者に連絡し、その脆弱性の修正にも協力している。

平成18年度は特に、インターネットで広く用いられて

いる複数の暗号処理ライブラリに含まれた実装の不備による認証回避の脆弱性の可能性について、脆弱性の報告、暗号学的脆弱性の解析と、解決策の発表等を行った。この脆弱性は暗号通信方式 TLS において用いられる公開鍵証明書の正当性の検証処理において、証明書データの解読処理における不備により、数学的な構成手法から作られた特定の形式の偽の公開鍵証明書を誤って正当なものとして受け入れてしまう問題で、2006年9月に国際学会 CRYPTO2006において暗号学者 D. Bleichenbacher が指摘した攻撃方法を拡張したものになっている。この攻撃方法を検討している過程で類似の新たな問題を発見したため、開発者及び IPA に報告し修正に協力するとともに、その攻撃の成立する条件等について詳細な解析を行い、国内研究会 ICSS において発表 [1] した。2007年度にはこの問題に関する論文を国際学会に投稿する予定である。

[1] Yutaka Oiwa, Kazukuni Kobara, Hajime Watanabe. A New Variant for an Attack against RSA Signature Verification. ICSS, 27-28 February 2007.

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 脆弱性の発見、公開鍵証明書

【テーマ題目11】

【研究代表者】 高木 浩光

(ソフトウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】 高木 浩光、大岩 寛 (常勤職員2名)

【研究内容】

インターネットにおいてセキュリティ上の最大の弱点となっているのは、Web アプリケーションの脆弱性 (セキュリティ上の欠陥) である。今日、金融機関のネットバンキングサービスをはじめとして、安全に利用できることが大前提となるはずの重要システムまでもが、Web アプリケーションの形態で作製、提供されるようになってい一方で、Web アプリケーションの作製方法にはこれといった標準が存在せず、アプリケーション開発者の裁量で自由に開発されているため、セキュリティ上の欠陥を生じやすくなっているという現状がある。この問題を解消するため、ソフトウェア技術による解決策と、開発手法のガイドライン化による解決策の両面から研究を進めている。

平成18年度は、Web アプリケーションの脆弱性を形式的に扱うための準備の検討を行った。脆弱性の原因が Web アプリケーション側の責任によるものであるか、Web ブラウザ側の責任によるものであるかを区別するという着眼点を基礎として、Web アプリケーションが脆弱でないと言えるための条件を明確化する検討を行った。この検討から派生した成果として、安全な Web アプリケーション開発を発注するためのセキュリティ要件

の示し方のガイドラインを策定している。今後、この検討を進展させることにより、Web アプリケーションの各種脆弱性の形式的な記述を可能とし、Web アプリケーションがある時点において脆弱でないものと言えるかを機械的に判定する仕組みの開発を目指す計画である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、WWW、Web アプリケーション、脆弱性

⑦【固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター】

(Polymer Electrolyte Fuel Cell Cutting-edge Research Centre (FC-Cubic))

(存続期間：2005. 4. 1～2010. 3. 31)

研究ユニット長：長谷川 弘

副研究センター長：岩下 哲雄

所在地：臨海副都心センター、つくば西

人員：10名 (9名)

経費：1,147,485千円 (123,295千円)

概要：

(社会的背景)

燃料電池技術は、地球環境、エネルギーセキュリティ、持続的経済成長という「3つの E」を同時達成する上で最も期待がかかる重要技術であり、我が国のみならず世界各国が熱心に国際競争を展開している。

この様な中、ものづくり面でのシステム統合能力に勝る日本企業は、実用化に向けて世界に一步先んじている。

しかしながら、「本格的普及を目指す商品性確保」への道程は極めて険しく、コストダウンや耐久性、信頼性、性能向上という多様な要素を満たす革新的なブレークスルーが待望されている。燃料電池の重要なアプリケーションである燃料電池自動車では、技術的課題に加え、非常に厳しいコスト要求に直面しており、このためには、単にエンジニアリング手法にのみ頼るのではなく、「原点回帰」、つまりサイエンスの基本に立ち返った根本的な「物理限界」の打破が強く求められている。

サイエンス重視の動きは米国において顕在化しており、米国立ロスアラモス研究所では、米国エネルギー省の方針の下、燃料電池に関する研究開発・産学連携を強化し、総合的に実施するために、新たに「燃料電池研究センター」を2006年に設置する予定である。

したがって、我が国産業界の協調的発展のためにも、世界に先駆けての燃料電池研究に関するナショナルセンター創設が急務と考えられている。

(研究センターの理念)

研究センターを「産業界の現実の問題解決課題に則しつつ、ピュア環境でのサイエンス上の先端的オプションを探索するための新しい仕組み」と位置付け、燃料電池技術の根本的な物理限界の打破につながる独創的研究を遂行することにより、我が国のみならず世界トップレベルの最先端燃料電池研究センターの1つとして、燃料電池に関する研究開発をリードし、またその成果を産業界に普及させることを主な理念としている。

合わせて、トップサイエンスを活用した研究開発のナショナル機関として、広く情報集約/発信を行うとともに、国際的なトップラボ、大学、主要企業との相互交流により燃料電池に関する新たな知識創造の一翼を担いつつ、エネルギー政策の将来シナリオへの提言や若手研究者の育成等にも務めていくことも理念としている。

(基本ミッション)

研究センターは次の6項目を基本ミッションとする。

- 内外の英知によるトップサイエンスのナレッジを総集し、より基本的な反応メカニズムの解明とそれに基づく革新的技術の創製に取り組む。
- 製品展開可能な最先端の科学的知見を産業界（主に運輸業界）に提供し、製品化に向けたイノベーションを支援する。
- 先端科学でのナレッジを現実の産業に移転する知識・経験を持つ人材を育成する。
- 国内先進企業のみならず世界のトップラボとの人材交流を活発化させ、サイエンス上の先端的オプションを継続して探索できる仕組みを構築する。
- 産業界の具体的な問題解決課題に則しつつ、人類の将来を左右しかねない重要技術である燃料電池の研究開発に情熱を燃やすとの志を共有する研究者による、自由・闊達な科学的探索を行い得る「場」を提供する。
- 新しい時代に適したエネルギー・環境に資する科学的ナレッジの啓蒙、普及活動に貢献する。

(研究センターの研究方針)

－中期課題－

本研究センターは、主に運輸用固体高分子形燃料電池の革新的低コスト化実現と、燃料電池技術者/研究者の育成とを目的として、先端基盤要素技術に関する独創的研究を実施する。

具体的には、産業界の強いニーズと行政からの期待に鑑み、下記中核課題を設定する。

- 1) 燃料電池の基幹要素技術である「電極触媒」、「電解質材料」、「多相界面を経ての物質移動現象」に関するイノベーションの提供
- 2) 上記基幹要素技術に関するナレッジを総合しての貢献

平成18年度は各研究テーマの本格的遂行と、産学と

の密な連携を意識したセキュリティシステムのレベルアップとに注力する必要がある。

また、研究活動成果の積極的な発信を通じての国内外の産学とのネットワーク作りも年度計画の重点をなす。

ー計画を達成するための方策ー

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

このためには、官学産のあらゆるコネクションを活用することを企てる必要がある。

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

外部資金：

経済産業省 燃料電池先端科学研究事業 「平成18年度燃料電池先端科学研究」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業 「界面のキラリティを捉える非線形顕微分光の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 「時間分解可視ポンプー赤外プローブ分光法による固／液界面電子移動ダイナミクス（特定）」、「金属ナノ粒子積層電極の電気化学的装飾とその（光）電極触媒活性（若手 B）」

発表：誌上発表7件、口頭発表11件、その他1件

触媒研究チーム

(Catalyst team)

研究チーム長：八木 一三

(臨海副都心センター)

概 要：

- 電極触媒界面における電気化学反応の速度論的解析手法の開発

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

- 諸電気化学反応の触媒構造依存性等の解明

触媒近傍で起こる反応の速度論に及ぼす反応場の影響を明らかにする。触媒の構造及び電子状態の効果に加えて、反応種の拡散に由来する濃度分極の影響や、

触媒周辺に存在する水の構造・電子状態の影響についても精緻に解析する。

- 現状技術打破に向けての触媒設計指針提案

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

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 4、テーマ題目 5、テーマ題目 6

界面物質移動研究チーム

(Material transfer at interface Team)

研究チーム長：石井 千明

(臨海副都心センター、つくば西)

概 要：

- ミクロな多相界面、あるいはマクロな多層界面を経由する物質移動現象の精緻な速度論的計測手法の開発：

燃料電池反応に関与するミクロな界面、すなわち気相（水素、酸素等）と固相（触媒、電解質等）、及び液相（水を随伴したプロトン）との間で生じる物質移動現象を明らかにする。また、反応に伴う物質輸送現象を律速するマクロな界面、主には触媒層/ガス拡散層/セパレーター（バイポーラープレート）におけるガス相（酸素、窒素、水蒸気等）と液相（水）との相互あるいは競合拡散を正確に追跡する方法を開発する。種々の計測技術を相補的に利用して、速度論としての解析を行う。

- 物質移動現象の触媒層及びガス拡散層の構造依存性等の解明：

正確な測定技術を駆使し、触媒層並びにガス拡散層の構造や構成材料の物性がどのような影響を及ぼすのか明らかにする。この様な解析を通じて、現状技術における理想状態でのパフォーマンス限界を明らかにする。

- 現状技術打破に向けての膜電極成形体設計指針提案：

現状技術における諸現象解析に関するナレッジとシミュレーション技術等を活用して、膜電極接合体+ガス拡散層 (MEGA) のあるべき姿の指針を提案する。

研究テーマ：テーマ題目 2

電解質研究チーム

(Electrolyte Team)

研究チーム長：大平 昭博

(臨海副都心センター)

概 要：

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

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

● 移動速度の電解質構造依存性等の解明：

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

● 現状技術打破に向けての電解質材料設計指針提案：

ナレッジの総集と各種シミュレーション、モデルサンプルによる検証試験等を利用して、電解質材料のあるべき姿を見出す。

コストポテンシャルのある材料での高いパフォーマンス発現の指針を提案する。

研究テーマ：テーマ題目 3

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

【代表研究者】八木 一三（触媒研究チーム）

【研究担当者】八木 一三、林 灯、太田 鳴海、野津 英男、小林 英一（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

概要：

燃料電池電極触媒の性能評価は従来、定常的な電気化学計測に基づき行われている。例えば、カソード電極触媒の評価で得られるのは、酸素還元反応の最終生成物と反応過電圧、反応電流（反応の総体的速度定数）である。つまり電極触媒表面における素過程の反応速度や中間体の吸脱着の影響はブラックボックスとなっている。本研究では、第一に、そのブラックボックスの中身を明らかにする電極触媒の動的評価手段を確立し、構造・電子状態などを予め制御した電極触媒試料について、この動的評価を行い、データを蓄積することを目指す。これは、現在様々な材料を網羅的に評価するコンビナトリアル化学的なアプローチとは対照的なアプローチであるが、同時に性能向上機構の解明に資するという点では相補的である。第二に、触媒並びに担体のナノ構造やメソ構造、あるいは電子構造を制御したモデル電極触媒を開発するアプローチを開始したところである。調製したモデル触媒の理想反応条件下での性能を極限まで高めた後に、実用レベル触媒へのコストダウン・効率化を図るスキームである。上記の「その場計測法」と「モデル触媒開発」がお互いにフィードバックを行うことで、現状技術打破につながる触媒設計指針を将来的に確立できると想定している。

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

①時間分解 *in situ* 振動構造追跡技術開発のための装置設計・手法開発

②電極触媒周辺の水の動的挙動と電子状態を計測するための手法開発

③メソ構造を導入した電極担体の開発とカソード触媒性能向上への展開

④触媒と担体の電子的相互作用を制御することによる新規電極触媒の開発

年度進捗：

平成18年度は、主軸となる各種時間分解振動分光装置の立ち上げ、実験に用いる分光電気化学セルや治具の製作、試料の調製法の確立等を行った。特に、ステップスキャン型フーリエ変換赤外分光計と表面増強赤外反射分光（SEIRAS）測定を組み合わせた時間分解 SEIRAS 測定装置の立ち上げは、ほぼ完了し、単分子層レベルの信号計測に成功した。現在は長時間の時間分解測定に耐えられる試料の調製に注力しており、平成19年度には、実際の燃料電池電極触媒に直接関連するモデル触媒研究に展開したい。一方、ラマン顕微鏡と表面増強ラマン分光（SERS）を組み合わせた時間分解 SERS 分光計については、明るいラマン顕微鏡を導入するとともに、フォトニッククリスタル構造を付与した SERS 活性基板の製作を行った。さらに、時間分解能を付与するための仕組み作りについても、設計を行った。電極触媒周辺に存在する水の動的挙動を追跡するための可視－赤外和周波発生（SFG）分光システムは、プリズムによる内部反射型の分光電気化学セルを製作し、漸く界面水の電気化学挙動をスタティックに測定できる段階となった。

メソ構造を導入した電極担体については、孔径8 nm 程度のメソ孔を有するカーボン担体の開発に成功し、その優れた電極触媒特性を明らかにしつつある。特に、孔内の環境が比較的疎水性であり、ナフィオンイオンマーを孔内に導入することにより、孔内の触媒を安定かつ有効に活用することができることや、物質移動によるロスが低減されることがわかってきた。ただし、現状では過電圧の低減と物質移動がトレードオフの関係にあり、詳細な機構解明に加えて、抜本的な改善が必要であると考えている。一方、触媒と担体の電子的相互作用制御については、酸化ナノシートを用いたカーボン担体表面修飾を試みたが、現状では電気抵抗の微増を確認した程度であり、修飾層の形成方法などの検討が必要である。また、金属－金属酸化物間の電子的相互作用に関して表面科学的な評価法の確立が急がれる。

【分野名】環境・エネルギー

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

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

〔代表研究者〕石井 千明 (界面物質移動研究チーム)

〔研究担当者〕石井 千明、宮本 淳一、西澤 節、
岡田 由里子、古屋 敦子、岩下 哲雄
(常勤職員3名、他3名)

〔研究内容〕

概要:

多相界面を経てのプロトン及び水関連物質の移動現象を解明する。特に、ガス拡散層 (GDL) のバルクの表面性状や集合組織が水関連物質の移動現象及び電池性能に与える影響を調べることが本研究の目的である。

固体高分子形燃料電池のカソードにおける電圧低下の原因の1つとしてセル内、特に膜電極そしてガス拡散層接合体 (MEGA) 内の水分管理が挙げられる。具体的には、生成水と反応ガスの物質移動のうちどちらかが一方的に滞っても発電性能は極端に低下する。この生成水と反応ガスの物質移動、いわゆる競合拡散が滞る現象は、近年マイクロポーラス層 (MPL) の登場により飛躍的に改善され、発電性能が安定化するという画期的な技術の進展が見られた。しかしながら、MPL を挿入することにより燃料電池の MEGA 内の物質移動現象が滞らない科学的根拠については、未だ解明されていない。

このような現象を解析するためには、MEGA を構成するバルク材料のガス吸着による表面性状や表面構造の解析、バルク材料の集合組織が作り出す性状や構造の詳細な (古典的な静的) 解析だけでなく、燃料電池作動環境下での動的 (ダイナミック) な水蒸気などの吸着変化を評価していく必要がある。他にはガス拡散層の材料の表面張力、表面電荷が物質移動現象、電池性能に及ぼす影響を詳細に調べる。さらには、主として用いられている炭素材料の燃料電池作動環境下における安定性についても調査する。

平成18年度は、以下の3つのテーマに取り組んできた。

- ① ガス拡散層 (あるいは電極) の窒素及び水蒸気吸着による界面の評価
- ② 接触角計及びレーザー顕微鏡における燃料電池作動擬似環境 (Ex-situ) 下での表面張力に依存した界面物性の評価
- ③ 固体表面の吸着、固着、付着による表面電荷が界面に及ぼす影響の観察

年度進捗:

平成18年度は、まず各種 GDL における炭素繊維の表面幾何性質及び細孔構造を窒素及びクリプトンガスを用いた吸着測定により評価した。その結果、マイクロポーラス層 (MPL) 無しの GDL では炭素繊維表面が平坦であり繊維上には細孔構造がないことがわかった。一方、MPL 付の GDL は MPL 由来のカーボンブラックの粒子間による細孔構造を有しておりその細孔径が今回の測定事例では約 70 nm であることを明らかにした。GDL

そのものの多孔性については 0.1~100 μm の範囲で水銀ポロシメーターにより評価した。測定に供したすべての GDL で最大ピークを示す細孔径は 50~80 μm であった。また MPL 付き GDL では約 70 nm 領域にさらにピークを有し吸着測定解析の結果と一致した。これらの値は既知文献値と等しい。一方でいくつかの GDL ではピーク強度としては小さいが約 1 μm に細孔を有することがわかった。次に水分子と GDL 表面との相互作用をミクロな視点から調べるために静的平衡水蒸気吸着測定により GDL への水蒸気吸着量と吸着熱解析を実施・検討した。その結果、同じアクリル繊維を原料とする炭素繊維系 GDL にもかかわらず試料によっては水蒸気の吸・脱着挙動が異なることが判明した。すなわち相対湿度 (RH) の上昇に依存せず水蒸気がまったく吸着しない GDL と RH 上昇に伴い約 60 %RH から水蒸気吸着を生ずる GDL の2種に分類することができた。さらに水蒸気が吸着する GDL については、GDL をほぼ 100 %RH に暴露した後、RH を下げていくと水蒸気の脱着挙動が吸着挙動と異なるヒステリシスが存在することを見出した。上記測定から得られた水蒸気吸着等温線を用いて GDL 表面に水蒸気が吸着する際に放出される吸着熱を算出したところその値は水の凝縮熱に近くこのことより GDL に吸着した「水分子」は「液体の水」として存在することが示唆された。

材料表面での親疎水性の定量的評価は、一般に接触角測定によりなされている。測定は一般に、ミリメートルオーダーの比較的マクロなサイズの領域 (1 mm 程度) でなされているが、接触角は物質によって決まる化学的性質だけでなく物理的 (形状的) 因子の影響を大きく受ける。例えば、GDL 用のカーボンペーパーでは、カーボンファイバーが、微小構造を形成しておりその細孔径は最大 100 μm 程度である。微小構造の接触角による評価を目的に、測定に用いる液滴のサイズ依存性について検討した。カーボンファイバーの構造 (~100 μm) より十分に大きな液滴の場合 (1000 μm 付近) には、液滴のサイズ依存性は実質的に見られなかった。そこで、ピエゾ素子を利用した微小領域の接触角測定を行った。液滴は、(I) 430、(II) 260、(III) 190、及び (IV) 165 μm で変化させた。その結果、接触角に液滴のサイズ依存性が見られた。個々の測定のばらつきは小さいことから、依存性自体は有意であると考えられる。その理由として、構造の影響が大きくなったのか、材料本来の特性に近づいたのか、現状では判断できない。また、極めて微小な液滴の場合、蒸発やカーボンペーパー内部への浸透により体積が減少するので、測定される接触角は動的接触角 (後退角) になる可能性がある (例えば、III や IV)。以上より、改善の余地はあるものの、カーボンペーパーを構成するファイバー径もしくは孔径と同程度のサイズの液滴で接触角を測定することにより、材料の微小構造の評価に利用できる可能性が示された。今後、より微小な領域

の接触角測定やセル運転環境に近いと考えられる表面に水(分子)が吸着している条件下での接触角の測定を予定している。

液相中での表面化学特性を評価する方法として用いられているゼータ電位は超高真空下で測定される表面分析方法と比較し、ガス拡散層の表面性状、特に濡れ性がより燃料電池運転下に近い状態で評価可能といえる。また、ガス拡散層に特化すると、濡れたとされる状態において、本当に炭素と水が接触しているのかどうかについて、正確な表面評価と制御は水の拡散しに大きく関わってくる可能性がある。しかしながら測定時に多くの影響因子が存在するため、ガス拡散層のより精緻な評価を目的とし従前以上のゼータ電位測定の感度向上を目指し測定方法を確立する。空気中の炭酸ガス、粒子の分散性、溶液への電解質添加濃度等について詳細な実験を行った結果、炭素材料においては限られた雰囲気中で表面評価として用いることができる可能性を示した。また、実験精度においても従来より測定環境制御により10倍以上感度が良い測定方法を確立した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】物質移動、速度論、炭素材料、膜電極ガス拡散層接合体、吸着、接触角、ゼータ電位

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

【代表研究者】大平 昭博（電解質研究チーム）

【研究担当者】大平 昭博、竹岡 裕子、貴傳名 甲、滝本 直彦、呉 礼斌、大平 佳代（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

概要：

電解質材料は燃料電池における基幹部分であり、プロトン伝導を担う電解質膜だけでなく、電解質膜/触媒層界面の物質輸送及び反応に関わる触媒層電解質も含まれる。電解質材料はコスト低下等の課題に加えて、プロトン伝導のメカニズムの詳細や電池反応で生ずる攻撃種と電解質の反応など明らかになっていない部分が残っており、そのような重要な特性を明らかにしてゆくことが革新的材料創製へつながるものと我々は考えている。特に高分子電解質（イオン伝導性高分子）は、親・疎水性領域に加えてイオン領域も含んだ複雑な構造であるが故に構造と物性・機能の相関が明らかとなっていない。そこで我々は、化学構造（一次構造）・分子量・イオン交換容量等の制御された試料を準備し、これをベースに研究を進め、高分子電解質の性質を決定する要因を明らかにしていく。また、構造との相関を解明する上でもう一つ重要なことは、燃料電池に対応した条件下での物性を測定系に反映させることであり、平成18年度は、以下の4

つのテーマに取り組んできた。

- ①電解質材料（電解質膜及び触媒層電解質）内での物質移動を正確に把握するための測定技術の開発
- ②化学構造・高次構造の明確なモデル電解質材料の探索
- ③電解質材料の物性測定と物質移動計測
- ④電解質材料の化学的耐久性評価法の確立

年度進捗：

平成18年度は、特に実作動環境を想定できうる測定装置・技術の開発を行なった。具体的には燃料電池の作動雰囲気に対応した温度・湿度（例えば80℃、80%RH）で安定に物性測定あるいは構造観察が可能な計測システムの開発を行い、各計測機器の動作安定性を確認した。

プロトン伝導度に関しては、水の挙動並びに膜構造との相関に注目して研究を進めてきた。特にプロトン伝導に関わるプロトンパスの存在とその形成機構について、走査型プローブ顕微鏡及び小角 X 線散乱を用いて精緻に解析した。ナフィオン膜についてはプロトンパスに関わるイオンクラスター領域の存在を確認し、従来報告されているデータの1/10のスケールで議論が可能となった。また、電解質膜の構造的因子に加えて、NMRにより水の自己拡散係数測定及び膜内の異なる水の存在状態並びにそれぞれの水の定量化を行なうことで、プロトン伝導と膜内の水の関係を整理した。本年度は含水率を変化させた状態での拡散係数測定に注力しており、測定上の問題点が解決されてきた段階である。ガス透過率測定においては、電解質膜の両極から供給した加湿水素・加湿酸素ガスの透過率を同時に計測できることを確認した。プロトン伝導と同様、含水に伴うガス透過パスの確定が急務である。

構造と物性・機能相関の解明に加えて、電解質材料の化学的耐久性は電池寿命に関わる重要な因子である。電解質材料の化学的耐久性をフェントン試験によって評価した。モデル反応として、それぞれの化学結合部位の化学的耐久性を確認するために、末端構造が異なるオリゴマーによって検討したところ、末端構造がスルホン酸基、エーテル基、カルボキシル基の順で分解速度が大きくなっていることを確認した。ナフィオン膜については、分解によって生成するフッ化物イオン量と分子量の関係を調査している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子膜電解質、構造解析、物質移動

【テーマ題目4】界面のキラリティを捉える非線形顕微分光の開発（外部資金）

【研究代表者】八木 一三（触媒研究チーム）

【研究担当者】八木 一三（常勤職員1名）

【研究内容】

概要：

最近、極微量の分子が界面に自己組織的に集合して形成されるキラル界面とそれに基づく分子認識能が重視されつつある。しかし、キラル界面を評価できる汎用ツールは存在しない。現在最も高感度なキラル分光法は、和周波発生（SFG）法でありキラル液体の評価が実現されている。本研究では SFG 分光計を基に、キラル界面を評価するための高感度化を図ると同時に、局所的なキラリティをも検出可能な顕微分光化を目指す。

年度進捗：

可視・可視ブロードバンド（VV-BB-）和周波発生（SFG）測定系について、新規レーザーシステムにあわせて、光路長の延長等を行い、現在ようやく反射光学系で信号が測定できるようになった。透過試料については、可視単色光の偏光を制御することで、バルクのキラリティを明確に検出できるようになっている。一方、VIR-SFG 測定システムの試料周りを変更し、STM 計測系をそのまま組み込むことができるようになった。ただし、この場合は光学系の顕微化はマクロ光学系で対応する。VV-BB-SFG については、新たに顕微分光系の構築を行っている。顕微分光系には対物レンズが組み込まれるため、クローズドループ制御可能な STM ヘッドと試料ステージを改造し、非常に長い探針を有する STM 装置を組んだ。HOPG の表面像が得られていることから、ノイズの増大は心配する必要はないと考えられる。平成 19 年度には実際に SFG 計測と STM を同期させた探針増強 SFG 計測を実施する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 非線形分光、二次元不斉、探針増強

【テーマ題目 5】 時間分解可視ポンプ赤外プローブ分光法による固/液界面電子移動ダイナミクス（外部資金）

【研究代表者】 八木 一三（触媒研究チーム）

【研究担当者】 八木 一三（常勤職員1名）

【研究内容】

概要：

フェムト秒時間分解可視光ポンプ赤外光プローブ（TRIR）分光法は、可視光超短パルスによって生成した分子の電子励起状態や半導体のキャリアがどのように推移・消滅してゆくかを赤外分光による分子振動モードやキャリアのバンド内遷移等を利用して評価することが可能な、先端的な分光法である。特に、フェムト秒パルスは不確定性原理による制限から、エネルギー幅が 200 cm^{-1} 程度広がっており、マルチチャンネル検出器を利用すれば、その範囲のスペクトルが短時間で得られ、従来の可視ポンプ-可視プローブ分光法に比べてダイナミクスの詳細を明らかにすることができる。

年度進捗：

本年度は主として、均一系である Ru 三核錯体及びブ

ルシアンブルーナノ粒子の光励起振動ダイナミクスの計測と光励起時間分解和周波発生分光系の構築に注力した。

Ru 三核錯体の光励起振動ダイナミクス計測については、これまでよりもより高い時間分解測定を行ったところ、従来観測されていた配位 CO のホットバンド（本来の吸収バンドと比較して若干低波数側に観測されていた）は、最初から低波数側に現れるのではなく、まずバンドの広がり認められ、数百フェムト秒以内に波数シフトを示していることがわかった。これは、以前報告されている、Ru 単結晶表面に吸着した CO 分子の光パルス照射後のフォノン変換現象と酷似しており、おそらく三核といえども Ru₃O 格子内でフォノンの生成が起こっているためと考えられる。また、プルシアンブルー（PB）ナノ粒子については、PB の電荷移動バンドを励起した際に、生成する緩和した双安定状態と目される、近赤外領域の吸収と、中赤外領域の吸収バンドが明確に観測された。この吸収バンドの時間分解応答は、以前報告されている、水溶性の PB コロイドと比較して遙かに長寿命であり、ナノサイズ化の影響が明確に観測されたと考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 フェムト秒レーザー、中赤外プローブ、振動ダイナミクス、キャリアダイナミクス

【テーマ題目 6】 金属ナノ粒子積層電極の電気化学的装飾とその（光）電極触媒活性（外部資金）

【研究代表者】 八木 一三（触媒研究チーム）

【研究担当者】 八木 一三（常勤職員1名）

【研究内容】

概要：

本研究では、反応サイトを保持した金属ナノ粒子を積層することにより、反応場の空間分布を三次元的に拡張することができる新しいタイプの電極触媒を構築することを目指す。特に、金属ナノ粒子を調製する際、金属表面との相互作用がそれほど大きくないポリマーを鋳型として用いることにより、金属ナノ粒子表面の反応サイトを完全に潰すことなく、積層が可能となる。また、電気的に対となる極性ポリマーや、電荷を有する酸化物ナノシートあるいは粘土ナノシートとの交互積層を行うことで、ナノ粒子同士の凝集も防ぐことができる。この金属ナノ粒子積層膜の電気化学的・光化学的、もしくは光電気化学的な特性を明らかにし、燃料電池電極触媒や色素増感電池の修飾剤などに応用が可能な新規機能物質相の構築とその設計指針の確立を目指す。

年度進捗：

本年度は、種々のポリマーを鋳型とする白金または金ナノ粒子を電極表面に固定するための最適な組み合わせを明らかにすることに注力した。具体的には、ポリアクリル酸（PAA）のようなポリアニオンを鋳型として調

製した白金ナノ粒子、ポリエチレンイミン (PEI) のようなポリカチオンを鋳型として調製した白金ナノ粒子、並びにポリビニルピロリドン (PVP) に代表される中性のポリマーを鋳型とする白金ナノ粒子及び金ナノ粒子を、対応するポリマーとの交互積層を行った。白金ナノ粒子を交互積層した場合には、電気化学測定により、積層数に対する水素吸脱着波の変化から、担持できた白金量を見積もるとともに、酸素還元活性を評価した。一方、金ナノ粒子の場合には、透明基板を用いて、吸光度変化から積層量を評価した。いずれの場合も、10層目あたりから、積層回数と実際の積層量との相関が線形からずれ、表面が次第にラフネスを増大させていくことがわかった。ただし、その度合いには対ポリマーの分子量や構造、親・疎水性にかなり影響を受けることもわかった。また、基板の種類に応じて、前処理を行うことが、安定した積層を行う上で、有用であることもわかってきた。以上の結果については、より系統的な研究の必要性がある。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 金属ナノ粒子、交互積層、電気化学的修飾、酸素還元反応

⑳【コンパクト化学プロセス研究センター】

(Research Center for Compact Chemical Process)

(存続期間：2005. 4. 1～2010. 3. 31)

研究ユニット長：水上 富士夫
副研究センター長：鈴木 敏重
総括研究員：生島 豊

所在地：東北センター、つくば中央第5

人員：35名 (33名)

経費：802,336千円 (334,543千円)

概要：

特異状態及び多機能材料の個々並びに組み合わせで生まれる特徴を最大限に活用すると同時に、これら化学工学技術と、東北地域の高い異分野技術ポテンシャルすなわち大学・企業の電気・電子技術や微細機械金属加工技術等との融合を図ることにより、エネルギー使用を最小にし、不要物・毒物の発生を最少にする (グリーン・サステナブル化学：GSC) 技術で、しかも分散適量生産方式に適合する技術の開発とその具体化に必要なエンジニアリング等の技術開発、すなわち、化学プロセス並びにプラントのシンプル化・コンパクト化を果す実用的なグリーン・コンパクト化学プロセス技術を開発・構築する。

上記目標を達成するため、下記に示す2つの重点研究課題を実施する。

(1) 分散型プロセス技術の開発

分散型プロセス技術開発をプラント、特異状態制

御、多機能材料設計の三位一体で進め、プラント設計、特異場観察・計測、特異場利用化成品合成、バイオマス利用プロセス、ナノ粒子設計製造、無機分離膜作製及び無機膜等多機能材料による合成・分離等の各技術の創造・革新と同時に、組み合わせ融合による最適化を行い、ガス・炭化水素・バイオ機能物質の分離精製、含酸素・窒素化合物の生産、機能性微粒子製造等の中小規模の高効率システムを提案する。この目的のため、以下の課題につき環境化学技術研究部門との協力のもとに研究を遂行する。

- 1) 反応効率を高めるプロセス技術の開発
 - 2) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発
 - 3) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発
- 各テーマにおける成果目標は以下の通りである。

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

(2) 分散型プロセスの工程管理技術の開発

分散型プロセスの工程管理技術開発を、表面処理技術と検出計測技術を両輪として進める。具体的には、表面処理技術として、バイス・機器の性能低下や短寿命化を防ぐための保護・劣化防止、半導体製造工程等で生じる汚染物・不要物・有害物の洗浄除去・分解の技術開発を、検出計測技術として、製造工程等で発生する排出物中の有毒物質簡易計測・処理の技術開発を行う。

成果目標として、分散型プロセスの工程管理技術の開発における表面処理技術 (汚染・腐食の防止) として、精密機器の耐熱性保護・絶縁膜及び保護・絶縁手法、電子デバイスの耐熱性保護・絶縁膜及び保護・絶縁手法、及び超クリーン超臨界二酸化炭素供給装置と半導体超臨界二酸化炭素洗浄を開発する

とともに、腐食データベースを構築し、日本製精密機器の信頼度を世界最高までに向上することに貢献する。また、検出計測技術では、有害金属イオン及びハロゲンイオンの簡易計測手法を開発すると同時に回収法を提案し、製造工程の管理・効率化に貢献する。

外部資金：

経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費「ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発 革新的化学プロセス技術開発」

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費「超臨界発電用炉水浄化技術の開発に関する研究」

経済産業省 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「直接通電型高温高压装置に関する研究開発」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「省エネ高輝度固体照明を実現する窒化ガリウム単結晶製造技術」

農林水産省 受託研究費「生物機能の革新的利用のためのナノテクノロジー・材料技術の開発」

その他（経済産業省経由） 平成18年度「二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業「イオン液体(IL)を用いるCO₂物理吸収・再生プロセスに関する研究」

NEDO 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」

NEDO 緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発「高温用非アスベストガスケット・パッキンの開発」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「ナノパーツを用いる高機能マイクロポーラス材料の設計手法の開発」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「空気の浄化・滅菌のためのナノケージセラミック由来活性酸素利用システムの開発」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「超高速化学合成プロセス創製に向けた超臨界流体制御技術の開発」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「同一組成セラミックスメンブレンリアクターを用いた天然ガスの新規変換システムの提案に関する研究」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「分散型水素貯蔵及び製造触媒反応プロセスの技術開発」

文部科学省 科学研究費補助金「特異環境場におけるイオン液体ーガス貯蔵媒体としての特性解明と制御の試み」

文部科学省 科学研究費補助金「構造緩和させた金属酸化薄膜のレイヤー・バイ・レイヤー形成に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「ppb レベルの金属イオン試験紙（ナノ試薬保持膜）創出のための基礎研究」

文部科学省 科学研究費補助金「層状珪酸塩を用いた新規ナノ多孔体の合成にむけた構造変化の動的観察に関する研究」等

発表：誌上発表97件、口頭発表127件、その他4件

コンパクトシステムエンジニアリングチーム
(Compact System Engineering Team)

研究チーム長：鈴木 明

(東北センター)

概要：

当研究チームの目的は、超臨界流体技術と無機系膜技術を中心に分散適量生産が可能なコンパクトプロセスを工業化技術として確立することであり、従来の公的研究機関や大学とは一線を画すエンジニアリング研究を主体に実施する。ここ数年、超臨界流体や無機系膜に関する研究が進み、実用化の可能性の高い分野が数多く生まれてきている。当研究チームではそのような分野に対し、高度な装置構築技術を用いて装置・プロセスを提案し実証試験を行なうとともに、数値解析技術を駆使して、装置・プロセスの最適化や安全性評価、さらには経済性試算までを行う。

具体的には、コンパクト化のコア技術として、1) 高温高压マイクロリアクター・マイクロ熱交換器・マイクロ混合器、2) 超高压超臨界水反応システム、3) マルチパーパス超臨界二酸化炭素反応システムの開発などを行い、早期の実用化を目指す。

さらに当研究チームは、各種の産学官連携活動に加え、複数の企業や大学及び公的研究機関との共同研究を積極的に展開し、持続可能な社会形成に向けて研究を加速する。

研究テーマ：高温高压マイクロリアクター・マイクロ熱交換器の開発、超高压超臨界水反応システムの開発、マルチパーパス超臨界二酸化炭素反応システムの開発、超臨界水ニトロ化プロセスの研究

超臨界流体場反応チーム

(Supercritical Fluid Team)

研究チーム長：生島 豊

(東北センター)

概要：

当研究チームは、安全・安心・安価かつ枯渇しない地球資源である“水”と“二酸化炭素”の超臨界流体技術を核に、様々な新技術との融合により、資源循環低環境負荷技術を推進し、シンプルかつコンパクトで超高効率、高選択的な革新的物質合成技術を開発する。同時に有機溶媒フリーでグリーンかつ省エネルギーを実現した合成技術を展開する。さらに、超臨界流体技術をデータベース化し、それを利用することによって、本技術のより広範な展開を図る。具体例として、超臨界水とマイクロ空間技術の融合による超高速有機合成技術（1秒以下で ϵ -カプロラクタムやテルペン類の合成等）、超臨界二酸化炭素とイオン性液体や固体触媒のシナジー効果による高効率・高選択的物質合成技術（高速エンジニアリングプラスチック原料合成、CO₂化学固定化、高選択的水素化及び酸化等）やナノ粒子合成技術（室温での酸化チタンや銀微粒子合成等）についての研究開発を行う。

当研究チームの技術目標である、1) 超高速有機合成法開発、2) 高収率・高選択的な高機能化成品（アルコール類、炭酸エステル類等）の製造方法の開発、3) 体系化（データベース化）について、超臨界流体の特異性を最大限に利用し、その目標達成を目指す。

これらの開発技術は、チーム、ユニット間連携、企業との共同研究、さらに大学との連携も進め、産官学連携により、効率かつ迅速な実用化の実現を図る。

研究テーマ：超高速有機合成法開発、高収率・高選択的な高機能化成品の製造方法の開発、ナノ粒子合成技術、超臨界流体の体系化

触媒反応チーム

(Catalysis Team)

研究チーム長：白井 誠之

(東北センター)

概要：

本研究チームでは、環境調和型の化学プロセスを実現するために化学反応を制御する触媒技術開発に取り組む。

具体的には、1) 二酸化炭素溶媒と固体触媒を用いる多相系システムにより、化成品原料や有機系水素貯蔵材料の合成反応について検討する。このシステムでは、これまでの液相系や有機溶媒利用プロセスに対して、反応の高速化とそれに伴う反応温度の低下、装置のコンパクト化、生成物分離工程簡略化、触媒寿命向上などの特長を有す。また、2) 水と固体触媒を用いる多相系システムでは、種々のバイオマスからの化成

品原料回収やガス化技術、さらにプラスチックなど高分子のケミカルリサイクル研究を行う。

反応中における固体触媒表面上での動的挙動をその場観察する基礎的研究から、高機能触媒開発や新たな反応系の開拓を行い、触媒反応プロセスの実用化を目指す。

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

膜反応プロセスチーム

(Catalytic Membrane Team)

研究チーム長：濱川 聡

(東北センター)

概要：

本研究チームでは、酸素や水素等の触媒活性化と選択透過を同時に実現する無機系反応膜を用いて、従来の複雑な化学反応プロセスのシンプル化を図り、省エネルギーと環境負荷低減につながるコンパクトプロセスの提案を目指します。

主な研究テーマとしては、1) 膜利用反応プロセスの開発（パラジウム膜を利用した芳香族化合物水酸化、セラミックスメンブレンリアクターを用いた天然ガスの変換、無機膜から発生する活性酸素種の制御と利用）、2) マイクロメンブレンリアクターやマイクロ波などの特異反応場を利用した新規反応系の開拓、3) 新しい膜材料の開発と反応プロセスへの応用等が挙げられます。

それぞれのテーマについては、膜素材の研究から部材開発、システム化研究と膜反応プロセスの提案に向けた本格研究を目指しており、これらの技術を軸に、大学や企業との密接な産官学連携のもと実用化への取り組みを進めていきたいと考えています。

研究テーマ：膜利用反応プロセスの開発、特異反応場を利用した新規反応系の開拓、新しい膜材料の開発と反応プロセスへの応用

ナノ空間設計チーム

(Nano-porous Material Design Team)

研究チーム長：水上 富士夫

(東北センター、つくば中央第5)

概要：

本研究センターが目標とする「分散型プロセス技術の開発」を達成するには、素材・部材・システム化の横断的な研究開発が必要である。このため、素材技術として新規ナノパーツの開発、ナノ空間材料の設計手法の開発、ナノコンポジット化による機能化を通して、高効率選択反応に関する新規研究分野の創出及び多孔質材料の新規利用分野の開拓を目指す。また、部材化技術として低分子分離プロセスへの実装化を目指した

高性能無機分離膜及びホスト機能・反応機能を有する多孔質素材の開発することにより、省エネ・コンパクト分離反応プロセスの実現を目指す。

具体的には、ゼオライト、メソポーラス物質、層状化合物、粘土などの幅広い多孔質無機材料を主な対象として、高性能・高選択なナノ空間材料の開発を目指す。さらに材料の部材化や気相・液相での選択的分離精製、浄化・殺菌、高性能触媒膜等への応用を併せ、効果的な研究開発を行う。

研究テーマ：多孔質無機材料の開発、マイクロ・ナノ構造や材料物性の解明技術の開発、高度複合化機能性材料の開発

材料プロセッシングチーム

(Material Processing Team)

研究チーム長：鈴木 敏重

(東北センター)

概 要：

本研究チームでは、様々な素材から機能性材料を合理的に作製する材料プロセス技術並びに、材料機能の応用開発に取り組む。具体的には、水の超臨界場による結晶成長の抑制を利用した酸化物ナノ結晶の合成、水熱プロセスによる無機イオン交換体の合成、無電解メッキの特徴を生かした水溶液系での貴金属薄膜の作製、ナノ粒子ゾルを用いるセラミック薄膜の製膜、層状粘土鉱物の水への分散と積層化による粘土膜の作製をプロセス技術並びに材料のターゲットとする。

材料製造プロセスには、“水”を媒体として使い、環境負荷の小さい材料製造プロセスを特徴の一つとする。材料機能の応用として、1)パラジウム系薄膜によるクリーンエネルギーの水素の高純度分離、2)ナノ粒子化による高活性な触媒や蛍光体素材、3)高選択性イオン分離材、4)粘土素材のナノ空間を利用した耐熱シール材などへの展開を目指す。

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

研究テーマ：貴金属系薄膜の応用技術の開発、ナノ粒子化触媒による高度化機能の開発、高選択イオン分離、ナノ構造制御粘土素材の開発と応用

特異場制御計測チーム

(Specific-Field Analysis Team)

研究チーム長：南條 弘

(東北センター)

概 要：

化学プロセス並びにプラントのコンパクト化を目的として、様々な特異場を、物理化学反応場として利用するための制御・計測技術を開発する。特異場としては、高温高压の超臨界状態、ギガヘルツ以上の高周波（マイクロ波）空間、ナノスケールの薄膜間に掛けられた巨大電場、感応性分子を配列または組織化させた多孔体などを研究対象とする。例えば、374 ℃、21.8 MPa の超臨界水と常温の水とが混合する特異場の流れを可視化する装置を開発する。また、メソポーラス材料やイオン液体などの多機能物質と、超臨界流体やマイクロ波など特異場との組合せで発現する新たな物理化学現象を NMR、赤外・ラマン・可視・紫外分光、X 線回折など解析機器用の高温高压セルを用いて計測し、解明する。また、それらをはじめとする物理化学プロセスの制御によって、ヒ素等の有害物質を簡便でしかも高感度に検出できる機能性分子薄膜や多元系ホッピングモデルと呼ばれる式を用いて膜成長機構を解析しながら化学プロセスに清浄環境を提供する原子レベルで平坦なナノスケールの酸化薄膜などを開発する。

研究テーマ：特異場制御・計測技術の開発、ナノスケール表面処理技術の開発、有害物質の高感度簡易計測技術の開発

超臨界流体エンジニアリング連携研究体

(Collaborative Research Team of Supercritical Fluid Engineering)

連携研究体長：新井 邦夫

(東北センター)

概 要：

本連携研究体は、産総研コンパクト化学プロセス研究センター、東北大学超臨界溶媒工学研究センター及び実用化を目指す広範な民間企業が結集した共同研究組織であり、産学官の一層の連携強化のもとに、施設・人材・アイデアを創成、共有することにより、効率的かつ速やかに、超臨界流体利用を汎用的低環境負荷型技術として、実用化・普及拡大促進を目指す。

具体的には、本連携研究体は、平成16年度に設置した「超臨界水連続反応試験装置」及び「超臨界二酸化炭素循環試験装置」を運転活用しながら、“基本となる要素技術課題”の解決により「試験装置」としての標準化を果たすことを研究目標とする。同時に超臨界流体利用の汎用的応用プロセスへの適用を果たすための実用化技術共通基盤データベースの構築を目指す。

研究テーマ：超臨界流体利用技術に関する実用化課題の抽出、超臨界流体利用技術に関する解決策の検討、超臨界流体利用技術に関する応用プロセス適用拡大

〔テーマ題目1〕分散型プロセス技術の開発

〔研究代表者〕水上 富士夫（センター長）

〔研究担当者〕水上 富士夫、鈴木 明、畑田 清隆、米谷 道夫、増田 善雄、川崎 慎一郎、生島 豊、横山 敏郎、川波 肇、白井 誠之、佐藤 修、日吉 範人、濱川 聡、佐藤 剛一、西岡 将輝、井上 朋也、花岡 隆昌、清住 嘉道、角田 達朗、川合 章子、小平 哲也、長瀬 多加子、石井 亮、池田 拓史、伊藤 徹二、長谷川 泰久、松浦 俊一、林 拓道、蛭名 武雄、伯田 幸也、新井 邦夫、土井 鉄太郎、若嶋 勇一郎、高橋 美貴、佐藤 正大、根元 秀実、Chatterjee Maya、Natarajan Venkataramanan、Wang Xueguang、Islam Nazrul、Shervani Zameer、Sudhir Dapurkar、峯 英一、山口 有朋、佐藤 恭子、村上 由香、守屋 智美、杉山 洋貴、山崎 ふじみ、盧 金鳳、夏井 真由美、葛西 真琴、紺野 良子、葉 淑英、星 靖、山本 信、芹生 章典、吉岡 和哉、El-Safty Sherif、Bere Kossi、茅森 俊介、水口 純子、菅野 千晶、河田 明義、富樫 秀彰、奈良 貴幸、小野 千里、塩見 徹、卜部 陽子、Tanaka Alfredo、Llosa Tanco Margot、Gora Artur、Nam Hyun-Jeong、手塚 裕之、手島 暢彦、鈴木 麻実、増田 和美、松井 啓太郎、上田 昭子、推野 敦子、弘 享子、若生 千春、野口 多紀郎（常勤職員30名、他53名）

〔研究内容〕

中小規模機能品生産用の適量分散型ミニ・マイクロプラントの製作・提示を目的に、プロセスの選定・特定、ミニ・マイクロプラントの設計・製作、最適化によるプロセスの高効率化を研究する。

対象プロセスを、①ミニ・マイクロ化学装置によるコンパクトプロセス、②特異状態制御による低環境負荷型ファインケミカルズ製造プロセス、③ガスや炭化水素、バイオ機能物質などの分離精製利用プロセス、などとし、これらプロセスの効率化・グリーン化のための手段すなわち④多機能材料（具体的には、無機系多機能膜、固体触媒など）並びに状態（具体的には、超臨界流体、マイクロ波など）を研究する。これらのプロセス開発は、プラントの設計・製作と密接な連携の下に行うことにより、グリーン・コンパクト化学プロセスモデル構築のための基盤技術の整備と体系化を行う。

平成18年度の進捗状況：

①コンパクトプロセス

高温高压マイクロリアクターのナンバリングアップ第2段階として、基本モジュール（高压細管5本/モジュール）の並列化による処理量増加（最大100 kg/h）を実現した。その応用として、超臨界水-芳香族化合物ニトロ化プロセスの開発を開始するとともに、直接通電技術を用いた高効率超臨界水装置の商品化に着手した。また、メンブレンリアクターシステムでは、マイクロ波照射を活用することにより、ベンゼンの酸化分解を従来の300℃から170℃へ低温化することに成功した。

②低環境負荷型ファインケミカルズ製造プロセス

High-performance water 合成法を用い、C-C結合やO-アシル化反応における高速（反応時間0.1~10秒）、高選択（ほぼ100%）、高収率（99%以上）反応を実現した。水素貯蔵材料として有望なシスーデカリン（シス選択性90%以上）を、従来法に比較して25倍の高効率で合成するプロセスを開発した。また、Pdメンブレンリアクターを用いて過酸化水素を効率的に合成（選択率80%）することに成功した。また、Pdメンブレンリアクターのマイクロ化がベンゼンからフェノールへの直接合成に効果的に作用することを見いだした（フェノール収率を2倍）。

③バイオマス等の分離精製利用プロセス

天然ガス変換システムを目的に、メタンの部分酸化反応に有効な部分置換型ペロブスカイト系混合導電性セラミックス（25~50 nm、表面積60 m²/g（sol-gel法の50倍））を開発した。また、耐酸性脱水ゼオライトメンブレンリアクターを開発し、室温近傍で等量のカルボン酸とアルコールからのエステル合成に成功した（収率90%以上）。また、耐酸性親水性膜の合成条件等を検討し、透過流束1 kg/m²・h以上、酢酸分離係数=9,000以上を達成した。

④多機能材料開発

パラジウムナノ粒子をセラミック基材の粒子間隙に充填した新規構造水素分離膜（分離係数1,000以上）を開発し、パラジウムの水素脆化温度領域（300℃以下）においても優れた耐久性（一週間以上）を持つことを確認した。ナノ粒子合成では、テンプレートとして天然繊維、溶媒としてイオン液体を用いるチタニアナノワイヤー（直径：30-100 nm、長さ：100-500 nm、反応時間0.5 h）の効率的合成法を開発した。また、イットリア安定化ジルコニアについて流通式水熱合成法を検討し、水熱温度300-400℃、pH>10の条件でイットリアが量論比で固溶した正方晶ジルコニアナノ粒子の連続合成に成功した。ゼオライト関連では、新規な層状ケイ酸塩 PLS-3、PLS-4の開発及び構造解析に成功した、また、n-パラフィン透過濃度98%以上（対ベンゼン）を示すシリカライト膜の合成手法を確立した。

〔分野名〕環境・エネルギー

【キーワード】 マイクロリアクター、マイクロ熱交換器、超臨界水、超臨界二酸化炭素、流体特性、反応場観測、反応場制御、有機合成、固体触媒、無機膜、水熱合成、パラジウム膜、無電解メッキ、シリケート系多孔質膜、メンブレンリアクター、膜反応、分離機能、透過機能、層状珪酸塩、構造解析

【テーマ題目2】 分散型プロセスの工程管理技術の開発

【研究代表者】 水上 富士夫 (センター長)

【研究担当者】 水上 富士夫、鈴木 敏重、和久井 喜人、倉田 良明、南條 弘、松永 英之、石川 育夫、金久保 光央、相澤 崇史、高橋 由紀子、郡司 えみ、Ismail Adel、南 公隆、相田 努、成田 真理、Deivasingamani Prabhakaran、Xia Zhengbin、Murat Selda、Jurasic Jasna、Ma Yuehong、Yao Yuhong (常勤職員9名、他12名)

【研究内容】

中小規模のデバイス・機器等の製造工程やそれらの使用時に発生する汚染・腐食の防止や排出物の浄化に関する研究である。

分散型プロセスの工程管理技術の開発における表面処理技術(汚染・腐食の防止)として、精密機器の耐熱性保護・絶縁膜及び保護・絶縁手法、電子デバイスの耐熱性保護・絶縁膜及び保護・絶縁手法、及び超クリーン超臨界二酸化炭素供給装置と半導体超臨界二酸化炭素洗浄を開発するとともに、腐食データベースを構築し、日本製精密機器の信頼度世界最高に貢献する。また、検出計測技術では、有害金属イオン及びハロゲンイオンの簡易計測手法を開発すると同時に回収法を提案し、製造工程の管理・効率化に貢献する。

平成18年度の進捗状況：

①プロセス関連

超臨界二酸化炭素を用いた次世代半導体製造プロセス向けのオンライン微粒子測定 (>0.5 μm) の可能性を確認し、同装置を組み込んだ精密洗浄プロセスの開発に着手した(民間企業との共同研究)。柔軟な耐熱ガスバリア膜の工業化に向けて、長尺フィルムの製造法及び製造条件を確立するとともに、膜の透明度を実用透明フィルムレベル(全光線透過率90%以上)に高めることに成功した。また、表面処理技術では、材料表面の不動態化と赤外線照射を組み合わせ、鉄系金属配管材料の耐食性向上に寄与する平坦テラスの幅の拡張に成功した(通常4 nmを11 nm以上に拡張)。

②計測技術関連

色素ナノ粒子を均一分散する方法やLB膜作成法を、重金属イオン比色試薬や指示薬に応用し、目視判定による重金属イオン(Hg、Pb、Cd)の簡易計測膜作成に成功した(検出感度：水銀で0.02 μg/cm³、鉛で0.025 μg/cm³)。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 表面処理、平坦化、不動態化、高温シール材、ガスバリアー、粘土、耐熱性、難燃性、有害金属イオン、フッ化物、カドミウム、簡易計測、高感度濃度計測、目視判定、検出膜

②9【バイオマス研究センター】

(Biomass Technology Research Center)

(存続期間：2005.10～)

研究ユニット長：坂西 欣也

副研究センター長：平田 悟史

所在地：中国センター、つくば、九州

人員：30名(29名)

経費：560,845千円(223,027千円)

概要：

京都議定書における炭酸ガス排出量の低減目標に貢献するため、また、それに引き続く地球温暖化の防止を推進するため、再生可能エネルギー源であるバイオマス資源を積極的に活用することは極めて重要である。特に、バイオマス資源の中でも炭素固定量の最も多い森林等の木質系バイオマスに対して経済性を有する利用技術を確立することができれば、未利用樹、製剤残材、建築廃材等の多量の木質バイオマスが利用可能になり、再生可能エネルギー源として重要な貢献をすることができる。

バイオマス研究センターでは、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギーの経済性のある高付加価値利用技術を研究開発し、人間活動による化石資源使用量の低減を推進し、循環型エネルギー社会の構築に貢献することを目的とする。

また、国内外におけるバイオマス利活用研究開発の実証を通して、アジア・世界におけるバイオマス利活用研究をリードすることを目指す。

バイオマス研究センターでは、上記の目的を達成するため、以下の4課題を中核的研究課題として、研究開発を精力的に実施する。

- (1) 木質系バイオマスから非硫酸法・酵素糖化法を連結して最適化することによりバイオエタノール及びETBE(エチルターシャルブチルエーテル)を高効率で製造する技術を開発することを目標とする。特に、環境性・経済性を有する可能性の高い前処理技術である水熱メカノケミカル糖化法の実証を目指す。

- (2) 木質系バイオマスから、ディーゼル機関用軽油である BTL (バイオマスツリーキッド) を、ガス化経由で経済性を有して製造する技術を研究開発する。特に、タールやチャー、バイオマスに含まれる微量物質を除去するクリーンガス化技術と BTL 燃料合成技術をミニベンチプラント運転を通じて研究開発し、実証することを目指す。
- (3) 製材残渣等の木質系バイオマス利用システム評価により、経済性があり、環境への負荷が小さいバイオマス利活用トータルシステムの研究開発、及びその実証に貢献する。特に、上記技術開発を支援するバイオマスエネルギーシステムの経済性・環境性をシミュレーションするシステム評価技術を開発し、最適なシステム構築を行う。さらに、バイオマスエネルギー変換の経済性を向上させるための革新的バイオマス変換技術を研究開発する。
- (4) 上記の研究開発技術を活用し、地球規模の温暖化対策に貢献するため、バイオマス資源貯存量の多いアジア地域を中心に、バイオマス資源の有効活用を図る技術研究開発を、バイオマス資源の豊富なアジア諸国との連携を強化し、アジアのみならず世界のバイオマスエネルギー利用技術の促進に貢献する。さらに、上記研究課題に関して、積極的に産総研内の関連研究ユニットや農水省等の関連研究機関、及び東京大、広島大等との連携協力を強化して、アジアバイオマスエネルギー研究コアとしての役割を果たすことを目指す。

 発表：誌上発表74件、口頭発表168件、その他10件

エタノール・バイオ変換チーム (Ethanol Bioconversion Team)

研究チーム長：澤山 茂樹

(中国センター、つくば西)

概要：

エタノール・バイオ変換チームでは、木質系バイオマスからエタノールや輸送機関用液体燃料のオクタン価向上剤である ETBE を、環境性・経済性良く製造する技術を実現することを目指して研究開発を行う。上記目標を達成するため、木質バイオマス前処理物の酵素糖化とエタノール発酵を中核的研究課題として研究開発を精力的に実施した。

「糖化・エタノール発酵研究開発」の糖化に関しては、水熱-メカノケミカル前処理法に最適な酵素糖化技術の確立を目指し、セルラーゼとヘミセルラーゼを組み合わせた酵素カクテルの検討を行った。さらに、オンサイト型糖化酵素生産を目指し、糸状菌アクレモニウムについて糖化酵素の生産性向上に関する育種研究を行った。「糖化・エタノール発酵研究開発」の発酵に関しては、酵母について遺伝子操作による育種研

究を行い、キシロースをエタノールに変換できる BTRC 発酵微生物の研究を行った。

バイオマス資源が豊富なタイにおける農産廃棄物を原料としたエタノール生産の実用化に向けて、資源量の把握や上記糖化・エタノール発酵技術の適用可能性について研究を実施した。

研究テーマ：テーマ項目2、テーマ項目3、テーマ項目4、テーマ項目10

BTL トータルシステムチーム (BTL Total System Team)

研究チーム長：坂西 欣也

(中国センター、九州センター)

概要：

BTL 技術は、ガス化、ガスクリーニング、ガス組成調整、触媒合成、分離精製等の工程からなるため、多岐にわたる技術分野を融合して一貫通貫のプロセスを開発する。さらに、18年度に建設した BTL ベンチプラントにより、トータルプロセスの技術的・経済的目処を付ける。前段のガス化～ガスクリーニングにおいて触媒合成に適した組成の合成ガスをバイオマスから製造する技術を開発するとともに、後段の触媒合成においてバイオマス由来合成ガスの特徴に適した触媒の検討を行う。特に現在課題となっているガスクリーニングに関してはタールの高温乾式除去法の確立を目指す。また、木質バイオマスからのエタノール製造におけるリグニンあるいは樹皮(バーク)等のガス化反応性の比較検討を行う。ラボスケールでの FT 合成触媒反応及び生成ワックス成分の水素化分解、異性化触媒反応の設計を行い、BTL トータルプロセスの最適化を検討する。

研究テーマ：テーマ項目5、テーマ項目10

BTL 触媒チーム

(BTL Catalyst Team)

研究チーム長：村田 和久

(つくば中央第5、つくば西)

概要：

循環型資源利用とエネルギーセキュリティに貢献するため、バイオマス原料からの輸送用燃料製造のための統合化技術構築を目的として、ガス化技術並びに得られる合成ガス液化のための触媒技術の高度化を中心とした開発を行う。ガス化(ガス化率向上及びガス組成調整)ーガス精製ーFTー水素化分解・異性化からなるプロセスの内、BTL 触媒チームでは、ガス化と FT 触媒開発を中心とする研究を行う。

この内ガス化では、製材残渣や間伐材等の木質系バイオマスで95%以上、農産廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90%以上のガス化率で、合成ガス(一酸化炭素+水素等)を製造するプロセスを開発

する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるバイオガスから軽油等の運輸用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目10

バイオマスシステム技術チーム

(Biomass System Technology Team)

研究チーム長：美濃輪 智朗

(中国センター)

概要：

種々のバイオマスの導入・普及には、技術開発だけでなく経済的に成り立つトータルとしてのシステムを構築することが必要である。本チームでは、基盤となるデータベースを構築し、バイオマスシステムのプロセスシミュレーション技術を開発する。また、作成したシミュレータを用いて最適化、経済性・環境適合性などの評価を実施するとともに、経済的なバイオマストータルシステムを提案する。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10

【テーマ題目1】木質系バイオエタノール製造のための前処理技術開発

【研究代表者】遠藤 貴士（水熱・成分分離チーム）

【研究担当者】井上 誠一、李 承桓、寺本 好邦、坂木 剛、山田 則行、亀川 克美、甲斐田 泰彦（常勤職員8名、他5名）

【研究内容】

木質系バイオマスから酵素糖化・発酵によるエタノール製造技術を確立するため、木質の反応性を向上させる水熱処理、メカノケミカル処理及び化学処理を基盤技術とした前処理技術の開発を行う。

水熱処理では、過酸化水素等を添加してリグニン成分を分離分解した後にメカノケミカル処理することにより、粉碎処理時間を大幅に短縮できることを明らかにした。また、メカノケミカル処理と水熱処理の複合化による効率化について研究を行った。さらに、水熱処理等の際の反応器からの金属類の溶出挙動に関する評価技術についても研究を行った。

メカノケミカル処理では、木質と媒体を混合し圧力やせん断力を印加することにより酵素糖化性が高い微細繊維化物が得られることを明らかにした。

化学処理では、エタノール等の有機溶媒、水及び酢酸を媒体として用いて蒸煮処理することにより、木質の酵素糖化性を著しく向上できることを明らかにした。高付加価値化技術として、リグニン成分の吸着剤及び高分子物質との複合化による接着剤等としての利用性について研究を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス、エタノール、酵素糖化、前処理、水熱処理、メカノケミカル処理、

化学処理

【テーマ題目2】NEDO 委託研究「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発／バイオマスエネルギー先導技術研究開発／ワンバッチ式バイオエタノール製造技術の研究開発」

【研究代表者】坂西 欣也

(BTL トータルシステムチーム)

【研究担当者】澤山 茂樹、遠藤 貴士、矢野 伸一、村上 克治、滝村 修、井上 宏之、寺本 好邦、松鹿 昭則
(常勤職員9名、他4名)

【研究内容】

木質系バイオマスからの次世代型エタノール製造プロセスとして、前処理した木質を成分分離することなくそのままワンバッチ式で糖化・発酵できるシンプルで高効率なエタノール生産技術の開発を目標に、木質バイオマスの糖化発酵のためのナノ空間形成法前処理技術の開発及び木質バイオマス原料に適した並行複発酵微生物の開発を行った。前処理による原料の糖化性向上と DNA 組み換え技術を用いた並行複発酵微生物の開発により、最適条件での発酵と同時に酵素糖化を実現することで、エタノール発酵速度・収率の向上を目指す。

ナノ空間形成法前処理技術について、省エネルギーで酵素糖化性が向上することを明らかにした。酵母についてキシロース代謝酵素遺伝子群を組み換え、キシロースをエタノールに変換できる酵母の作成に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス、エタノール、微粉碎、ナノ空間形成、酵素糖化、エタノール発酵、遺伝子操作、システムシミュレーション、経済性評価

【テーマ題目3】木質系バイオエタノールの生物生産技術研究開発

【研究代表者】澤山 茂樹

(エタノール・バイオ変換チーム)

【研究担当者】矢野 伸一、村上 克治、滝村 修、塚原 建一郎、井上 宏之
(常勤職員6名)

【研究内容】

木質系バイオマスからエタノールや ETBE を、環境性・経済性良く製造する生物生産技術を実現することを目指して研究開発を行う。「糖化・エタノール発酵研究開発」の糖化に関しては、糖化酵素生産性の向上を目指した育種研究を行った。「糖化・エタノール発酵研究開発」の発酵に関しては、酵母について五炭糖をエタノールに変換できるように、五炭糖代謝酵素遺伝子群の組み換えに関する研究を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、エタノール、ETBE、酵素糖化、エタノール発酵、遺伝子操作

〔テーマ題目4〕 環境省委託研究「地球温暖化対策技術開発事業／酵素法によるバイオマスエタノール製造プロセス実用化のための技術開発／セルラーゼ生産菌の改良に関する研究

〔研究代表者〕 澤山 茂樹
(エタノール・バイオ変換チーム)

〔研究担当者〕 矢野 伸一、井上 之
(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

木質系バイオマスからエタノールを、環境性・経済性良く製造する技術の確立を目指し、セルラーゼを生産する *Acromonium* 属糸状菌について、酵素生産性の改良研究開発を行った。糸状菌アクレモニウムについて突然変異法を用いた育種を行い、糖化酵素生産性の高い菌株の育種に成功した。また、セルラーゼ誘導物質の検索に成功した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、エタノール、酵素糖化、糸状菌

〔テーマ題目5〕 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

〔研究代表者〕 坂西 欣也
(BTL トータルシステムチーム)

〔研究担当者〕 中田 正夫、劉 彦勇、花岡 寿明
(常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

BTL ベンチプラント（液体燃料製造量1.6 L/日規模）の建設、試運転を行った。固定床ダウンドラフト型ガス化炉から合成ガス（CO、H₂）を30 %程度含むガスを安定して得ることに成功した。また、得られたガスを13 MPa まで安全に昇圧し、貯蔵することに成功した。現在、FT 合成装置運転を含めた一気通貫での BTL 製造試験を行っている。また、高温乾式タール除去について活性炭や金属担持活性炭のタール吸着除去性能及び硫黄化合物分解性能を検討し、最適な活性炭系吸着剤を探索している。また、木質バイオマスからのエタノール製造におけるリグニンあるいは樹皮（バーク）等のガス化反応性の比較検討を行っている。さらに、ラボスケールでの FT 合成触媒反応及び生成ワックス成分の水素化分解・異性化触媒反応の設計を行い、BTL トータルプロセス最適化を検討している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマスガス化、ガスクリーニング、FT 触媒反応

〔テーマ題目6〕 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発（運営費交付金、NEDO バイオマスエネルギー転換要素技術開発、NEDO バイオマス先導技術開発）

〔研究代表者〕 村田 和久（BTL 触媒チーム）

〔研究担当者〕 岡部 清美(併)、小木 知子(併)、中西 正和(併)、高原 功、稲葉 仁
(常勤職員6名、他2名)

〔研究内容〕

後段の液体燃料製造に必要な量のガスを確保するため、ガス化規模の向上と安定連続ガス化を念頭に置いて、一連の装置システム構築を行った。水封タンクと低圧コンプレッサ(0.98 MPa)を設計・新規設置した。水洗ガス洗浄を行い液体燃料合成触媒被毒作用を持つ成分(特に硫黄)を1 PPM レベルまで減少できることを確認した。スギチップ約1 kg を小型噴流床型バイオマスガス化装置を用い連続8時間ガス化を行い、ガス化率93 % (炭素換算)、[H₂] / [CO] = 約1.9組成のガスを製造した。これは平成18年度目標を上回る成果である。水封タンクによるガス洗浄後、低圧コンプレッサによりガスをボンベに充填し、触媒担当へ供給した。

バイオガスの液化を念頭に置いたフィッシャートロブシュ(FT)反应用触媒開発として、模擬合成ガスによるルテニウム系触媒の初期性能を検討し、Al₂O₃担体及びマンガンの添加物効果を確認した。

またコバルト系に比べて副生物のメタン生成が1/3以下であることを見出した。耐久性については、触媒表面のルテニウム濃度、粒子径及びルテニウム周辺の塩素濃度が影響していることを確認した。具体的には、ルテニウム-マンガン/ γ -Al₂O₃触媒3g、溶媒(ヘキサデカン)80 g、模擬合成ガス2 MPa、W/F=14.9 g.h/mol、220 °Cの条件で FT 反応を130時間継続し、32 g の重量増を確認した。これは触媒1 kg あたりで、日量0.016パーレルに相当し、ラボ実験ながら、当初目標である日量0.01パーレルを超えるものであった。またバイオマスガス化により得られた合成ガス(濃度約70 %)を用いて FT 反応を行い、炭化水素生成を確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマスガス化、FT 触媒

〔テーマ題目7〕 バイオマスガス化-触媒液化による輸送用燃料(BTL)製造技術の研究開発

〔研究代表者〕 村田 和久（BTL 触媒チーム）

〔研究担当者〕 小木 知子、岡部 清美、中西 正和
(常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

2020~2030年頃の実用化が期待できるバイオマス利用のための基礎技術のうち、ガス化及び触媒液化(FT 反応)による輸送用燃料製造技術の研究開発を実施する。研究計画：

バイオマスを日本の適正規模に応じたレベルで効率よく液体燃料化するために、自己触媒作用等を利用したガス化率向上とガス組成改善、脱硫触媒の検討、触媒液化 (FT) 工程などの改善などに加えて、ガス化で副生する CH_4 、 CO_2 等の CO への触媒変換工程を新たに取り入れることを特徴とする。

従来最長1時間程度であったガス化時間を延長するため、小型噴流床バイオマスガス化装置の改造を行った。長時間(8時間以上)安定な連続ガス化が可能となり、FT 合成に必要な多量(数百リットル~1立米)のガス生成が可能となった。次に、生成ガスを FT 合成用レベルに近づけるため、ガス精製と昇圧設備を新設した。具体的には、(1) 泡発生器-ガス水洗器(水中バブリング)を設置し、生成ガス中に含まれる微量成分(N、S、など)が水洗により低減することを確認した。また同時に CO_2 も低減できることを確認した(生成ガス中 CO_2 濃度26.5% →11.5%)。 (2) 水封タンクと低圧コンプレッサを設置した。水封タンク容量は約500リットル、低圧コンプレッサの吐出速度は約10リットル/分、吐出圧は約1 MPa (最大)である。こうして、改良したガス化装置を用いて、FT 反应用のガス化を行った。ガス化原料にスギ木部(4~5 mm 角チップ状)を前述の装置(ガス化装置-ガス水洗器-低圧充填装置)に導入し、スギ木部をガス化を行い、生成ガスを低圧ボンベ充填(内容積:47リットル、充填圧:0.98 MPa)、FT 合成用に提供した。8時間の連続ガス化で(ガス化剤:水蒸気、ガス化温度:900 °C)、ガス化率:約93%、ガス組成: H_2/CO =約1.9を実現した。ガス化条件とガス組成の関係を解析し、実機プラントのガス化条件とガス組成を推定した。

FT 反応の第一段階の目標は、一段での CO 転化率60%以上、過度のワックス生成や CH_4 生成を抑制しつつ C_5+ 選択率88%以上を達成する触媒を開発することである。ラボ実験ではあるが、Co 系ではこの値は到達しているので、Ru 系における触媒性能を中心として検討を行った。Ru は Co よりも100倍以上高価な金属であるが、GTL の場合と異なり、木質バイオマスで日量10トン以下程度の地産地消型の小規模 BTL 施設を想定すれば、触媒の必要量も小規模と予想されるので、実機プラントへの Ru 系触媒の利用の可能性も考えている。具体的には、i) 再現性ある触媒調製法の検討と触媒性能の確認、Co 系との比較、ii) Mn 添加効果及び共存塩素の影響の確認と機構考察、iii) 中間留分(C_{10} - C_{20})への選択制御のための予備的検討、などを行った。要点は次の通り: 1) Ru-Mn/ γ - Al_2O_3 触媒と模擬合成ガスを使用して、 CO 転化率70%、 C_5+ 選択率90%を確認 ($\text{W/F}=13\text{g}\cdot\text{cat}\cdot\text{h}(\text{mol})^{-1}$)。130h 程度までの反応により、0.016BPD/cat·kg (32 g のワックス生成)を確認した。2) バイオガス(合成ガス71%含有、 H_2/CO 比=1.82、1MPa 充填)を利用し、FT 反応を行い、炭化水素生成物を確認した。3) 担体としてメソポーラスシリカ、

触媒調製法としてゾルゲル法などの予備的検討を行い、メタン生成量は $\text{Ru} < \text{Co}$ であることを発見した。

既得(本研究のベースとなる NEDO バイオマスエネルギー高効率転換技術開発プロジェクトにおいて取得)及び産総研から提供されたガス化データと FT 合成データ(産総研提供)に基づき、モデルプラント(処理量:2 ton/day、放熱=0と仮定)におけるガス化特性、FT 合成油のエネルギー回収率等のシュミレーションを行った。ガス化率90%と仮定するとエネルギー回収率は0.203となった。シュミレーション結果の解析結果から、(1)水蒸気高温化(O_2/C 減)による冷ガス効率向上、(2)水蒸気量減($\text{H}_2\text{O}/\text{C}$ 減)による冷ガス効率向上(スクラパドレン減少)及び生成ガス中 H_2/CO 改善、(3)メタン改質による C 生成ガス中 CO 増、(4)BTL 多段合成による合成収率向上等が、エネルギー回収率向上のための有効な打ち手である。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] バイオマスガス化、ガス精製、FT 触媒

[テーマ題目8] バイオアルコールをプロピレンへ選択的に変換する新規化学プロセス技術の先導研究(表面修飾ゼオライト類縁体等を触媒とするバイオアルコールからのプロピレン選択的変換に関する先導研究)

[研究代表者] 村田 和久 (BTL 触媒チーム)

[研究担当者] 高原 功、稲葉 仁
(常勤職員3名、他1名)

[研究内容]

本事業では、バイオアルコールをプロピレンへ転換する新規化学プロセス技術を開発するに当たって、新規触媒開発の可能性の見極めのための基礎データを収集する。

① C_2 アルコール (エタノール) のプロピレンへの転換技術

エタノールを選択的、高効率かつ低コストでプロピレンへ化学転換する新規触媒開発の可能性を見極めるために必要な基礎データを実験により取得する。

② C_3 一価アルコールのプロピレンへの転換技術

C_3 一価アルコール (イソプロパノール、*n*-プロパノール) を選択的、高効率かつ低コストでプロピレンへ化学転換する新規触媒開発の可能性を見極めるために必要な基礎データを実験により取得する。

③ C_3 二価アルコール及び/又は C_3 三価アルコールのプロピレンへの転換技術

C_3 二価アルコール及び/又は C_3 三価アルコールを選択的、高効率かつ低コストでプロピレンへ化学転換する新規触媒開発の可能性を見極めるために必要な基礎データを実験により取得する。

年度進捗状況:

バイオアルコールからのプロピレン合成の可能性について、原料として、1)エタノール、2)プロパノール、3)

グリセロール/1,2-プロパンジオール(PD)を用い、触媒としてゼオライト担体からなる触媒を用いて検討した。いずれの原料でも初期に脱水反応が起こる必要があり、固体酸性は必須である。しかもルイス酸である γ - Al_2O_3 では効率よく反応が起こらず、プロトンをもつブレンステッド酸性がより好ましい。エタノールやプロパノールの脱水では、モルデナイトの有する酸性がこの目的に合致しており、200℃以下の温度で、転化率95%、選択率95%にて、対応するエチレンまたはプロピレンの合成が可能であることが分かった。これはシリカアルミナ触媒を用いる現在の工業化プロセスで用いられる300-400℃よりかなり低い。しかし特異な酸性と生成する水のため、脱アルミや炭素析出などに起因される活性劣化が避けられず、とりわけ空気焼成で回復しない永久失活改善のための方策が必ずしも見いだされていない。プロセスエンジニアリングとの融合で補えるレベルまでの触媒改良が必要であり、プロジェクトの中心課題である。またバイオエタノール中の硫黄や有機酸などの不純物の反応への影響ももう一つの課題となる。これらいずれの課題も、より高温が必要な他の反応、例えばエタノール→プロピレン、グリセロール→プロパン、などでも共通である。

エタノール→プロピレンの一段合成については、エタノールの脱水→エチレンの2量→ブテン/エチレンの不均化などを經由する必要がある、鉄やクロムで修飾したゼオライト触媒を用いることにより、選択率で10%程度のプロピレンを含む C_3 +オレフィン類が生成することを確認した。また他の修飾ゼオライト触媒を用いることにより、バッチ反応でプロパンが25%程度、気相反応でプロピレンが28%程度の選択率で生成することを確認した。24時間後には、エチレン選択率が46%程度まで増加し、プロピレン選択率は20%まで低下した。

多価アルコールについては、白金/H-ZSM5触媒による水素圧下でのバッチ反応により、プロパンが30%近い収率で得られることを確認した。反応はゼオライト上での脱水→オレフィン性含酸素中間体の白金による水素化の繰り返しにより、OH基が段階的に脱離し、プロパンとなることを推定した。2価の1,2-PDより、3価のグリセロールの方が、相対的に強い酸性が必要であることも分かった。本反応に特有の今後の課題は、プロピレンの一段合成の確認、 CO_2 やエタン/メタンなどの副生物の抑制による C_3 選択率改善などである。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオエタノール変換、プロピレン、ゼオライト触媒

【テーマ題目9】バイオマスシステム研究

【研究代表者】美濃輪 智朗

(バイオマスシステム技術チーム)

【研究担当者】佐々木 義之、山岡 到保、平田 静子、

三島 康史、柳下 立夫、藤本 真司
(常勤職員7名、他16名)

【研究内容】

種々のバイオマスの導入・普及には、技術開発だけでなく経済的に成り立つトータルとしてのシステムを構築することが必要である。本チームでは、基盤となるデータベースを構築し、バイオマスシステムのプロセスシミュレーション技術を開発する。また、作成したシミュレータを用いて最適化、経済性・環境適合性などの評価を実施するとともに、経済的なバイオマストータルシステムを提案する。

昨年度作成した木質系バイオマスからBTL/ETBE液体燃料を製造するトータルシステムシミュレータをベースに感度解析並びに技術調査を行い、液体燃料製造に向けた技術開発のポートフォリオを作成した。この中で特に経済性感度が高く、技術的にもハードルが高い、粉碎工程と酵素生産工程に関して、実験的手法並びに技術調査等を行い、システムシミュレーションにより評価した。その結果、粉碎工程におけるエネルギーコストは現状の1/10に、酵素コストは現状の1/100になる可能性が示された。また、ケーススタディーを通じて蓄積したバイオマスDBの一部を簡易経済性シミュレーションの形で整理して公開した。

【分野名】環境エネルギー

【キーワード】バイオマス、システム、経済性

【テーマ題目10】再生可能エネルギー利用基盤技術研究
開発

【研究代表者】坂西 欣也

(BTL トータルシステムチーム)

【研究担当者】美濃輪 智朗、山岡 到保、平田 静子、三島 康史、藤本 真司、遠藤 貴士、李 承桓、寺本 好邦、井上 誠一、坂木 剛、山田 則行、甲斐田 泰彦、亀川 克美、澤山 茂樹、矢野 伸一、村上 克治、滝村 修、井上 宏之、松鹿 昭則、花岡 寿明、劉 彦勇、村田 和久、高原 功、稲葉 仁、岡部 清美、中西 正和、小木 知子
(常勤職員27名、他15名)

【研究内容】

現在、地球温暖化対策、環境調和型・循環型社会システム構築などの観点から、再生可能資源であるバイオマスの総合的な利活用が「バイオマス・ニッポン総合戦略(農林水産省)」などで推進されている。しかし、現状技術では導入量の拡大に限りがあり、新たな基盤技術の開発が必要となっている。本調査研究により、2020~2030年におけるバイオマス関連技術に関して様々な技術を精査し、環境調和性、コスト見通し、トータルプロセスなどの観点から最も有望である技術の将来性、技術開

発課題を見極めるとともに、有望技術の絞り込み、技術開発を行う。

本年度は、昨年度作成した木質系バイオマスからBTL/ETBE 液体燃料を製造するトータルシステムシミュレータをベースに感度解析並びに技術調査を行い、液体燃料製造に向けた技術開発のポートフォリオを作成した。この中で特に経済性感度が高く、技術的にもハードルが高い、粉碎工程と酵素生産工程に関して、実験的手法並びに技術調査等を行い、システムシミュレーションにより評価した。その結果、粉碎工程におけるエネルギーコストは現状の1/10に、酵素コストは現状の1/100になる可能性が示された。また、ケーススタディーを通じて蓄積したバイオマス DB の一部を簡易経済性シミュレーションの形に整理して公開した。

【分野名】環境エネルギー

【キーワード】バイオマス、システムシミュレーション、経済性評価

2) 研究部門

①【計測標準研究部門】

(Metrology Institute of Japan)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：田中 充

副研究部門長：工藤 勝久、千葉 光一、三戸 章裕、
大嶋 新一

上席研究員：松本 弘一

主幹研究員：小島 勇夫

所在地：つくば中央第3、第2、第5、つくば北、関西センター大阪扇町サイト

人員：237名 (234名)

経費：4, 119, 045千円 (2, 178, 189千円)

概要：

計量標準及び法定計量

第二期の目標：

計量の標準

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

- (1) 国家計量標準システムの開発・整備
- (2) 特定計量器の基準適合性の評価
- (3) 次世代計量標準の開発
- (4) 国際計量システムの構築

(5) 計量の教習と人材の育成

○研究業務の方向付け

- (A) 標準整備計画にもとづき、信頼される計量標準を早期に供給開始する。
- (B) 計量標準及び法定計量の確実かつ継続的な供給体制を構築し的確に運用する。
- (C) 計量標準・法定計量の国際相互承認を進める。
- (D) 計量標準と計測分析技術において世界トップクラスの研究成果を挙げる。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 超伝導素子による単一光子検出に基づいた高精度光計測技術の開発研究

文部科学省 科学研究費補助金 界面水分子のダイナミクス制御による高機能・高選択性を持つ生体適合性材料の構築

日本学術振興会 (JSPS) 科学研究費補助金 ピコメートル変位計測のためのフェムト秒光コムを用いた絶対光周波数走査干渉計の研究

文部科学省 科学研究費補助金 電子・イオン多重同時画像計測法によるサイズ選択クラスターの電子状態・構造解析

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 波長可変温度波伝搬法を用いた材料評価技術と計測分析装置の開発

日本学術振興会 (JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 ナノメートル薄膜の膜厚、密度、組成などに関する計量学的計測に関する研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 光コムを利用したスーパーヘテロダイン測長技術に関する研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 モード同期ファイバレーザによる広帯域光コムを用いた光周波数計の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 単純形体に基づくピッチマスターゲージとそのナノレベル測定技術の開発

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費 放射能表面密度測定法の確立に関する研究

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費 放射線防護並びに医療応用における国際規格に対応した高エネルギー中性子・放射能標準の確立と高度化に関する研究	準化調査研究事業/超高速レーザフラッシュ法による薄膜熱拡散率計測技術と透明導電膜標準物質の標準化調査研究
経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費 原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 知的基盤創成・利用促進研究開発事業/臨床検査用標準物質の研究開発
経済産業省 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費 現場で使用可能な高精度計測装置と標準供給装置の開発/光通信網を利用した簡易型周波数標準供給装置の開発	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 水素安全利用等基盤技術開発/水素に関する共通基盤技術開発/液体水素ディスペンサー流量計測技術などに関する研究開発
経済産業省 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費 現場で使用可能な高精度計測装置と標準供給装置の開発/現場で使用可能な高精度計測装置と標準供給装置の開発	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 知的基盤創成・利用促進研究開発事業/マイクロ波・ミリ波におけるインピーダンス計量標準の研究開発
経済産業省 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費 現場で使用可能な高精度計測装置と標準供給装置の開発/光ファイバを用いた電波計測装置の開発	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム・化学物質総合評価管理プログラム/ナノ粒子特性評価手法の研究開発
経済産業省 平成18年度試験研究調査委託費(地球環境保全等試験研究に係るもの)自動車排ガス現場計測用超音波流量計の実用化に関する研究	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム・革新的部材産業創出プログラム/ナノ計測基盤プロジェクト成果の標準化に関する調査
経済産業省 平成18年度石油生産合理化技術開発等委託費 計量標準基盤技術研究	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノ応用プロセスの試験評価に必要な高精度・高信頼性計測技術に関する調査
経済産業省 平成18年度電源利用技術開発等委託費 計量標準基盤技術研究	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)/ナノ計測基盤技術
経済産業省 中小企業知的基盤整備事業 平成18年度中小企業産業技術調査等委託費(中小企業知的基盤整備(食品分析制度管理用標準物質の研究開発))	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム/ナノ加工・計測技術/3D ナノメートル評価用標準物質創成技術プロジェクト
経済産業省 中小企業知的基盤整備事業 平成18年度中小企業産業技術調査等委託費普及型高精度角度測定装置の開発と応用に関する研究	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境配慮設計推進に係る基盤整備のための調査研究
総務省 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 光で時を刻む新 Cs 原子“光時計”の研究開発	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的次世代低公害車総合技術開発/次世代自動車の総合評価技術開発
総務省 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度 超伝導転移端マイクロカロリメータを用いた単一光子計測技術の開発	その他(経済産業省経由) 中小企業知的基盤整備事業 環境分野における標準物質の実態調査及び開発研究
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システム技術開発事業	その他(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構経由) 熱物性・計算ライブラリ構築
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 標	

発 表：誌上発表316件、口頭発表621件、その他247件

時間周波数科

(Metrology Institute of Japan, Time and Frequency Division)

研究科長：大嶋 新一

(つくば中央第3)

概 要：

時間周波数標準及び光周波数波長標準は、最も高精度な計量標準というだけでなく、他の基本単位の決定にも必要とされる計量標準体系の基盤を形成する物理標準である。当該標準の研究・開発及びその産業界への供給・普及を持続・発展させることは、我が国の産業技術や科学技術を高度化する上で極めて重要である。当科ではこのような目標を達成するために、標準器と関連技術の開発、それらに立脚した信頼性の高い標準供給を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

長さ計測科

(Metrology Institute of Japan, Lengths and Dimensions Division)

研究科長：松本 弘一

(つくば中央第3)

概 要：

長さ・幾何学量の標準供給は、産業・科学技術の要であり、大きな期待が寄せられている。この場合、高精度な上位の標準から、下位の幅広い標準まで求められる。この達成には信頼性の高い長さ測定技術の開発が不可欠となっている。当科では、平成17年度までに産業界から求められ、また国際比較などが求められている長さや幾何学量に関して26量の標準の確立とそれらの供給体制の整備を行った。この場合、民間との連携によって、階層構造に基づく我が国のトレーサビリティ体系を構築している。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

力学計測科

(Metrology Institute of Japan, Mechanical Metrology Division)

研究科長：大岩 彰

(つくば中央第3)

概 要：

当力学計測科の活動は、質量、力、トルク、重力加速度、圧力、真空の各量にわたる。各量において、標準から現場計測までのトレーサビリティの道筋を確保することが主たるミッションである。質量においては、標準分銅から質量計へ、力・トルクにおいては、力・

トルク標準機／力・トルク計から各種試験機へ、圧力／真空においては圧力／真空標準器から圧力計／真空計へと現場計測器に繋がるトレーサビリティを実現する。当科においては既に、質量（分銅の校正）、質量計、力（力計の校正）、試験機、圧力（圧力標準器の校正）、圧力計、トルクメータ・トルクレンチ、真空計については JCSS 校正事業者登録制度が整備され、供給が実施されている。また、OIML 型式承認試験については非自動はかり及び質量計用ロードセルの性能試験の品質管理体制が整備運用され、既に試験が実施されている。これらの供給・試験業務に加え技術開発については、高圧力標準、低圧力標準、リーク標準、分圧標準、安定な質量 artifact、高精度・高安定な力計の研究開発を進め、低圧力標準及びリーク標準の校正サービスを開始した。外部協力としては、Jcss 制度に対して、標準供給、技能試験及び認定審査への技術アドバイザー派遣などの他、技術方針を決める質量、力、圧力(圧力・真空各 WG)、トルクの各技術分科会の運営などの協力を行った。また、JIS を始め ISO、OIML 等の技術規格文書の作成への協力を行った。国際協力では JICA-NIMT プロジェクトや OIML-MAA・MOU に協力し、専門家の派遣、研修生の受け入れを行った。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9

音響振動科

(Metrology Institute of Japan, Acoustics and Vibration Metrology Division)

研究科長：工藤 勝久

(つくば中央第3)

概 要：

音響、超音波、振動、強度の標準は、環境、医療、機械診断、材料評価など広い分野にわたって必要とされており、その重要性も増している。音響標準、振動加速度標準及び硬さ標準については、国際比較結果などを通じて既に世界的なレベルに到達していることが示されたが、さらに標準供給体制を整備するとともに、その範囲の拡大、不確かさの低減及び新しい標準器の開発を目指す。超音波標準については、17年度に開始した依頼試験による標準供給を維持するとともに、供給範囲拡大に必要な研究開発を進める。材料強度の標準、固体材料の特性評価を、従来のバルク材料から薄膜などの微小なレベルで行うことを目的とする研究を実施する。また、産業技術の高度化に応じて、従来にない先進的な標準開発を進める。

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

温度湿度科

(つくば中央第3)

(Metrology Institute of Japan, Temperature and Humidity Division)

研究科長：高橋 千晴

(つくば中央第3)

概要：

温度・湿度の計測は、最先端の科学や産業から、通商、環境、安全、人の健康を支える活動、日常生活に至るまでほとんどあらゆる場面で必要とされ、その標準供給体制の整備は急務である。標準供給の種類、範囲について国際的同等性を確保しつつ拡大するために、設備・体制を整え、標準の設定・維持・供給に必要な研究開発及び関連の計測技術の研究を行った。国際温度目盛 (ITS-90) 改正への提案などの国際的寄与をめざし、基礎的な研究開発を進めた。また、微量水分領域の標準では、先進的な標準供給を可能にした。

研究テーマ：テーマ項目15、テーマ項目16、テーマ項目17、テーマ項目18、テーマ項目19、テーマ項目20、テーマ項目21、テーマ項目22

流量計測科

(Metrology Institute of Japan, Fluid Flow Division)

研究科長：高本 正樹

(つくば中央第3)

概要：

流量計を用いた石油や天然ガス等の取引は、経済産業活動の中でも最も大きな取引であり、また、水道メータ、ガソリン計量器等の流量計は国民生活に最も密接している計量器の一つである。さらに、最新の半導体製造技術、公害計測技術、医療技術等の先端技術分野や環境・医療技術分野においてもより困難な状況下での高精度の流量計測技術が求められている。当科では、これら広範な分野で必要な流量の標準を開発し、その供給体制の整備を進める。既に JCSS が整備されている気体小流量、気体中流量、液体大流量、液体中流量、石油大流量、気体中流速、微風速、及び依頼試験による標準供給を行っている体積に加え、新たに液体小流量、石油中流量について特定標準器の整備を進めている。また、気体流量に関しては、微小流量域の標準の範囲拡大を進めている。

さらに、計量法に基づき法定計量業務を適切に遂行するとともに、実施する試験業務に関する品質システムの整備を準備した。

研究テーマ：テーマ項目23、テーマ項目24、テーマ項目25、テーマ項目26

物性統計科

(Metrology Institute of Japan, Material Properties and Metrological Statistics Division)

研究科長：馬場 哲也

概要：

エネルギー、石油化学産業等で求められる密度、粘度の標準、エネルギー分野、エレクトロニクス産業、素材産業等で求められる熱物性の計測技術と標準物質、半導体や材料産業等で求められる微粒子や粉体の計測技術と標準物質の開発、供給を行う。開発された熱物性計測技術と標準物質を礎として得られる信頼性の高い熱物性データを、分散型熱物性データベースに収録しインターネットを介して広く供給する。計測標準研究部門の標準供給に不可欠である不確かさ評価について、統計的問題の解決や事例の体系化を行うとともに、内外における不確かさ評価を支援する。

研究テーマ：テーマ項目27、テーマ項目28、テーマ項目29、テーマ項目30、テーマ項目31、テーマ項目32、テーマ項目33、テーマ項目34

電磁気計測科

(National Metrology Institute of Japan, Electricity and Magnetism Division)

研究科長：中野 英俊

(つくば中央第3)

概要：

電気標準のうち直流・低周波分野を担当。①直流電圧・直流抵抗標準、低周波インピーダンス標準の研究開発と供給、②交流電流比標準、交流電力、交直 (AC/DC) 変換標準の研究開発と供給

研究テーマ：テーマ項目35、テーマ項目36

電磁波計測科

(Metrology Institute of Japan, Electromagnetic Waves Division)

研究科長：小見山 耕司

(つくば中央第3)

概要：

高周波・電磁界標準の電波領域の電磁波を対象とし、高周波電力、減衰量、インピーダンス、雑音、各種アンテナ、電界・磁界等の標準に関し、精密計測と校正技術の研究・開発を実施した。標準供給とトレーサビリティの整備の推進並びに供給体制の維持と校正業務により標準供給を行った。研究・開発の進展は、新規に標準供給を開始した30 kHz~33 GHz の PC3.5同軸インピーダンス、500 MHz~18 GHz の PC-7型コネクタでの機械特性インピーダンス、300 MHz~1 GHz でのログペリオディックアンテナのアンテナ係数標準、拡張により範囲を広げた75 GHz~110 GHz の導波管電力標準、18 GHz~40 GHz の導波管減衰量標準、1.15 GHz~1.7 GHz の電界標準、9 kHz~150 kHz の範囲拡張と直径60 cm のアンテナに拡張したループアンテナ標準がある。

高周波インピーダンスの国際比較は Draft A に進み、別にエアライン測定法について NPL との2国間比較を進めた。NIST での在外研究は継続して時間領域における TEM セルの評価法の研究を進めた。

研究テーマ：テーマ題目37、テーマ題目38

光放射計測科

(Metrology Institute of Japan, Photometry and Radiometry Division)

研究科長：三戸 章裕

(つくば中央第3)

概要：

光関連産業における基盤技術となる、レーザ及び測光・放射に関する諸量の精密計測と校正技術の研究・開発を実施し、標準とトレーサビリティの整備の推進、並びに標準の維持・供給を行う。今年度は、光ファイバパワー (1.31、1.55 μm)、レーザパワー (1.06 μm 、1~10 W)、光減衰量 (1.55 μm 、基準レベル500 mW) の依頼試験による供給を開始した。レーザパワー (488 nm、515 nm) の供給範囲を1 W に拡張した。分光放射輝度 (紫外、真空紫外)、分光拡散反射率 (赤外)、アパーチャ開口面積測定装置の整備を行った。発光ダイオードの光度、全光束の校正装置の整備を完了した。レーザパワー (EUROMET PR-S2)、光ファイバパワー (APMP-PR.S2)、全光束 (APMP)、分光応答度 (CCPR-PILOT)、極低温放射計 (CCPR-S3：二国間比較) の国際比較に参加した。

研究テーマ：テーマ題目39、テーマ題目40

量子放射科

(Metrology Institute of Japan, Quantum Radiation Division)

研究科長：工藤 勝久

(つくば中央第2)

概要：

放射線、放射能及び中性子標準に関連し、MRA 対応の国際基準比較、CMC 登録及びピアレビューを実施するとともに、標準の立ち上げ及び高度化等の研究開発を行った。放射線標準研究室では、 γ 線水吸収線量標準用のグラフアイトカロリメータを製作した。軟 X 線及び中硬 X 線の空気カーマ標準は、BIPM と国際比較を行った。 β 線標準は β 線参照吸収線量率の標準を立ち上げ供給を開始するとともに、放射光 X 線用カロリメータの範囲拡大を行った。放射能中性子標準研究室では、放射能に関する遠隔校正技術の実用化を進め、 γ 線放出率の依頼試験による校正サービスを実施した。また、Fe-55放射能標準の国際比較に参加し、Ba-133については幹事国として結果をまとめた。さらに、放射能表面密度測定法の確立及び医療用密封小線源の線量標準の確立に向けた開発を実施し

た。中性子標準に関しては、2.5 MeV 速中性子フルエンス標準の立ち上げと校正サービスの開始を実施し、中速中性子フルエンス標準及び速中性子フルエンス標準の整備を進めた。また、熱中性子フルエンス率の国際比較 (CCRI (III)-K8) へ参加した。なお、今年度、中性子標準に関する産総研の校正能力が国際度量衡局の校正能力一覧表に登録された。

研究テーマ：テーマ題目41、テーマ題目42

無機分析科

(Metrology Institute of Japan, Inorganic Analytical Chemistry Division)

研究科長：千葉 光一

(つくば中央第3)

概要：

標準物質は研究開発及び産業発展を支える知的基盤として、その加速的整備が国策のもとに推進されている。当科では平成13年~平成18年までにスカンジウム標準液など新規無機標準物質14種類、RoHS 指令規制対応標準物質など工業材料標準物質、微量元素・アルセノベタイン・メチル水銀分析用メカジキ魚肉粉末標準物質の開発を終了しなど環境組成標準物質10種類を開発して、化学分析あるいは化学計量を支える標準を供給するとともに、併せて、関連する CCQM、APMP 国際比較に参加する。また、電量滴定法等の基本分析手法の高度化、同位体希釈質量分析法などの高感度元素分析法の高精度化を行い標準物質の値付け、環境・生体計測の高度化等に使用するとともに、我が国の産業の高度化及び科学技術のテクノインフラに寄与する。

研究テーマ：テーマ題目43、テーマ題目44、テーマ題目

45

有機分析科

(Metrology Institute of Japan, Organic Analytical Chemistry Division)

研究科長：加藤 健次

(つくば中央第3)

概要：

標準ガス、有機標準、環境標準、バイオメディカル標準の分野において社会ニーズに即した標準物質を供給して行くことを目標として、基盤となる技術面での整備を行いつつ、高度な分析技術の開発にも取り組んだ。また、当該標準分野における国際相互承認を実効あるものとするべく、グローバル MRA に基づく国際比較に積極的に参加するとともに、ISO ガイド34に基づく品質システムの整備と国際ピアレビューへの対応を行った。これらの活動を通して、標準物質値付け能力 (CMC) の Appendix C への登録を行い、我が国の CMC が国際的に高いレベルで承認されることを

目指した。18年度も、先に挙げた分野における標準物質開発と、関連する技術書類作成などの品質システム整備を行った。

研究テーマ：テーマ題目46、テーマ題目47、テーマ題目48、テーマ題目49

先端材料科

(Metrology Institute of Japan, Materials Characterization Division)

研究科長：小島 勇夫

(つくば中央第5)

概要：

標準の開発・維持・供給においては、EPMA 用標準物質（ステンレス鋼及びインバー合金の2種類）、分子層厚以下の不確かさを実現した2種類の薄膜・超格子標準物質、陽電子寿命測定による空孔分析用標準物質1種類、ポリスチレン高分子標準物質（多分散）1種の開発を終了するとともに、SI トレーサブルな手法である重量法を用いて EPMA 用鉄-炭素合金標準物質の高度化・再認証を行い、年度目標を達成した。さらに平成12年度に開発・認証した GaAs/AlAs 超格子標準物質の経時変化測定、平成15年度に開発・認証した SiO₂/Si 多層膜標準物質の経時変化測定を行った。国際比較においては、TCQM/APMP における SiO₂膜厚の国際比較のデータを取りまとめて APMP 会議で報告するとともに、CCQM において2件のパイロットスタディに参加した。また、有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新たに1,500件のスペクトル測定・解析を行い Web に追加公開した。さらに、イオン注入試料の注入量などの非破壊均質性評価技術、臭素系難燃剤含有プラスチック標準物質や定量 NMR 標準物質の開発、放射光 X 線吸収分光による薄膜の元素別定量分析技術、MALDI-TOFMS の定量法、遠心分離基本装置を用いた微粒子分球技術に於いて基礎データを蓄積した。

研究テーマ：テーマ題目50、テーマ題目51、テーマ題目52、テーマ題目53、テーマ題目54、テーマ題目55、テーマ題目56

標準物質システム科

(Metrology Institute of Japan, Reference Materials System Division)

研究科長：小池 昌義

(つくば中央第3)

概要：

標準物質は研究開発及び産業発展を支える知的基盤として、その加速的整備が国策のもとに推進されている。当科は平成18年度に新設されたもので、安心安全分野で必要とされる標準物質を対象に、標準物質で一番必要とされる要件である「値の同等性」を確保でき

るシステムを開発し、当該分野で必要とされる計量標準としての技術的な根拠を提供するために、従来の標準物質の開発・供給体制の全体を見直し、外部機関の力を活用した、効率的な開発システム、供給システムの研究を行うことを目的としている。平成18年度は、新設科としての整備を行うとともに、トレーサビリティのとれた標準物質を、第3者機関において開発・生産できるようなインフラを整備するため、環境及び食品分野の標準物質の純度測定技術の開発を行った。また、複数存在する標準物質の特性値の整合性を確認する方法の確立と実施のために、ダイオキシン類の標準の同等性試験を行った。さらに、平成20年度から始まるメタボリックシンドローム健診に係わる8項目の標準物質の検討を始めた。

研究テーマ：テーマ題目58

法定計量技術科

(Metrology Institute of Japan, Legal Metrology Division)

研究科長：小島 孔

(つくば中央第3)

概要：

- 1) 経済産業大臣から委任される計量法に基づく型式承認及び試験並びに基準器検査（力学計測科、流量計測科及び計量標準技術科で実施されるものを除く。）を適切に実施する。
- 2) 特定計量器の型式承認では、要素型式承認の導入や試験所認定制度の活用による外部試験制度の導入についての調査研究を行い、制度の合理化を図る。
- 3) 国際法定計量機関（OIML）が推奨する、試験・検定に使用する標準設備に対するトレーサビリティを確立するための制度について調査研究を行う。
- 4) 我が国の法定計量システム整備計画案を策定し、経済産業省に対して企画・立案の支援を行う。
- 5) 型式承認実施機関として、ISO/IEC17025及びガイド65に適合した品質システムにより認証・試験業務を実施し、透明性を保ずる。
- 6) OIML 適合証明書発行及び二国間相互承認を推進し、国内計量器産業の国際活動に貢献する。
- 7) 計量法に規定する特定計量器の検定・検査に係る技術基準の JIS 引用を行うため、特定計量器 JIS 原案の作成を行う。
- 8) 計量法の家庭用計量器及び特殊容器に対する JIS を整備するための調査研究事業を行う。
- 9) OIML の TC 活動に積極的に参加し、国際勧告の策定に貢献する。
- 10) アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）事務局活動の支援を実施する。

11) 東南アジア地域を対象とする国際研修事業 (AOTS) として、耳式体温計の基準適合性評価及びトレーサビリティの確保に関する技術援助を行う。

計量標準技術科

(Metrology Institute of Japan, Dissemination Technology Division Dissemination Technology Division)

研究科長：中村 勉司

(関西センター)

概 要：

当科の主要業務は、経済産業大臣から委任された計量法に基づく法定計量業務の適切な遂行である。法定計量業務は、国内の様々な分野における商取引及び客観的かつ適正な計量証明行為に不可欠な業務であり、具体的には、基準器検査、検定、比較試験である。

これらの業務の他、リングゲージ、プラグゲージ、ガラス製体積計、ガラス製温度計、密度浮ひょうの校正技術の開発と改善、校正における不確かさの低減を目標とし、それらの標準供給体制の維持を行い、信頼性のある校正結果を提供することにより、産業界のトレーサビリティ体系の構築に寄与する。並びに計量に関する JIS 化、国際比較、OIML 等の国際活動に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目58、テーマ題目59、テーマ題目60

[テーマ題目 1] 時間・周波数標準の高度化に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 池上 健

(時間周波数科 時間標準研究室長)

[研究担当者] 萩本 憲、渡部 謙一、柳町 真也、大嶋 新一、久保田 暁子、吉田 侑太 (常勤職員5名、他2名)

[研究内容]

光ポンピング方式周波数標準器については、H ベンド型リング共振器を取り付けた標準器の不確かさ評価を行い、 6.7×10^{-15} の不確かさを得た。また、国際原子時との予備的な比較を行った。

原子泉方式周波数標準器においては、制御系やマイクロ波シンセサイザ等の更新を行って操作性の向上を図り、前年度に引き続き、今年度も3度にわたり、国際原子時の校正を行った。

原子発振器の高性能化のために必要な低雑音マイクロ波発振器については、2台の装置をインフラとして整備し、その維持を行った。

Cs-D1線のコヒーレントポピュレーショントラッピング (CPT) 信号の観測を行い、共鳴スペクトル線幅を約 200 Hz に低減した

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 時間周波数、原子時計、セシウム一次周波数標準器、原子泉、低温サファイアマイクロ波発振器

[テーマ題目 2] 光周波数 (波長) 標準の開発と光周波数計測技術の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 大苗 敦

(時間周波数科 波長標準研究室長)

[研究担当者] 石川 純、洪 鋒雷、黒須 隆行、平野 育、稲場 肇、安田 正美、大嶋 新一、松本 弘一、河野 託也、中嶋 善晶 (常勤職員9名、他2名)

[研究内容]

依頼試験「広帯域光周波数」と「通信帯光周波数」については、内部監査やピアレビューを終え、CMC 登録の手続きを開始した。次世代の周波数標準を目指した光周波数標準については、Yb 光格子時計の真空槽の製作、原子トラップのための光源群の開発を行い、第1段の原子冷却に成功した。また関連して、2回目の東大・香取研の Sr 光格子時計の光周波数測定を実行し、 10^{-15} 台の不確かさを持つ測定結果が得られ、国際度量衡委員会における秒の再定義の議論に貢献した。光周波数コムにおいては、長時間の測定が可能であるモード同期ファイバレーザを用いた光コムシステムの開発を行い、1週間以上の連続周波数測定に成功した。また、この光コムシステムを豪州国立計測研究所に輸送してシステムの比較実験を行い、不確かさが 10^{-16} 程度であることがわかった。これにより先方の光コムが持つ不確かさの妥当性確認に貢献するとともに、我々が開発したシステムが国際的な輸送にも十分耐えられることを実証した。長さの特定標準器である「よう素安定化 He-Ne レーザ」については、ユーザーの技術レベル向上を目指して研修用レーザを用いた技術研修などを行い、さらに所内校正及び jcss 校正を1件ずつ行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 光周波数コム、光周波数測定、光格子時計、よう素安定化 He-Ne レーザ、よう素安定化 Nd:YAG レーザ、光通信帯

[テーマ題目 3] 時系・時刻比較の高度化に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 今江 理人

(時間周波数科 周波数システム研究室長)

[研究担当者] 雨宮 正樹、鈴山 智也、藤井 靖久、眞子 祥子 (常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

当所の時間周波数供給の基準時系である UTC (NMIJ) の性能をより改善するため、原振である水素

メーザ発振器やセシウム原子時計の環境改善（温度環境の向上など）を実施した。また、国際比較のため GPS 衛星や衛星双方向方式による時間周波数比較を実施した。同データは、時計間の比較結果などとともに BIPM に報告され、国際原子時 (TAI) や UTC の構築に貢献している。超高精度時間周波数比較法として光ファイバー一心双方向方式や衛星双方向搬送波位相法の基礎研究を継続して実施した。標準供給については継続して jcss や依頼試験による持込校正サービスを行い、GPS 衛星を仲介とした周波数遠隔校正は、依頼試験で海外進出日系企業2社を含む6社7件の校正を実施した。さらに周波数遠隔校正の jcss 化、JCSS 化のための検討や手続きを行い、2007年2月より jcss による周波数遠隔校正を可能にした。また、国際的な活動として、APMP の TCTF 議長を2006年12月まで務め、域内の時間周波数標準に関する活動に貢献した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】時間周波数標準、時系、標準供給、GPS、遠隔校正

【テーマ題目4】光波干渉による長さ標準の開発に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】松本 弘一

（長さ計測科 長さ標準研究室長）

【研究担当者】美濃島 薫、平井 亜紀子、尾藤 洋一、寺田 聡一、鍛島 麻理子、藤間 一郎、藤本 安亮、吉森 秀明、佐々木 薫、渡邊 敦史（常勤職員8名、他3名）

【研究内容】

ブロックゲージ（長さ4番）、ブロックゲージ（長さ5番）、光波距離計（長さ10番）、標準尺（長さ8番）に関して、標準供給を行うとともに、高度化を実施した。マイクロデジタルスケール（長さ12番）、及び固体屈折率（長さ15番）の標準立ち上げのための技術開発を開始した。また、距離計（含むフェムト秒コム距離計）の国際比較（APMP 補助）に参加し、ブロックゲージに関して、APMP フォローアップ比較の幹事所を務め、APLAC 技能試験の参照値を与えた。さらに、干渉測長器と光波距離計に関して、ピアレビューを受けた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ブロックゲージ、標準尺、距離計、干渉測長器、長さ標準

【テーマ題目5】周波数標準にトレーサブルな実用長さ標準体系の研究（運営費交付金）

【研究代表者】松本 弘一

（長さ計測科 長さ標準研究室長）

【研究担当者】美濃島 薫、尾藤 洋一、Thomas R. Schibli、大門 雄太（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

委託研究などにより、フェムト秒レーザーと光コムの発生、利用技術の研究を進めてきた。平成18年度は、前年度までに開発した、コンパクトなモード同期 Nd ガラスレーザーによる絶対光周波数の付与された光コムを用い、長さ計測への適用性を評価した。波長可変光源を同期させ、波長走査光源を実現した。また、不確かさの最大要因である環境変動の影響を低減させ、10 μm の変位に対して100 pm 以下の不確かさを達成した。また、光コム距離計の各種装置を完成させ、APMP 国際比較に参加した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】光コム、測長、干渉計

【テーマ題目6】幾何学量の高精度化に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】大嶋 新一

（長さ計測科 幾何標準研究室長）

【研究担当者】渡部 司、土井 琢磨、藤本 弘之、権太 聡、直井 一也、大澤 尊光、三隅 伊知子、佐藤 理、菅原 健太郎、前澤 孝一、周 泓、山本 隆、吉崎 和典（常勤職員10名、他4名）

【研究内容】

「一次元グレーティング」の標準供給において、AFM プローブの先鋭化や走査制御の最適化を行うことにより、より微小なピッチ（50 nm）に対応できるようになった。これにより大幅な範囲拡大を行い、ナノ領域の先端技術にも対応を可能とした。「二次元グレーティング」の標準供給に向け、測定の妥当性を確認するため、国際比較へ参加した。「オートコリメータ」の標準供給においては不確かさの低減、「ロータリエンコーダ」では校正点数の範囲拡大を行った。依頼試験については「光学式段差」：5件、「AFM 式段差」：1件、「ロータリエンコーダ」：1件、「オートコリメータ」：1件、「平面度」：10件の計18件を実施した。これまで標準供給を宣言した19項目に対して円滑に標準供給できるように設備及び測定環境を整備した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】幾何寸法、微小寸法・微細形状、角度標準

【テーマ題目7】質量力関連標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】上田 和永

（力学計測科 質量力標準研究室長）

【研究担当者】山口 幸夫、孫 建新、植木 正明、前島 弘、大串 浩司、水島 茂喜、林 敏行、西野 敦洋（常勤職員9名）

【研究内容】

質量標準に関しては、国際相互承認協約の附属書 C に校正測定能力が登録された1 mg～5200 kg の範囲で標準を安定的に供給するとともに、6トン質量比較器を新たに開発し大質量分銅校正における繰返し性を従来の約1/4に向上させた。ステンレス鋼表面への水蒸気等の気体の吸着・脱着について秤量法による定量的な評価を完了させた。

力標準に関しては、国際相互承認された10 N～20 MN の範囲における標準供給を着実に実施するとともに、500 N /3 kN 力標準機を効率化・高精度化する改修を行った。高安定な音叉式力計を実機に装着するための研究を進めた。アジア太平洋地域での基幹比較の幹事所を引き受け仲介器の持ち回りを継続したほか、タイとの二国間比較で参照機関を務めるなど国際的にも貢献した。当所で開発した力計校正の不確かさ評価方法を ISO 規格に反映させるべく ISO 技術委員会分科会に継続して参加し討議を進めた。

トルク標準に関しては、国際相互承認された20 kN・m 以下のトルクメータ及び1 kN・m 以下の参照用トルクレンチの校正依頼の増加に対応し標準供給を行った。トルク計測機器の校正に関する技術基準の整備を関連業界と協力しつつ進めたほか、トルクツール試験/校正の JIS 規格原案を完成させた。

重力加速度標準に関しては、国土地理院などとの共同観測を行い、重力加速度計測の国際整合性確保に協力した。

JCSS トレーサビリティ制度に関しては、分銅(特性評価を含む)・はかり(機械式はかりを含む)・一軸試験機の3つの JCSS 技能試験プログラムを運営し完了させたほか、質量・力・トルクの各技術分科会に参加し技術基準の作成や改定並びに技術的諸問題の解決に協力するとともに、校正事業者の登録審査で技術アドバイザーを務めるなど多方面から JCSS 認定機関に協力した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量、力、トルク、重力加速度

【テーマ題目8】圧力真空標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】秋道 斉

(力学計測科 圧力真空標準研究室長)

【研究担当者】大岩 彰、小島 時彦、杉沼 茂実、城 真範、新井 健太、小島 桃子、吉田 肇、梶川 宏明(常勤職員9名)

【研究内容】

特定標準器の光波干渉式標準圧力計が、国際的に最高の性能を実現・維持できるように整備を進めた。特定副標準器のピストン式一次圧力標準器群は、JCSS 認定事業者の特定二次標準器の校正と依頼試験による校正を進めるとともに、高効率化と高精度化を目指した。気体差圧標準の CMC が ASNITE 認定された。微差圧国際比

較 APMP.M.P-K5の最終報告を幹事所として取り纏め BIPM の KCDB に登録した。1 GPa 圧力域の国際比較を幹事所として実施した。分圧標準(1 μPa～0.1 mPa 窒素、アルゴン、ヘリウム、水素)について依頼試験による標準供給を開始した。JCSS 認定制度に関する協力として、圧力分科会での委員会の取り纏め、認定審査への技術アドバイザーの派遣、技能試験への参照値の提供などを行った。また国際協力の一環として、タイの標準研究機関からの研修生の受入(圧力標準の設定)に対応した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】光波干渉式標準圧力計、ピストン式一次圧力標準器群、差圧標準、分圧標準

【テーマ題目9】法定計量器の基準適合性評価に関する業務（運営費交付金）

【研究代表者】根田 和朗

(力学計測科 質量計試験技術室長)

【研究担当者】福田 健一、藤本 安亮

(常勤職員3名)

【研究内容】

質量計に関する法定計量業務(型式承認試験及び基準器検査)並びに非自動はかり及び質量計用ロードセルの OIML 勧告に従った性能評価試験を円滑に実施するとともに試験・検査の信頼性の確保を図った。

非自動はかりの品質管理を整備するとともに、非自動はかりの性能評価試験を円滑かつ効率的に行うためのモジュール試験に関する技術開発を行い、さらに品質管理も整備した。また、使用設備の整備及び ISO/IEC17025 に準拠した品質システムの整備を行った。

OIML 等が主催する会議、技術委員会への積極的参加及び海外研修に取り組み、常に国際基準・規格に対応した技術基準の確保に努めた。JCSS 認定については、認定機関・産業界との連携のもと技術的な協力を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】法定計量、型式承認、OIML、基準器検査、天びん、分銅

【テーマ題目10】音響標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】菊池 恒男

(音響振動科 音響超音波標準研究室長)

【研究担当者】堀内 竜三、高橋 弘宜、藤森 威、佐藤 宗純(産学官来訪者)

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

音響測定器の JCSS 等校正サービスについては品質システムを運用中であるが、本年度は二回目の認定審査を受け、改めて高い技術能力を有するとの評価を得た。

jcass 等の実施だけに留まらず、不確かさを再評価して低減させたほか、技能試験参照値の提供、登録申請事業者の審査を行った。国際的には幹事研究所を務める I 形標準マイクロホン・音圧感度基幹比較 APMP.AUV.A-K1 について、Draft B を作成し、CCAUV での承認を経て最終報告書を発行した。さらに II 形標準マイクロホン・音圧感度基幹比較 APMP.AUV.A-K3 に参加し、不確かさ評価、仲介器の校正を行った。校正周波数範囲の拡大に関する研究については、超低周波領域、空中超音波領域ともに試作装置の高精度化を図った。超低周波領域（20 Hz 以下）では音源として用いているピストンについて、レーザ反射面の鏡面確保と傾きの調整ができるよう改良した。空中超音波領域（20 kHz 以上）では、マイクロホンの精密位置決め機構の設計・試作と測定回路のクロストーク低減を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】音圧レベル、標準マイクロホン、空中超音波、超低周波音

【テーマ題目11】超音波標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】菊池 恒男

（音響振動科 音響超音波標準研究室長）

【研究担当者】吉岡 正裕、佐藤 宗純（産学官来訪者）、松田 洋一、内田 武吉（産学官来訪者）（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

平成17年度に依頼試験を開始した超音波パワー標準の一次校正装置である、天秤法による超音波振動子出力校正装置の維持に努めた。また天秤法によるパワー校正範囲を0.5 W から20 W まで拡張するため、超音波振動子、受圧板の最適化のための研究を開始した。さらに強力な水中超音波のパワー標準の確立を目指すため、カロリメトリ法による超音波パワー標準の確立に必要な計測技術の研究を開始した。

超音波音圧標準については、マイクロホン感度の一次及び二次校正装置の維持に努め、年間20件以上のユーザマイクロホン校正の依頼試験を行った。さらに医用診断で要求される40 MHz までの周波数拡大に向けた音圧計測技術の研究を開始した。また、0.5 MHz～20 MHz の周波数範囲におけるピーク負音圧、インテンシティ等の空間分布等の超音波音場プロファイルの依頼試験を開始した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】超音波パワー、放射コンダクタンス、天秤法、超音波振動子、超音波音圧、マイクロホン、レーザ干渉計、超音波音場プロファイル、超音波生体安全性、医用超音波

【テーマ題目12】振動加速度標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】白田 孝

（音響振動科 強度振動標準研究室長）

【研究担当者】大田 明博、石神 民雄、野里 英明（常勤職員4名）

【研究内容】

振動測定は航空宇宙、自動車、建設、プラント、地震等、広範囲で行われ、その測定に用いられる振動加速度計はレーザ干渉計と加振器による校正装置により校正サービスが行われている。校正サービス供給済みの振動数領域（0.1 Hz～5 kHz）において、不確かさの低減、校正の自動化に向けた開発を継続的に行うとともに、10 kHz まで校正可能な装置の開発と不確かさ評価を行い、標準供給を開始した。また、従来振動加速度計の電圧感度のみを校正していたところ、新たに電荷感度の校正を可能とした。これらの成果を国際会議で報告した。また振動式の校正では限界がある、衝撃的な加速度領域（200～5000 m/s²）での校正装置を引き続き開発した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】振動加速度、地震計、振動試験、レーザ干渉計

【テーマ題目13】硬さ標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】白田 孝

（音響振動科 強度振動標準研究室長）

【研究担当者】石田 一、高木 智史、服部 浩一郎、清野 豊（常勤職員5名）

【研究内容】

硬さ試験は機械部品等の強度特性を簡便に評価できる工業試験法であり、鉄鋼・自動車・航空を始め、幅広い産業分野で利用されている。現在、硬さの国家標準としてロックウェル硬さとビッカース硬さを維持・供給しており、その校正能力はASNITE-NMIによって認定されているが、平成18年度に、海外の専門家を含む審査チームによる定期検査を受け、宣言している校正能力を維持していることが確認された。校正サービスとして平成18年度は、ロックウェル硬さに関して2件の jcass 校正を実施するとともに、認定事業者の審査3件を行った（定期全項目検査及び継続中を含む）。これにより平成18年度末における硬さ区分の JCSS 校正事業者は8事業所になった。また、ビッカース圧子先端の微小領域における形状（角度）測定技術に関する研究、及び、ブリネル硬さのくぼみの読取り誤差に関する研究を行い、その成果を国際会議で報告した。ナノインデンテーションに関して、大学・企業と共同で実験を行い、荷重変位曲線の解析法を研究した。その成果は国内学会誌に共著論文として掲載された。

【分野名】標準・計測

[キーワード] 金属材料、材料試験、ロックウェル硬さ、ビッカース硬さ、極微小硬さ、ナノインデンテーション

[テーマ題目14] シャルピー衝撃値標準維持供給（運営費交付金）

[研究代表者] 白田 孝
（音響振動科 強度振動標準研究室長）

[研究担当者] 山口 幸夫、高木 智史
（常勤職員3名）

[研究内容]

シャルピー衝撃試験は衝撃荷重に対する材料の破壊強度を測定する材料試験法として、産業界で広く用いられているものである。金属材料のシャルピー衝撃試験の標準は当研究室で維持されており、依頼試験を通じて産業界に供給されている。平成18年度も標準値維持のための比較測定を行い標準機3台の整合性確認を行った。また、JIS B7740基準試験機の依頼試験を1件実施した。さらにシャルピー衝撃値の校正業務に関する品質システムの確立のため ASNITE-NMI の審査を受けた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 衝撃値、シャルピー衝撃試験、吸収エネルギー、脆性、材料試験

[テーマ題目15] 抵抗温度計標準の維持供給及び高度化効率化（運営費交付金）

[研究代表者] 高橋 千晴
（温度湿度科長 高温標準研究室長（兼任））

[研究担当者] 丹波 純、山澤 一彰、
Januarius V. Widiatmo、佐藤 公一、
原田 克彦、坂井 宗雄、安曾 清
（常勤職員6名、他2名）

[研究内容]

供給中の抵抗温度計の温度範囲-40～420℃については特定副標準器、660℃アルミニウム点及び962℃銀点においては特定二次標準器の校正を行った。校正の不確かさの低減のため、水の三重点に対する同位体組成及び不純物の影響を評価した。温度定点の精度の向上のため、銀点及びスズ点に対する不純物の影響を化学分析と熱測定とにより評価した。校正業務効率化のための定点装置の整備を行った。JCSS 認定制度に協力し、技術アドバイザーの派遣を行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 標準、温度、抵抗温度計、温度定点、校正技術

[テーマ題目16] 熱電対標準の技術開発（運営費交付金）

[研究代表者] 高橋 千晴

（温度湿度科 高温標準研究室長（兼任））

[研究担当者] 井土 正也、小倉 秀樹、増山 茂治、
成島 弘一、黄 毅
（常勤職員3名、他3名）

[研究内容]

熱電対校正用温度定点962℃銀点、1085℃銅点、1554℃パラジウム点において特定二次標準器の校正を行った。標準供給の効率化のため、熱電対上下駆動装置の製作、熱電対通電加熱装置の更新を行った。熱電対校正の高度化のために用いる、コバルト-炭素共晶点、パラジウム-炭素共晶点のつぼを製作し、実現の不確かさ評価を行った。国際比較（EUROMET Project）で使用する共晶点のつぼ及び熱電対を製作した。共晶点実現装置に関して民間企業との共同研究を2件実施した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 標準、温度、熱電対、共晶点、校正技術

[テーマ題目17] 白金抵抗温度計による次世代高温目盛の開発に関する研究（運営費交付金）

[研究代表者] 高橋 千晴
（温度湿度科長 高温標準研究室長（兼任））

[研究担当者] 山澤 一彰、丹波 純（常勤職員3名）

[研究内容]

高温域における次世代温度目盛の開発のため、960℃～1085℃間の放射温度計と接触式温度計の比較測定に使用する炉の製作を行った。比較測定の標準として使用する放射温度計の製作及び校正を行った。白金抵抗温度計の高温使用時における絶縁リークの影響を解明するため、高温における石英絶縁体の電圧-電流測定を行い、非線形な現象の特性を明らかにした。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 温度標準、白金抵抗温度計、高温

[テーマ題目18] 低温標準の開発・維持・供給（運営費交付金）

[研究代表者] 田村 収
（温度湿度科 低温標準研究室長）

[研究担当者] 島崎 毅、中野 享、中川 久司、
櫻井 弘久、鷹巣 幸子、豊田 恵嗣
（常勤職員4名、他3名）

[研究内容]

カプセル型白金抵抗温度計の54 K～273 K の標準供給を継続し、24 K～54 K 及び30℃の供給を開始し、CIPM 基幹比較 CCT-K2.5（14 K～273 K）の当所での測定とデータ送付を完了した。ステム型白金抵抗温度計のアルゴン三重点（84 K）の標準供給を継続し、jcss化のため校正事業者と共同試験を行なった。カプセル型・ステム型合わせて4件の標準供給を行った。ロジウ

ム鉄抵抗温度計領域 (0.65 K~24 K) の標準供給開始を目指し、供給装置のプロトタイプとして機械式冷凍機と³He のジュール・トムソン膨張冷却を組み合わせ、液体寒剤不要のクローズドサイクル冷凍機を試作し、同方式の連続運転では世界トップの最低温度0.6 K を達成した。3 K~24 K の標準設定として気体温度計の試料気体を変えて補間温度目盛の再現性を検証するとともに熱力学温度の予備測定を行なった。基幹比較 CCT-K1.1 (0.65 K~24 K) を開始した。0.9 mK までの極低温標準 PLTS-2000を実現するための実験室整備を進め、希釈冷凍機本体部を外部機関との共同研究により試作した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】カプセル型白金抵抗温度計、気体温度計、ヘリウム蒸気圧温度目盛、温度定点、PLTS-2000

【テーマ題目19】放射温度標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】石井 順太郎

(温度湿度科 放射温度標準研究室長)

【研究担当者】佐久間 史洋、山田 善郎、笹嶋 尚彦、清水 祐公子、福崎 知子、金子 由香、馬 菜娜、皆広 潔美
(常勤職員5名、併任1名、他3名)

【研究内容】

高温域においては、特定標準器の改良型銅点黒体の製作を行った。標準供給として、特定副標準器の定点黒体の校正及び、依頼試験を行うとともに、放射温度計の所内校正、科内校正及び室内校正を行った。JCSS 放射温度計の持ち回り技能試験では、持ち回り測定の結果を評価した。また、特定標準器の改良型銅点黒体の製作を行った。さらに、0.9 μm 及び1.6 μm 標準放射温度計の開発評価及び改良を企業と協力して行った。中温域 (100 °C~420 °C) においては、標準供給開始に必要な定点黒体炉及び放射温度計の高度化を図り、常温域 (-30 °C~100 °C) においては、品質システムに基づく依頼試験を実施するとともに、100 °C~160 °Cの温度域への供給範囲拡大に向けた標準黒体炉の不確かさ評価を進めた。JCSS 制度の運営に関し、技術アドバイザーによる支援等を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】放射温度標準、標準供給、JCSS、依頼試験、標準放射温度計

【テーマ題目20】金属-炭素共晶点による高温目盛の高度化（運営費交付金）

【研究代表者】石井 順太郎

(温度湿度科 放射温度標準研究室長)

【研究担当者】山田 善郎、笹嶋 尚彦、王 云芬

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

当部門は1999年に世界に先駆けて金属(炭化物)-炭素共晶を用いた1100 °C以上の高温標準を提案し、実用化に取り組んできた。本年度は共晶点と同様に高温定点として機能する金属炭化物-炭素共晶点を新たに3つ提案した(WC-C: 2749 °C、Cr₃C₂-C: 1826 °C、Mn₇C₃-C: 1331 °C)。共晶点よりも再現性、プラトー平坦性に優れる可能性を確認した。低コスト、製作の容易性などのメリットから、一部の共晶点を代替することが期待される。一方、不純物の共晶点温度値への影響に関しては、昨年 Fe-C 共晶について確立した補正方法(OME/SIE法)を、Co-C 共晶についても拡張し、同時に凝固時に形成される共晶組織の融解温度への影響について実験的にそれを補正し、結果の不確かさを見積もる方法を提案した。また、国際的には国際度量衡委員会とのワーキンググループ活動として高温定点プロジェクトが開始された。将来の国際温度標準採用を目指すこのプロジェクトの企画を主導し、6つのワークパッケージのうち2つのパイロットを担当することとなった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】高温標準、金属-炭素共晶、高温定点、不純物、放射温度計、熱電対

【テーマ題目21】湿度標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】北野 寛

(温度湿度科 湿度標準研究室長)

【研究担当者】越智 信昭、丹羽 民夫

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

湿度標準供給の範囲拡大の研究を進めている。温度23 °Cにおいて相対湿度10 %から95 %の供給を可能とした。低湿度の仲介標準器となる露点計の設計・製作を進めている。露点100 °C以上の高湿度発生のための圧力制御装置を製作した。校正業務は、12件。湿度国際比較CCT-K6に参加し、2回目の測定を完了した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】湿度、高湿度、低湿度、露点

【テーマ題目22】微量水分領域の標準（運営費交付金）

【研究代表者】北野 寛

(温度湿度科 湿度標準研究室長)

【研究担当者】阿部 恒(常勤職員2名)

【研究内容】

半導体製造をはじめとする先端技術分野で必要とされる、気体中の微量水分の標準発生技術の開発を進めている。拡散管方式の微量水分発生装置について、磁気吊り下げ天秤を用いて質量変化のリアルタイム測定をする場合の不確かさ要因を明らかにし、拡散管セルの水分蒸発

速度の決定方法を開発した。様々な条件下での発生微量水分の変化を、キャピタリグダウンレーザ一分光装置を用いて調べた。微量水分発生装置の不確かさ評価を行い、物質質量分率12 ppb から240 ppb の微量水分標準供給を可能にした。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕微量水分、拡散管、低湿度

〔テーマ題目23〕**気体流量・気体流速標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）**

〔研究代表者〕中尾 晨一

（流量計測科 気体流量標準研究室長）

〔研究担当者〕石橋 雅裕、栗原 昇、森岡 敏博、櫻井 真佐江（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

平成17年度に引き続き特定標準器による校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また、技術アドバイザーとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。

気体流量に関しては、APMP K6のパイロットラボとして、基幹比較を実施中である。

気体流速に関しては、国際基幹比較のパイロットラボとして基幹比較の報告書を作成した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕気体流量・気体流速標準

〔テーマ題目24〕**液体流量体積標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）**

〔研究代表者〕寺尾 吉哉

（流量計測科 液体流量標準研究室長）

〔研究担当者〕古市 紀之、福岡 重治

（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

平成17年度に引き続き特定標準器（液体流量校正設備）により0.3～3000 m³/h の範囲で校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また、技術アドバイザーとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。さらに、体積標準を維持し、アジア太平洋計量計画（APMP）の国際比較に参加した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕液体流量標準、体積標準

〔テーマ題目25〕**石油流量標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）**

〔研究代表者〕寺尾 吉哉

（流量計測科 液体流量標準研究室長）

〔研究担当者〕嶋田 隆司、土井原 良次、畑仲 武博、武田 一英、浦井 章

（常勤職員3名、その他3名）

〔研究内容〕

平成17年度に引き続き3～300 m³/h の範囲に対して、標準供給を継続した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕石油流量標準

〔テーマ題目26〕**特定計量器の適合性評価に関する研究開発・試験検査（運営費交付金）**

〔研究代表者〕根本 一

（流量計測科 流量計試験技術室長）

〔研究担当者〕小谷野 康宏、島田 正樹、安藤 弘二、大谷 怜志、高橋 豊、武内 昭雄、飯島 紀子（常勤職員6名、他2名）

〔研究内容〕

平成17年度に引き続き積算体積計型式承認試験及び基準器検査を実施し、これらの試験についての、品質マニュアルの整備を進めている。計量法に基づく法定計量業務のうち、型式承認試験のためのガスメーター試験装置の校正を行った。また、水道メーター及び自動車等給油メーターの適合性評価試験設備、基準水道メーター及び燃料油メーターのための検査用タンクを整備した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕特定計量器の適合性評価

〔テーマ題目27〕**固体熱物性標準の整備（運営費交付金）**

〔研究代表者〕加藤 英幸

（物性統計科 熱物性標準研究室長）

〔研究担当者〕山田 修史、渡辺 博道、阿子島 めぐみ、八木 貴志、馬場 哲也、新田 詠子（常勤職員6名、他1名）

〔研究内容〕

固体材料の熱膨張率、熱拡散率、熱伝導率、比熱容量を対象とし室温を中心に高温や低温への標準（依頼試験や標準物質）の整備拡充を進め、平成18年度は、熱膨張率標準、熱拡散率標準、薄膜熱物性標準の供給業務を行いつつ、20 K-300 K の温度範囲で使用可能な、単結晶シリコン製の低温熱膨張率標準物質の供給開始申請を行うとともに、示差走査熱量計による比熱容量の依頼試験（300 K-900 K の温度範囲）の供給開始申請を行った。また熱膨張率標準物質の供給形態変更申請やマニュアル改訂を行うとともに、293 K-1100 K の温度範囲における新たなガラス状炭素による標準物質の供給開始を申請した。熱膨張率標準と熱拡散率標準に関して ASNITE-NMI 審査を受け認定を取得した。国際度量衡委員会会長諮問委員会（CCL）のゲージブロックの熱膨張率測定に関する国際比較結果（Draft A）をパイロットラボとして取りまとめた。また国際度量衡委員会測温諮問委員会熱物性作業部会（CCT-WG9）レーザフラッシュ熱拡散率測定においてもパイロットラボとして国際比較に着手し

た。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 固体熱物性標準

〔テーマ題目28〕 分散型熱物性データベースに関する研究（運営費交付金 RIO-DB）

〔研究代表者〕 馬場 哲也（物性統計科長）

〔研究担当者〕 粥川 洋平、佐々木 緑
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

科学技術を支える基盤情報である物質・材料の熱伝導率、熱拡散率、比熱容量、熱膨張率、放射率などの熱物性データを収録した「分散型熱物性データベースシステム」の開発を進め、インターネット公開している。

平成18年度は1.分散型熱物性データベースマネージメントシステムの数値データの表示機能を改良するとともに伝熱シミュレーションソフトとの連携機能を開発した。また、日本熱物性学会及び関連学協会などとの連携により、熱物性データの不確かさの評価を継続した。さらに、先端材料の実測熱物性データ、及び文献に掲載された熱物性データを中心に500件以上のデータをデータベースに登録した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 熱物性、データベース、分散型、インターネット、知的基盤

〔テーマ題目29〕 密度標準の開発と供給に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一

（物性統計科 流体標準研究室長）

〔研究担当者〕 竹中 正美、早稲田 篤、倉本 直樹、
粥川 洋平、清水 忠雄、狩野 祐也
（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

平成18年度は、シリコン固体密度の jcss 標準供給と密度標準液の技能試験参照値の提供を行った。幹事所（Pilot lab.）として実施した国際度量衡委員会（CIPM）の密度基幹比較 CCM.D-K1（シリコン固体密度の国際比較）の Final Report をまとめ、密度一次標準の国際的な同等性評価に貢献した。密度標準液とPVT 性質の標準供給については新しい測定原理に基づく磁気浮上式密度計の試作を継続し、液体の屈折率標準については光波干渉式の屈折率計の主要部を試作した。国際度量衡委員会に関連する活動として、質量関連量諮問委員会（CCM）の会議に密度 WG の議長として出席し、MRA を加速させるための校正能力（CMC）評価方法について議論した。単位諮問委員会（CCU）が2006年に出版した SI 第8版国際文書の翻訳に協力し、CODATA 基礎定数タスクグループ（TG）の活動に協力して基礎物理定数の2006年推奨値を公表した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 密度標準、固体密度、シリコン結晶、密度標準液、PVT 性質、屈折率、国際比較

〔テーマ題目30〕 粘度標準の開発と供給に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一

（物性統計科 流体標準研究室長）

〔研究担当者〕 倉野 恭充、菜嶋 健司、藤田 佳孝、
山本 泰之（常勤職員5名）

〔研究内容〕

平成18年度は、細管式粘度計による粘度標準液の依頼試験業務を継続するとともに、製品評価技術基盤機構（NITE）が主催する JCSS 粘度分科会の活動に協力し、JCSS 登録事業者による粘度標準供給を行うための技能試験実施方法などについて協議した。国際度量衡委員会（CIPM）の粘度基幹比較 CCM.V-K2（粘度標準液の国際比較）に参加するとともに、非ニュートン流体の粘度計測技術に関するニーズ調査を行い、新たな粘度計測技術について検討した。回転粘度計については不確かさの評価を行い、複雑系流体については非ニュートン流体の粘弾性評価などを行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 粘度標準、粘度標準液、細管粘度計、回転粘度計、国際比較、非ニュートン流体

〔テーマ題目31〕 原子質量標準の開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一

（物性統計科 流体標準研究室長）

〔研究担当者〕 早稲田 篤、倉本 直樹、藤本 弘之
（常勤職員4名）

〔研究内容〕

平成18年度は、単結晶シリコン球体の密度と密度差の測定を高精度化し、密度絶対測定の制度を0.03 ppm まで向上させるとともにシリコン酸化薄膜の密度測定精度を0.1 %まで向上させた。トリノとベルリンで開催された IAC 運営委員会に出席して今後のアボガドロ定数の測定スケジュールについての詳細な打ち合わせを行った。今年度は99.99 %まで同位体濃縮した28 kg のフッ化シリコンガスの結晶化に成功し、5.7 kg の FZ 結晶を得た。今後はシリコン球製作の後に密度、格子定数、モル質量の最終的な計測と結晶評価に着手する。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 アボガドロ定数、原子質量標準、キログラム再定義、固体密度、モル質量、格子定数、基礎物理定数、SI 基本単位の再定義

〔テーマ題目32〕次世代粘度一次標準の開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一

（物性統計科 流体標準研究室長）

〔研究担当者〕 倉野 恭充、藤田 佳孝、倉本 直樹、山本 泰之（常勤職員5名）

〔研究内容〕

落球法による液体粘度の絶対測定を行い、現在の粘度の国際的基準となっている水の粘度の絶対値を見直し、次世代の粘度標準を確立することを目標とする。平成18年度は、CCDカメラと追尾システムによる落下速度の絶対測定システムの開発を継続し、液体中を落下する直径2 mmの単結晶シリコン球体の速度測定を高精度化するためのカメラレンズとZステージの改良を行った。また、落球の質量（約10 mg）を精密計測するための校正システムの開発に着手した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 落球法、粘度の絶対測定、次世代粘度一次標準

〔テーマ題目33〕不確かさ評価における統計的問題と体系化に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 榎原 研正

（物性統計科 応用統計研究室長）

〔研究担当者〕 田中 秀幸、松岡 聡（常勤職員3名）

〔研究内容〕

既知のかたよりを補正しない場合の不確かさ評価の方法を、段差測定等を例として提案した他、分布の伝播則における入力量の分布としてt分布を選択することの妥当性をベイズ統計の観点から検討した。また、中上級者対象の2日間不確かさ講習会プログラムを作成し、これにもとづく産総研主催不確かさエキスパートセミナーを開催した。さらに、不確かさクラブの立ち上げ、産総研内外での不確かさ評価の技術相談と、計量士向け講習会やISO17025審査員向け講習会などでの不確かさ講義やWeb上での不確かさ教材などの技術情報提供を通じた普及啓蒙活動を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 不確かさ評価、ベイズ統計、分布の伝播、分散分析

〔テーマ題目34〕校正用標準粒子及び粉体の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 榎原 研正

（物性統計科 応用統計研究室長）

〔研究担当者〕 高畑 圭二（常勤職員2名）

〔研究内容〕

標準粒子メーカーからの粒径値づけの依頼校正に対応した。計数ミリカン法による粒径絶対測定で使用するミリカンセル用電極表面状態の、経年劣化による仕事関数の

影響の評価と低減のため、電極の上下反転が可能で断熱性能を向上させたミリカンセルを設計・試作した。さらに熱泳動の影響の確認のため0.001℃までの最小読み取りが可能な温度センサーをミリカンセルの上下電極に導入した。以上の装置を用いた粒径絶対測定の予備試験を実施した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 粒径標準、計数ミリカン法、仕事関数、熱泳動

〔テーマ題目35〕直流電圧・抵抗標準、インピーダンス標準の開発、供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 中村 安宏

（電磁気計測科 電気標準第1研究室長）

〔研究担当者〕 西中 英文、坂本 泰彦、岩佐 章夫、金子 晋久、浦野 千春、米永 暁彦、坂本 憲彦、堂前 篤志、大江 武彦、小野 欽子、桐生 昭吾、村山 泰、木藤 量隆（常勤職員10名、他4名）

〔研究内容〕

我が国の電気電子情報産業を含む広い産業界に電気標準（直流、低周波）の供給をするために、標準の維持、供給、研究開発を行っている。特に、ジョセフソン電圧標準、量子化ホール抵抗標準を起点とし、直流電圧標準、直流抵抗標準、インピーダンス標準の整備を行っている。2006年度までに、直流分圧器標準1件、直流抵抗標準4件、キャパシタンス標準7件、誘導分圧器標準7件、交流抵抗標準3件、tan δ標準3件、インダクタンス標準2件標準を開発・供給した。また、直流電圧標準、直流分圧器標準、直流抵抗標準、キャパシタンス標準、誘導分圧器標準に関して、それぞれ国際比較に参加した。対外的には、CCEM、APMP/TCCEM、JCSSに対する技術委員などの貢献を行っている。部門内部については、品質システムの内部監査などの貢献を行っている。

平成18年度は、以下の業務を行った。

(1) 直流電圧・直流抵抗標準

直流電圧標準について、6件の特定二次標準器等の校正を行った。直流抵抗について、7件の特定二次標準器等の校正業務をなした。さらに、次世代の電気標準として、QHRアレー及びパルス駆動ジョセフソン電圧標準について研究開発を進めた。

(2) 低周波インピーダンス標準

キャパシタンス標準について1件、tan δ標準について1件、誘導分圧器標準について2件、交流抵抗標準について1件、それぞれ標準を立ち上げ、産業界への供給を開始した。また、キャパシタンス標準について3件の特定二次標準器等の校正、誘導分圧器標準について2件の特定二次標準器等の校正、交流抵抗器について1件の特定二次標準器の校正及び

インダクタンス標準について1件の依頼試験を行った。さらに、次年度以降の標準の新規立ち上げと供給範囲の拡大に向け、キャパシタンス、 $\tan \delta$ 、誘導分圧器、交流抵抗器、インダクタンスのそれぞれの標準について研究開発を進めた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 直流電気標準、低周波インピーダンス標準、直流・低周波

[テーマ題目36] 交流電気標準- 交直変換器 (AC/DC)、交流電力標準の供給 (運営費交付金)

[研究代表者] 中野 英俊

(電磁気計測科 電気標準第2研究室長)

[研究担当者] 中村 安宏、福山 康弘、藤木 弘之、山田 達司、中嶋 春菜

(常勤職員5名、他1名)

[研究内容]

(1) AC/DC 標準

本研究は交流電圧及び電流の精密計測のための交直差標準の整備を目的としている。ここで用いられる交直変換器では、トムソン効果、ゼーバック効果などの熱電効果に起因した交直差、ヒータ線インピーダンスの周波数特性に依存した交直差、熱リップルに起因した交直差等が発生する。産総研では、交直変換器の交直差をファスト・リバース DC 法等により精密に評価し標準を確立している。平成18年度は、AC/DC 標準について、1件の標準を立ち上げ、産業界への供給を開始した。また1件の特定副標準器の校正を行った。さらに、次世代 AC/DC 標準として、薄膜型サーマルコンバータの研究開発に着手した。

(2) 変流器標準、交流電力標準

本研究は、電力の精密計測、変流等の試験等を目的とした変流器標準及び交流電力標準を整備し、それを産業界に供給することを目的としている。産総研では変流器標準を実現するためにバイナリ形自己校正電流比較器を開発し、試験電流、周波数においてその(同相及び直角相)誤差を決定している。平成18年度は、交流電力標準について、1件の標準を立ち上げ、産業界への供給を開始した。また、変流器標準について、2件の依頼試験、交流電力標準について2件の依頼試験を行った。さらに、電力標準の周波数範囲の拡張及び高調波電力標準の開発についてそれぞれ研究を開始した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 交流電圧、交流電流、交直差、電力、電力量、変流器、省エネ

[テーマ題目37] 高周波計測標準に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 小見山 耕司

(電磁波計測科 高周波標準研究室長)

[研究担当者] 島田 洋蔵、島岡 一博、アントン・ウイダルタ、飯田 仁志、堀部 雅弘、木下 基、信太 正明、井上 武海、猪野 欽也、三澤 薫、吉本 礼子、宮本 睦子、関川 晴子、飯村 知子、山村 恭平、川上 友暉、加藤 吉彦
(常勤職員7名、他11名)

[研究内容]

30 kHz~1 GHz と500 MHz~33 GHz の PC-3.5型コネクタでのインピーダンス、500 MHz~18 GHz の PC-7型コネクタでの機械特性インピーダンス(径に基づくインピーダンス)の各標準の依頼試験による供給を新規に開始した。PC3.5コネクタの高周波数域インピーダンス開発については NEDO 委託事業を実施した成果により、通常の周波数範囲を超えて利用できる計量標準が開発できて、供給が可能となった。導波管電力標準は周波数を拡張して、新たに75 GHz~110 GHz の範囲を依頼試験により供給した。導波管減衰量標準は周波数を拡張し、18 GHz~40 GHz の範囲を供給した。高周波電力について PC-7常用標準器を用いる方式での依頼試験を開始し、続いて同様の方式により PC-2.4コネクタの依頼試験を開始した。N 型コネクタインピーダンスの CIPM 国際比較 (CEM.RF-K5b.CL) は Draft A の段階であり、エアラインの評価法について NPL との2国間比較が進行中である。次年度以降の標準供給計画の段階的準備を実施した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 高周波、マイクロ波、ミリ波、標準

[テーマ題目38] 電磁界・アンテナ計測標準に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 廣瀬 雅信

(電磁波計測科 電磁界標準研究室長)

[研究担当者] 森岡 健浩、黒川 悟、石居 正典、山本 哲也 (常勤職員5名)

[研究内容]

jcss 制度によりダイポールアンテナのアンテナ係数について技能試験参照値を提供し実施した。広帯域アンテナとしてログペリオディックアンテナのアンテナ係数標準を新規に開発し、300 MHz~1 GHz の周波数範囲で供給を開始した。ホーンアンテナの利得を基準とする電界標準の依頼試験に1.15 GHz~1.7 GHz の範囲を拡張した。ループアンテナ標準の供給範囲を拡張して直径60 cm のループアンテナに対応し、9 kHz~150 kHz の周波数範囲の追加により9 kHz~30 MHz に拡張した。在外研究として NIST に派遣した研究者は、引き続き

時間領域における TEM セルの評価法の研究を進めた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 電磁界、アンテナ

[テーマ題目39] レーザ標準に関する研究（運営費交付金）

[研究代表者] 遠藤 道幸

(光放射計測科 レーザ標準研究室長)

[研究担当者] 向井 誠二、福田 大治、雨宮 邦招
(常勤職員4名、他2名)

[研究内容]

50 μ W \sim 200 mW レベルのレーザーパワーは JCSS 特定二次標準器の校正を10件、また、0 dBm を基準レベルとした光減衰量は JCSS 特定二次標準器の校正を1件、それぞれ実施した。50 μ W \sim 1 mW レベルの光ファイバパワー (1.31, 1.55 μ m)、1 \sim 10 W レベルのレーザーパワー (1.06 μ m)、500 mW を基準レベルとした10 dB ステップの光減衰量 (1.55 μ m) の依頼試験による供給を開始した。可視領域レーザーパワーの供給範囲を、488 nm 及び515 nm において上限を200 mW から1 W に拡張した。1 \sim 100 mJ レベルのレーザーエネルギー (1.06 μ m) に対して品質システムの技術部分のマニュアルを作成した。レーザーパワー (EUROMET PR-S2)、光ファイバパワー (APMP-PR.S2) の国際比較に参加し、巡回された仲介器の測定を実施して、そのレポートを幹事研究所に提出した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] レーザパワー、光ファイバ

[テーマ題目40] 光放射標準の開発と供給（運営費交付金）

[研究代表者] 齊藤 一朗

(光放射計測科 光放射標準研究室長)

[研究担当者] 齊藤 輝文、座間 達也、市野 善朗、
薮 洋司、神門 賢二 (常勤職員6名)

[研究内容]

光度、照度、全光束、分布温度、分光放射照度の供給形態 (依頼試験特殊) を追加した。全光束 (APMP、1回目)、分光応答度 (CCPR-PILOT)、極低温放射計 (CCPR-S3: 二国間比較) の国際比較に参加した。光度 (APMP) の国際比較のプロトコルを作成した。光度3件、全光束3件、分光放射照度3件の依頼試験 (特殊) での校正を実施した (NIMT)。分光応答度の JCSS 特定二次標準器の校正を2件、依頼試験での校正を14件実施した。分光拡散反射率の依頼試験を5件実施した。分光放射輝度 (紫外、真空紫外)、分光拡散反射率 (赤外域)、アパーチャ開口面積測定装置の整備を行った。発光ダイオードの光度並びに全光束の校正装置の整備を完了した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 測光、光放射

[テーマ題目41] 線量標準の開発、設定、供給（運営費交付金）

[研究代表者] 齋藤 則生

(量子放射科 放射線標準研究室室長)

[研究担当者] 黒澤 忠弘、納富 昭弘、加藤 昌弘、
森下 雄一郎、高田 信久、松本 健、
永沼 あき (常勤職員4名、他4名)

[研究内容]

新たに β 線参照吸収線量標準を立ち上げ、供給を開始した。 γ 線空気カーマの jcss の範囲拡大を行い、医療用 γ 線標準の線量に対応した。産業用 γ 線標準の対応として、jcss 技術分科会にて技術的要求指針の改定を行った。

中硬 X 線空気カーマ標準及び軟 X 線空気カーマ標準について BIPM と国際比較を行った。放射光軟 X 線標準については、2-4 keV 領域において、不確かさ0.2 % を達成し、PTB との国際比較を開始した。 γ 線水吸収線量の測定のためのグラフアイトカロリメータを製作し、計測器の設計を行った。(181-187)。放射線線量計の校正に関して、jcss9件、依頼試験33件、放射光軟 X 線検出器については依頼試験を1件行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 線量標準、軟 X 線、中硬 X 線、 γ 線、 β 線、放射光

[テーマ題目42] 放射能特定標準器群の維持・向上、及び中性子標準の開発・供給（運営費交付金）

[研究代表者] 柚木 彰

(量子放射科 放射能中性子標準研究室長)

[研究担当者] 原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、
下山 哲矢、畑 寿起、森山健太郎
(常勤職員4名、他3名)

[研究内容]

- (1) 放射能標準に関しては、 γ 線放出核種放射能 (188) に加え、 γ 線放出率の依頼試験による校正サービスを遠隔校正にて実施した (189)。国際比較としては、Fe-55について国際比較 (CCRI(II)-K2. Fe-55) に参加し、Co-57について産総研の測定結果を国際度量衡局にある放射能参照システム (SIR) に提出した。また Ba-133については幹事国として APMP 域内国際比較 (APMP.RI(II)-K2. Ba-133) の結果を集計した。
- (2) 中性子標準に関しては、2.5 MeV 速中性子フルエンス標準を立ち上げ、依頼試験による校正サービスを開始した。国際比較としては、熱中性子フルエンス率の国際比較 (CCRI(III)-K8) に参加し、産

総研の標準場にて巡回検出器を用いた測定を実施した。また、27 keV、8.0 MeV 中性子フルエンス標準の整備を進め、高エネルギー中性子標準の確立を目指した測定技術開発を実施した。さらに今年度、中性子標準に関する産総研の校正能力が国際度量衡局の校正能力一覧表に登録された。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 放射能、遠隔校正、熱中性子フルエンス率、速中性子フルエンス、国際比較

〔テーマ題目43〕 無機標準物質に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 日置 昭治

（無機分析科 無機標準研究室長）

〔研究担当者〕 野々瀬 菜穂子、三浦 勉、鈴木 俊宏、大畑 昌輝、加藤 千香子、山内 喜通、西 緑、桜井 文子、吉田 和恵、城所 敏浩、倉橋 正保
（常勤職員6名、他6名）

〔研究内容〕

平成18年度には、Au、Ag、Si の各標準液の開発のために原料物質の純度決定及び各標準液の調製法及び濃度測定法の開発を継続し、さらに、Ge 標準液の開発に着手した。また、欧州 RoHS 指令の規制に対応した重金属分析用プラスチック標準物質の開発を継続し、1種類のペレットと2種類のディスクについて同位体希釈質量分析法等による値付けを行い、認証標準物質として供給を開始した。他部門の研究グループとも協力して窒化けい素微粉末標準物質の開発を行い、認証標準物質1種類の供給を開始した。複数の CCQM 国際比較に参加し、ファインセラミックスのパイロット研究と基幹比較の幹事ラボを務めた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 無機標準物質

〔テーマ題目44〕 pH 及び電気伝導度の標準確立（運営費交付金）

〔研究代表者〕 日置 昭治

（無機分析科 無機標準研究室長）

〔研究担当者〕 中村 進、大畑 昌輝、イゴール・マクシモフ、小口 昌枝
（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

Harned セル法による pH 測定システムの改良を引き続き進めた。このシステムを用いて6種類の pH 緩衝液に対しての保存安定性の測定を継続している。関連の CCQM 国際比較に参加し、特に炭酸塩緩衝液に関して良好な結果が得られた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 pH 標準

〔テーマ題目45〕 環境分析用組成標準物質及び微量分析技術に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 千葉 光一

（無機分析科 環境標準研究室長）

〔研究担当者〕 黒岩 貴芳、稲垣 和三、成川 知弘、成島 いずみ、神保 康二郎、Stewart Dods（常勤職員3名、他3名）

〔研究内容〕

平成18年度は、微量元素・アルセノベタイン・メチル水銀分析用メカジキ魚肉粉末標準物質の開発を終了した。さらに、平成19年度の認証に向け、微量元素分析用白米標準物質2種（カドミウム濃度レベル高濃度、低濃度）のための候補試料の調製、認証のための分析技術の開発と確立を行った。一次標準測定法である同位体希釈 ICP 質量分析法を中心として高分解能 ICP 質量分析、ICP 発光分析法、電気加熱原子吸光分析法などの複数の分析法による値付けを検討した。既に一部元素に関しては認証のための分析に着手しており、順調に開発計画を進めた。また、分析手法の高度化として、高精度、高感度な新規分析手法の開発を行っており、化学形態別分析手法の開発、極微量での高感度分析手法や高精度分析のためのマトリックス除去法の開発を行い、標準物質開発に応用した。また、新規標準物質開発に向けて、候補標準物質の選定や調製方法の検討、ターゲットとする元素や化合物の分析手法の検討なども同時に行った。CCQM 国際比較には、牛肝臓中の必須及び毒性元素分析（CCQM-K49）に参加した。メカジキ魚肉粉末中のヒ素、水銀、セレン、メチル水銀分析（CCQM-K43.1）基幹比較とメカジキ中のヒ素、アルセノベタイン分析（CCQM-P96）パイロット研究の幹事ラボを務めた。CCQM-P96は APMP 国際比較の APMP.QM-P11パイロット研究としても同時進行している。なお、これらの国際比較に候補試料を提供するため、今年度開発予定であった上記のメカジキ魚肉粉末標準物質についてその認証時期を延期した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 環境分析用組成標準物質

〔テーマ題目46〕 有機化学標準の開発・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 加藤 健次

（有機分析科 有機標準第1研究室長）

〔研究担当者〕 渡邊 卓朗、清水 由隆、松本 信洋、下坂 琢哉、北牧 祐子、青木 伸行、堀本 能之、大手 洋子、鮑 新努、野口 文子、菅井 祐子
（常勤職員7名、他5名）

〔研究内容〕

3種の高純度標準ガス（酸素、二酸化炭素、1,3-ブタジエン）、4種の高純度有機標準液（トリブロモメタン、

ブロモジクロロメタン、ジブロモクロロメタン、クロロホルム)及び1種の有機標準液(液体燃料用低濃度硫黄標準液)の開発を行った。また、高純度有機標準液(アクリロニトリル)の期限延長を行なった。新規標準物質に対しては、ISO ガイド34に基づく品質システム整備等を進め、生産手順、分析手順等に関する手順書などの作成・登録を行った。また、CCQM-K54等の有機化学標準に関連した国際比較4件に参加するとともに、来年度幹事所として行う予定の国際比較提案とその準備を行った。この他、すでに技術開発を終えている JCSS 標準ガス、標準液について基準物質の安定性試験、不純物分析のための設備の整備などを引き続き行った。研究開発では、多成分一斉定量法、高感度ガス分析法、凝固点降下法による純度測定についての高度化を行った。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】標準ガス、高純度物質、有機標準液、

【テーマ題目47】有機標準液の開発・供給に関する研究
(運営費交付金)

【研究代表者】鎗田 孝

(有機分析科 有機標準第2研究室長)

【研究担当者】石川 啓一郎、羽成 修康、樋口 勝彦、
大塚 聡子、岩澤 良子
(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

有機標準液1種(ベンゾ[a]ピレン標準液)と高純度有機標準物質3種(4-n-ノニルフェノール、フタル酸ブチルベンジル及びフタル酸ジプロピル)について、各々の特性に応じた高精度な濃度・純度評価技術を確立して値付けに適用するとともに、関連する品質システムを整備して開発を完了させた。このうち、ベンゾ[a]ピレン標準液については、液体クロマトグラフィーによって精製した高純度ベンゾ[a]ピレンを用いて標準物質の原料純度を校正した。また、4-n-ノニルフェノールには凝固点降下法を、フタル酸エステル類2種にはクロマトグラフィー等を利用した差数法を値付け分析法として適用した。一方、DDT 混合標準液等について標準液調製法や純度評価法を検討するとともに、既存の標準物質やJCSS 基準物質の安定性試験を継続して行った。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】有機標準液、高純度有機標準物質

【テーマ題目48】環境分析用組成型有機標準物質に関する研究(運営費交付金)

【研究代表者】鎗田 孝

(有機分析科 有機標準第2研究室長)

【研究担当者】沼田 雅彦、伊藤 信靖、大竹 貴光、
青柳 嘉枝、松尾 真由美
(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

絶縁油等に含有するポリクロロビフェニル分析の分析精度管理に用いるための組成型標準物質4種類を開発した。また、その値付けのために、液体クロマトグラフィーによるクリーンアップ法やガスクロマトグラフィー/質量分析法による同位体希釈質量分析法を検討し確立した。一方、来年度以降に開発完了予定の多環芳香族炭化水素類(PAH)分析用底質標準物質等の値付け分析法を検討するとともに、既存認証標準物質の安定性評価試験を継続して行った。さらに CCQM における国際基幹比較が予定されている土壌及び粉塵中の PAH 分析について、高精度な試料抽出法などを確立した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】組成型標準物質、環境標準物質

【テーマ題目49】バイオメディカル計測標準の先導開発
(運営費交付金)

【研究代表者】高津 章子

(有機分析科 バイオメディカル標準研究室長)

【研究担当者】加藤尚志、加藤 愛、絹見 朋也、
石川 啓一郎(併任)、川原崎 守(併任)、
茂里 康(併任)、丹羽 一樹(併任)、
恵山 栄、佐伯 美佳
(常勤職員8名、他2名)

【研究内容】

臨床検査医学分野及びバイオアナリシス分野の計測のトレーサビリティを確保することによる同分野発展のため、知的基盤としての標準物質開発を行うことを目標に、生体成分を高精度かつ高感度に測定する分析手法開発を中心に研究を進めた。平成18年度は、臨床検査において腎機能指標として測定されているクレアチニンについて、濃度の基準となる純物質の認証標準物質の開発を行った。候補標準物質として精製したクレアチニンを用い、窒素分析と中和滴定による純度測定及び各種不純物の定性定量結果を基に純度の認証値を決定した。また、合成オリゴ DNA や血清中の微量ステロイドホルモン定量について、高速液体クロマトグラフィー質量分析法について分離・測定条件や試料前処理法の検討を行い、一次標準測定法の一つである同位体希釈質量分析法の確立を行った。これらについて国際度量衡委員会物質諮問委員会の国際比較に参加したほか、バイオアナリシス分野の国際比較2件に参加した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】標準物質、臨床検査医学、バイオアナリシス

【テーマ題目50】薄膜・超格子標準物質の開発(運営費交付金)

【研究代表者】藤本 俊幸

(先端材料科 材料評価研究室長)

〔研究担当者〕藤本 俊幸、寺内 信哉、張 ルウルウ、東 康史、小島 勇夫（常勤職員5名）

〔研究内容〕

X線反射率法による精密評価技術について継続している基礎研究の成果を基に、極薄シリコン酸化膜及びGaAs/AlAs超格子標準物質を開発した。同標準物質ではX線反射率装置の走査角度を高精度に校正することによりSIへのトレーサビリティを確立するとともに、試料の表面形状等の考慮により1分子層未満の膜厚の不確かさを実現した。さらに平成12年度に開発・認証したGaAs/AlAs超格子標準物質の経時変化測定、平成15年度に開発・認証したSiO₂/Si多層膜標準物質の経時変化測定を行った。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕表面分析、薄膜計測

〔テーマ題目51〕マイクロビームによる材料局所分析と標準物質開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕藤本 俊幸

（先端材料科 材料評価研究室長）

〔研究担当者〕寺内 信哉、張 ルウルウ

（常勤職員3名）

〔研究内容〕

EPMA分析用標準物質として、マイクロ偏析の少ない鉄合金作製技術を基にステンレス系合金（Fe-Ni-Cr系）及び低熱膨張材料であるインバー合金の認証標準物質の開発に成功した。さらにCCQMによるEPMAを用いた軽元素定量のパイロットスタディーに参加した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕マイクロビーム、材料局所分析

〔テーマ題目52〕光電子分光及びX線吸収分光による材料評価技術の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕松林 信行

（先端材料科 材料評価研究室 主任研究員）

〔研究担当者〕城 昌利、福本 夏生、今村 元泰

（常勤職員4名）

〔研究内容〕

希土類を含む種々の元素について標準液のX線吸収スペクトルを測定し、吸収端ジャンプ係数を決定した。また、金及び白金等の薄膜のX線吸収測定を行い、面密度を決定するための解析法の薄膜への応用を行うとともに、ナノ計測基盤技術プロジェクトにおける膜厚評価に反映させた。さらに、複数の外部機関との共同研究を進め、光電子分光法、XAFS法の実用化への応用を行った。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕表面分析、放射光、定量分析

〔テーマ題目53〕材料分析標準の研究、開発、維持（運営費交付金）

〔研究代表者〕小林 慶規

（先端材料科 材料分析研究室長）

〔研究担当者〕富樫 寿、平田 浩一、伊藤 賢志

（常勤職員4名）

〔研究内容〕

測定精度の高いデジタル方式の陽電子寿命測定装置を用いて、候補標準物質の均一性・安定性評価を行うとともに特性値（陽電子寿命）及び不確かさを決定し、世界初の超微細空孔測定用の標準物質「陽電子寿命による超微細空孔測定用石英ガラス」（CRM5601-a）を開発した。イオン注入ドーパントの濃度評価のための斜入射蛍光X線法において、検出システムの不感時間を考慮することにより蛍光X線強度をより正確に計測する方法を考案した。マトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析における基板の影響を調べ、基板由来のイオンを含まない質量スペクトルを得る方法を見出した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕材料分析、イオン注入標準物質、微細空孔標準物質、質量分析

〔テーマ題目54〕新しい微粒子分級技術の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕小林 慶規

（先端材料科 材料分析研究室長）

〔研究担当者〕川原 順一（常勤職員2名）

〔研究内容〕

沈降平衡型装置を用いて、時間的完全連続モードにおける装置特性のデータを収集するとともに、沈降速度型装置製作のための準備を行った。微粒子試料混合物を分離流路に注入する際の分解能低下を遙かに容易に抑止できる装置構造を設計した。さらに、光散乱法を用いた微粒子径絶対計測法の検討を行った。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕微粒子径標準物質、遠心分離、沈降速度法、時間的完全連続処理

〔テーマ題目55〕高分子標準物質の開発供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕衣笠 晋一

（先端材料科 高分子標準研究室長）

〔研究担当者〕齋藤 剛、松山 重倫、島田 かより、岸根 加奈、小見波 好子

（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

高分子標準物質については、ポリスチレン（多分散）1種を開発した。臭素系難燃剤含有ポリ塩化ビニル候補標準物質を作製し、HPLC法とLC-TOFMS法による定量法を確立した。さらに、定量NMR候補標準物質原

料の検討をした。高分子特性解析技術の研究においては、サイズ排除クロマトグラフィー／多角度光散乱検出器法の ISO 新規提案をプラスチック工業連盟を通じて提出し、また MALDI-TOFMS の国際共同測定に関する準備と国内共同測定を開始した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 高分子標準、NMR、質量分析

【テーマ題目56】 有機化合物のスペクトルデータベースシステム (SDBS) の整備と高度利用化 (運営費交付金)

【研究代表者】 齋藤 剛

(先端材料科 高分子標準研究室 主任研究員)

【研究担当者】 衣笠 晋一、前田 恒昭、滝澤 祐子、和佐田 宣英、浅井 こずえ、鍋島 真美 (常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

劇物等の危険物質を中心に、新規化合物223件、質量分析スペクトル524件、H-1 NMR スペクトル229件、C-13 NMR スペクトル227件、赤外分光スペクトル522件をインターネットで新規に公開した。ユーザーニーズへの対応を行った他、外部機関と化合物辞書の共有化を図りアクセスの利便性を向上した。構造式検索及び IR ピーク検索機能のプロトタイプを作成し、評価を開始した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 有機化合物のスペクトルデータベース、質量分析スペクトル、赤外分光スペクトル、NMR スペクトル、インターネット

【テーマ題目57】 「標準物質の開発・供給システムの研究」(運営費交付金)

【研究代表者】 小池 昌義 (標準物質システム科)

【研究担当者】 井原 俊英、津越 敬寿、飯島 由美子、三浦 亨 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

平成18年度は、環境及び食品分野の標準供給において、標準物質生産者の保有するトレーサビリティ上の最上位の標準の簡易分析法 (最高精度ではなく、市場の求める不確かさに合わせる) を開発した。技術的には、物質ごとの評価法と併せて基準となる物質とのモル比を測定する比較法を検討するなど、これまでになく迅速な値付け法を開発した。また、日本環境測定分析協会などが運営する技能試験の運営状況に関して調査し、外部機関が開発した計量標準の供給・維持・管理に必要な技能試験制度のモデル検討を行った。標準物質の同等性に関する調査研究として、複数機関が出しているダイオキシン標準物質等を例にして、その値付けを再確認し、同等性が得られているかを検討した。臨床検査分野では、メタボリ

ックシンドローム健診関連の標準物質に関して、試薬メーカー等の実態を調査し、それぞれの検査項目で標準に相応しい物質の検討を進めた。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 標準物質の開発・供給システム、トレーサビリティ

【テーマ題目58】 特定計量器の基準適合性評価に関する業務 (運営費交付金)

【研究代表者】 上田 升三

(計量標準技術科 型式承認技術室長)

【研究担当者】 木村 守男、西川 賢二、池上 裕雄、分領 信一 (常勤職員5名)

【研究内容】

型式承認業務は、当科が担当するアネロイド型血圧計、体温計 (抵抗、ガラス製)、環境計量器に当たる振動レベル計、濃度計 (大気) 及び濃度計 (pH) 等の特定計量器について、概ね70型式について国内法の技術基準への適合性を評価し、型式の承認をするとともに、型式承認軽微変更届出約150件の審査業務を実施した。また、つくばで承認行為を実施する特定計量器の事前審査約80件を処理した。

また、計量標準総合センターの認証システムに則って、昨年度構築した当科が実施する特定計量器の型式の承認に関わる認証システム (ガイド65) に従って業務を実施しているものであり、今年度は基本システムの改訂に伴い、当科の認証システムの改訂を進めている。

その他、国際的に認められる技術基準と JIS 規格の整合化を図るため、改訂 JIS 作成に向けて、寄与し、今年度は JIS 改正原案の作成に至った。(機械式血圧計、濃度計、騒音計・振動計) この改訂版 JIS 規格は、今後特定計量器検定検査規則に引用されるものである。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 特定計量器の基準適合性評価

【テーマ題目59】 法定計量業務及び計量標準供給業務 (運営費交付金)

【研究代表者】 堀田 正美

(計量標準技術科 校正試験技術室長)

【研究担当者】 田中 彰二、田中 洋、上田 雅司、戸田 邦彦、浜川 剛、井上 太、西川 一夫、木村 二三夫、矢野 省三 (常勤職員8名、他2名)

【研究内容】

当科が担当する基準器検査 (特級基準分銅、長さ計、ガラス製温度計、圧力計、浮ひょう、ガラス製体積計) 765件及び計量器の型式承認試験 (抵抗体温計、ガラス製体温計、機械式血圧計、電子血圧計) 47件、比較検査 (酒精度浮ひょう) 24件、検定 (バックマン温度計) 2件及び依頼試験 (ガラス製温度計、ガラス製体積計) 7

件を実施した。依頼試験においてガラス製体積計及び浮ひょうの校正範囲拡大及び不確かさ低減を実施した。また、浮ひょうにおいては国際比較の準備を開始した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 法定計量、計量標準供給

【テーマ題目60】 長さゲージへの標準供給に関する研究
(運営費交付金)

【研究代表者】 堀田 正美

(計量標準技術科 校正試験技術室長)

【研究担当者】 浜川 剛 (常勤職員2名)

【研究内容】

リングゲージ及びプラグゲージ校正について産業界が要求する0.1 μm 以下の不確かさ実現のために不確かさ向上作業を進めた。依頼試験実績は4件であった。APMP 内での国際基幹比較は次年度以降となり、それに変わるバイラテラルな国際比較の準備を進めた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 長さゲージ

②【地圏資源環境研究部門】

(Institute for Geo-Resources and Environment)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：矢野 雄策

副研究部門長：棚橋 学、駒井 武

主幹研究員：楠瀬 勤一郎

所在地：つくば中央第7、つくば中央第5、つくば西

人員：67名 (64名)

経費：712,250千円 (318,792千円)

概要：

現代社会の営みは、多くの天然資源の消費の上に成り立っている。しかし、20世紀後半からの我々人類の生産及び消費活動の活発化は著しく、21世紀の近い将来においては天然資源の枯渇が現実的な問題になりつつある。また、化石燃料資源の大量消費による地球温暖化を始めとして、資源と環境の分野は密接に関連しており、それらの関係を見据えた対応が差し迫った課題となっている。このような状況を背景に、地圏資源環境研究部門は、持続発展可能な社会の構築に向けて、環境への負荷を最小化しつつ資源の開発や地圏の利用を行うための研究及び技術開発を行うことをミッションとする。

ミッション達成のための具体的な研究及び技術開発として、以下の課題に取り組む。

地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土有効利用の実現のため、1) 地圏流体挙動の解明による水資源等の環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発、

2) 土壌汚染リスク評価手法の開発、3) 地層処分環境評価技術の開発を進める。4) CO₂の削減とエネルギー自給率の向上を可能とするメタンハイドレート等天然ガス資源の調査と資源量評価、5) CO₂地中貯留に関する地下モニタリング技術及び安全評価技術の開発を行う。6) 1)～5)に係わる地球科学情報に関する知的基盤情報の整備・提供を進める。

これらの研究の推進にあたっては、独立行政法人の位置づけを十分に意識し、基礎研究、戦略基礎研究、応用研究、企業化研究とつながる研究発展の流れの中で、戦略基礎研究(第2種基礎研究)を中心に据え、我が国の経済産業が順調に推移するための資源及び環境分野における研究貢献を果たしていく。また、社会ニーズを把握しながら、重点研究課題とともに、資源の安定供給や地圏環境の保全に必要な萌芽的・基盤的研究にバランスよく取り組む。

【重点研究課題】

- I. 地圏流体挙動の解明による環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発
- II. 土壌汚染リスク評価手法の開発
- III. 地層処分環境評価手法の開発
- IV. 低環境負荷天然ガス資源の調査・評価技術
- V. 二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発
- VI. 物質循環の視点に基づいた環境・資源に関する地質の調査・研究

外部資金

経済産業省 平成18年度京都メカニズム関連技術普及等事業 「東南アジア及び東アジア地域の京都メカニズム適用可能性検証を目的とした二酸化炭素地中貯留ポテンシャル推定のための地質学的情報整備」

経済産業省資源エネルギー庁 平成18年度地層処分技術調査等 「塩淡境界面形状把握調査」

文部科学省 科学技術振興調整費 (産学官共同研究の効果的な推進) 「地圏環境インフォマティクスのシステム構築と全国展開」

文部科学省(経済産業省) 平成18年度原子力試験研究委託費 「放射性廃棄物地層処分における長期空洞安定性評価技術の研究」

文部科学省(経済産業省) 平成18年度原子力試験研究委託費 「地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究」

財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター 受託研究費 地層処分における光ファイバセンサを利用した

モニタリングシステムの適用可能性研究

環境省（経済産業省）平成18年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「都市環境騒音対策の最適選択手法と数値地図を活用した騒音場の簡易推計技術に関する研究」

環境省（経済産業省）平成18年度試験研究調査委託費（環境技術開発等推進費に係るもの）「鉱物油等に起因する複合的な土壌汚染の環境リスク評価手法に関する研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 受託研究費 「新しい MH 濃集・賦存モデルを考慮した地化学調査の有効性再検討」

財団法人地球環境産業技術研究機構 受託研究費 「高精度地中挙動予測手法の研究」

日本鉱業協会 受託研究費 「潜頭性熱水鉱床を対象とした比抵抗探査技術の研究」

国立大学法人山梨大学 文部科学省（科学技術振興調整費主要5分野）「地下水の収支・循環機構解明のためのモニタリングと地下水循環モデルの構築」

財団法人日本鉱業振興会 平成18年度試験研究助成金「熱水性鉱物の化学組成変化を利用した鉱床探査法（元素比マッピング法）の開発」

独立行政法人日本学術振興会 科学研究費補助金 若手 B 「天然黄鉄鉱を用いた残留性有機塩素化合物の解毒化」

独立行政法人日本学術振興会 科学研究費補助金 「ヒートアイランド現象の抑制を目指した都市型地中熱利用システムの開発」

独立行政法人日本学術振興会 科学研究費補助金 「自然浄化能を活用した有機塩素化合物汚染土壌の原位置修復（基盤 A）」

独立行政法人日本学術振興会 外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「重希土類元素の濃集機構と資源ポテンシャル評価の研究」

独立行政法人日本学術振興会 外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「中国大陸の斑岩銅鉱床の成因に関する研究」

独立行政法人日本学術振興会 外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「重金属類による地圏環境のリスクを客観的に評価するための新たな方法論の開発及び社会工学への適用」

独立行政法人日本学術振興会 特定国派遣研究者事業 「タービダイトの形成機構とその石油・天然ガス資源探査への応用に関する研究」

発表：誌上発表175件、口頭発表291件、その他88件

地下水環境研究グループ

(Water Environment Research Group)

研究グループ長：石井 武政

(つくば中央第7)

概要：

地球の水循環系を構成する地下水について、その流域規模での量・質・流れ・変動・温度分布等を明らかにする調査研究を実施するとともに、地下水の開発・利用・管理・環境改善に関わる評価手法の開発やモデリングの高度化を行う。また、地下水を主題とする知的基盤情報を水文環境図等により公開するほか、水文・地下温度場データベースを更新する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目6

地圏環境評価研究グループ

(Geo-Analysis Research Group)

研究グループ長：駒井 武

(つくば西、つくば中央第5)

概要：

土壌・堆積物・帯水層・貯留層などの多孔質媒体内の物理、化学、生物現象の把握とその制御に関する基礎研究をベースにして、土壌・地下水汚染等の環境問題を解決するための基盤技術やリスク評価手法の開発、及び研究成果の製品化を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目6

CO₂地中貯留研究グループ

(CO₂ Geological Storage Research Group)

研究グループ長：當舎 利行

(つくば西、つくば中央第7)

概要：

環境に調和した地下の有効利用を促進するために必要な技術開発を行う。特に、地球温暖化対策としての二酸化炭素地中貯留に関わる技術の開発を行うとともに、高レベル放射性廃棄物地層処分や環境に負荷を与えない地下利用・資源開発のための技術、環境を保全し安全を評価する技術などについて研究を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5、テーマ題目

6

地質バリア研究グループ

(Geo-Barrier Research Group)

研究グループ長：楠瀬 勤一郎

(つくば中央第7)

概要：

高レベル放射性廃棄物など、地圏の隔離性能を利用した環境課題の解決に必要な、水文学・岩盤力学・性能評価及び地下の開発・利用技術に関する調査・研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目6

物理探査研究グループ

(Exploration Geophysics Research Group)

研究グループ長：内田 利弘

(つくば中央第7)

概要：

地圏の利用や環境保全、資源開発等のための基盤技術として、各種物理探査手法の高度化と統合的解析手法の研究を行うとともに、地層処分等における岩盤評価、地下水環境・地質汚染等における浅部地質環境評価・監視、地熱・炭化水素資源探査などの分野へ物理探査法を適用し、対象に即した効果的な探査法の研究を行う。

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

地圏流体ダイナミクス研究グループ

(Reservoir Dynamics Research Group)

研究グループ長：石戸 恒雄

(つくば中央第7)

概要：

地圏の流体・熱・化学種の循環系を対象に、挙動解明・予測のための数値シミュレーションによるモデル構築や地球物理学的観測等によるモデル検証について基盤研究を進め、帯水層に圧入された二酸化炭素挙動のモデリング技術の開発や地熱貯留層管理技術の改良などを行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目6

有機地化学研究グループ

(Organic Geochemistry Research Group)

研究グループ長：坂田 将

(つくば中央第7)

概要：

地圏におけるメタン等炭化水素の生成、集積、分解プロセスに関する生物・有機地化学的解析を通じて、

地球システムにおける物質循環に関する基盤的情報を提供するとともに、燃料の資源ポテンシャルや成因、地球環境への影響に関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目6

燃料資源地質研究グループ

(Fuel Resource Geology Research Group)

研究グループ長：松林 修

(つくば中央第7)

概要：

メタンハイドレート等天然ガス資源を初めとする燃料地下資源の探査技術高度化を目指し、燃料資源探査法、燃料鉱床形成機構及び燃料資源ポテンシャル評価法の研究を行うとともに、我が国土及び周辺海域の3次元的地質調査情報に基づく燃料資源ポテンシャル把握の精度向上のための基盤的研究を進める。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目6

地熱資源研究グループ

(Geothermal Resources Research Group)

研究グループ長：村岡 洋文

(つくば中央第7)

概要：

中小地熱資源開発等、国内外の地熱資源の開発を目指して、地熱資源の分布、成因、探査、評価、モデル化、データベース化、利用技術、開発技術等に関わる総合的な研究業務を行う。また、これらの研究をベースに、地下空間利用や地圏環境問題等に関わる応用的な研究業務を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目6

鉱物資源研究グループ

(Mineral Resources Research Group)

研究グループ長：渡辺 寧

(つくば中央第7)

概要：

国民生活、日本の産業にとって不可欠な各種の鉱物資源、特に産業界からの要請の強い銅及びレアアース等の希少金属資源の探査手法の開発を行う。また鉱物資源に関する基礎的情報を提供するとともに、鉱物資源のポテンシャル評価を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目6

[テーマ題目1] 地圏流体挙動の解明による環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発

[研究代表者] 棚橋 学 (副研究部門長)

[研究担当者] 石井 武政、村岡 洋文、渡辺 寧ほか
(常勤職員16名、他5名)

[研究内容]

環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実

現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の流体循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物資源探査に関する技術を開発する。地下水研究においては、大都市圏プロジェクトの地下水課題として、首都圏西部域のおよそ荒川と多摩川に挟まれた地域を対象に、総格子数約52万の地下水循環モデル基本バージョンを構築した。また、地中熱利用の可能性調査としてタイにおいて地下水流動及び地下温度構造の調査・解析を実施し、地中熱ヒートポンプ利用実証試験を開始した。「黄河領域の地下水循環モデルの構築と地下水資源の将来予測」では、地下水の収支・循環機構解明のためのデータを取得し、地下水循環モデルを再構築して、黄河領域の現在と過去の地下水頭の再現と予測を行った。地熱資源については、全国地熱ポテンシャルマップ作成のため、全国から温泉化学分析値を収集し、また、温泉の湧出モデルを利用した浸透率マッピング法を開発し、地熱有望度指標の重要な構成要素である浸透率分布の推定を可能にし、日本の熱水系アトラスを出版した。鉱物資源については、重希土類元素の濃集機構と資源ポテンシャル評価を行うために、重希土類元素の濃集が予想される地域（韓国、エジプト、オーストラリア、カナダ、米国、日本）の地質調査・試料分析を行い、資源ポテンシャル評価を行った。特に希土類元素に富むマンガン鉱床の調査に基づき、マンガン鉱床の希土類元素ポテンシャルを評価した。金属鉱化作用と探査手法の開発では、インジウムに関する情報収集及びデータベース構築のための試料収集・化学分析を行った。

【テーマ題目2】 土壤汚染リスク評価手法の開発

【研究代表者】 駒井 武（副研究部門長）

【研究担当者】 駒井 武、内田 利弘ほか
（常勤職員10名、他8名）

【研究内容】

わが国の地圏環境における環境リスクを評価するための解析手法として、評価モデルの検討を行うとともに、日本国内の特定地域における土壤・地質環境の詳細調査を実施した。本年度は、宮城県内（仙台平野）を対象とした土壤・地質詳細調査として、表層土壤、堆積物及びボーリング調査に基づく地質条件の調査及びサンプリングを行い、各種データを取得するとともに、暴露・リスクの評価を行った。また、北海道内の特定地域における土壤・地質環境詳細調査を実施し、リスク評価システムに使用する土壤・地質の基本データとして整備した。採取した各種サンプルについて重金属成分及び化学形態の分析を行い、自然的原因及び人為起源による重金属汚染土壤の調査手法を確立した。分析項目としては、鉛、ヒ素、水銀、クロム、カドミウムなどの重金属に加えて、

フッ素、ホウ素及びセレンの含有量及び溶出量の基本データを集積した。また、鉱物油等に起因する複合的な土壤汚染の環境リスク評価手法に関する研究として、国内各地で採取した実汚染土壤を用いた実験や分析などを実施し、現場環境における鉱物油に対する微生物分解の特性、移流・拡散特性を明らかにし、リスク評価システムの開発に反映させるため、鉱物油等に起因する土壤汚染の環境リスクを科学的かつ客観的に評価するための方法論について検討し、環境リスク評価システムに必要なプロトコル（数式、基本パラメータ等）の作成を行った。

【テーマ題目3】 地層処分環境評価手法の開発

【研究代表者】 楠瀬 勤一郎（主幹研究員）

【研究担当者】 當舎 利行、楠瀬 勤一郎、内田 利弘、石戸 恒雄ほか
（常勤職員13名、他10名）

【研究内容】

本調査では、塩淡境界面の形状把握・境界面変動挙動の観測を通じ、塩淡境界面形成機構の理解を深め、これらの知見を普遍化する。概要調査地区での調査で用いることが可能な、井戸調査を含む比較的小規模な野外調査と地下水データベースや岩盤・地質データベースによる、確度の高い広域塩淡境界面推定手法の開発を目的としている。特に調査地の地形変化や地下水に係る負荷が増加する中で地下水流動や塩淡境界面の形状変化、さらにそれに伴う（上向き）地下水流動の変化を解析し、地下水流動を支配する要素についてまとめた。試験地における地下水観測では、本年度、大強度陽子加速器の建設に伴う大規模揚水工事が終了後地下水（塩淡境界）が復元する様子を観測するため、観測井の連続観測を開始した。地下水流動解析として、東海村試験地で実施した観測データに各機関のデータを加え、さらに工事の揚水記録や降水量等の水文記録、潮汐変動記録等をまとめて、解析用のデータセットとして流動シミュレーション解析を実施した。沿岸域における地質の把握のための高精度物理探査においては、沿岸域帯水層への塩水浸入域調査を目的に、平成14年度から九十九里浜平野での各種物理探査の適用により、上総層群中に閉じ込められた化石塩水の存在に起因する深部の低比抵抗領域と、現世の海水浸入に起因する浅部の低比抵抗領域、そして、縄文海進以後の浅部低比抵抗領域の存在を明らかにした。深部岩盤データベースの構築においては、これまでに地下水データベースを作成し、さらに岩石-水反応実験を実施している。本年度はこれまでの研究で蓄積した新たなデータと、従来から保持してきた各種データを簡易型 GIS ソフトウェア上で統合し、計測データと地質情報データを併せ持つデータベースを開発した。

【分野名】 地質、環境・エネルギー

【キーワード】 地圏流体、資源、環境

〔テーマ題目4〕 低環境負荷天然ガス資源の評価・開発

〔研究代表者〕 棚橋 学（副研究部門長）

〔研究担当者〕 駒井 武、坂田 将、松林 修ほか

（常勤職員16名、他5名）

〔研究内容〕

メタンハイドレート資源の有効利用を目指し、日本近海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行うため、基礎物理探査「南海トラフ」、基礎試錐「東海沖～熊野灘」のデータ解析、分析を進めている。基礎試錐コア試料の脂質バイオマーカー分析を進め、メタン菌の活動情報を取得、解析を進めた。これまでに抽出された高メタンフラックス域の地質特性をまとめ、掘削情報、地球物理情報を用いて堆積相との関係の解析を行った。熊野海盆の地質調査、熱構造解析を実施した。IODP 航海311（カスカディア・マージン）で採取された海洋堆積物のうち、66試料について長期恒温培養試験を実施し、43試料からメタン生成活性を確認した。メタン生成活性の分布は、主にメタンハイドレートの分布域やBSRより深いところで確認された。同堆積物試料に炭素-14でラベル化した基質を添加して培養し、メタン生成速度を経路別に測定するラジオトレーサー実験を開始した。地球深部探査船「ちきゅう」によって採取された下北半島沖の海洋堆積物（ガスハイドレートを含む）について、長期恒温培養試験とラジオトレーサー実験を開始した。

〔分野名〕 地質、環境・エネルギー

〔キーワード〕 天然ガス、資源

〔テーマ題目5〕 二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発

〔研究代表者〕 楠瀬 勤一郎（主幹研究員）

〔研究担当者〕 當舎 利行、楠瀬 勤一郎、内田 利弘、

石戸 恒雄、松林 修ほか

（常勤職員15名、他5名）

〔研究内容〕

大気中のCO₂削減のため、大規模発生源に近い沿岸域においてCO₂を地下1,000 m程度の深部に圧入する地中貯留技術が期待されている。そのため、地下に圧入されたCO₂の挙動を解明して、深部の帯水層のCO₂貯留、貯留技術の開発、及びCO₂の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO₂を帯水層に圧入した際の環境影響評価のためのCO₂挙動に関するモニタリング技術を開発する。平成18年度は、帯水層へのCO₂地中貯留のための概念モデルを作成するため、必要な文献データや既存データなどについてデータの収集と整理を行うとともに、以下の検討を実施した。1) 広域地下水流動解析では、浅部地下水を対象に前年度確立した地下温度分布に基づく広域流動解析手法を、地下400 m以深での深部地下水流動に拡張した。また、深部地下水流動解析に必要な数理地質構造

モデルを開発し、流動シミュレーションのためのパラメータに関する諸条件を設定した。2) 貯留層内挙動のモニタリングに関わる基礎研究においては、貯留層内でのCO₂流体の挙動モニタリングを目的に、地下でのCO₂移動特性解明に関する基礎的研究を行った。本年度は実験システムと解析法の改良を行い、高浸透率の試料に対しても十分な実験データが取得できるようになった。CO₂移動特性を解明する手法としてP波の減衰差トモグラフィ解析手法を開発し、室内CO₂注入実験データに適用した。3) シール層の健全性評価手法の開発においては、地質学的な変動帯に位置するわが国では、流体貯留において地層中の亀裂による浸透特性を評価する必要がある。CO₂地中挙動に向け、亀裂の存在するシール層を想定したうえで、実験岩石学的手法により亀裂浸透性を評価する手法開発の研究を行う。本年度は、より現実的な形態の亀裂について封圧下での浸透性評価実験を行い、亀裂の形状効果を評価した。4) 地化学的CO₂貯留メカニズムの検討においては、貯留されたCO₂流体と地層間隙水及び貯留層岩石との地化学的相互作用による、長期的貯留メカニズムを評価する手法を開発する。鉱物反応実験とシミュレーションにより、地化学的トラップの種類と貢献度を定量的に明らかにするため、深部地下水化学組成のデータベース化により貯留層深度での地層間隙水をモデル化し、東京湾岸地域の地化学的環境での相平衡シミュレーションを完了した。また、鉱物-CO₂-塩水反応実験と、反応論的シミュレーションの準備に取り掛かった。

〔分野名〕 地質、環境・エネルギー

〔キーワード〕 二酸化炭素、地中貯留、環境

〔テーマ題目6〕 物質循環の視点に基づいた環境・資源に関する地質の調査・研究

〔研究代表者〕 棚橋 学（副研究部門長）

〔研究担当者〕 石井 武政、駒井 武、當舎 利行、

楠瀬 勤一郎、内田 利弘、石戸 恒雄、

坂田 将、松林 修、村岡 洋文、

渡辺 寧ほか（常勤職員20名、他5名）

〔研究内容〕

地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えると同時に、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境や物質の集積メカニズムの解明を行う。さらに物質集積メカニズムの解明に基づき、土壌汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベースを作成する。平成18年度は、水文環境図の第5号となる「筑紫平野」の編集を行った。「筑紫平野」には、新たに「地下温度場データベース」を追加して内容の充実を図るとともに、図中や説明文中に現れる専門用語について理解の一助と

なるよう用語の解説機能（リファレンス機能）を設けた。また、第6号となる「山形盆地」の調査に着手した。土壌環境リスクマップ作成では、地域 B（宮城県地域）を対象として表層土壌、地下水、堆積物及び露頭岩石に関する地質調査を実施し、各種の基本情報を取得するとともに、地理情報システムを用いた統合化のための解析作業を実施した。平成19年度中には土壌環境統合化マップとして公開する計画である。数値地質図 GT-3「九州一大分ー豊肥地域の地熱データ処理集（地理情報システム（GIS）を利用した地熱資源の評価の研究（2001ー2005年度）のまとめと簡易統合的処理データ・プログラム集（CD-ROM）」を編集・出版した。骨材資源では関東及び甲信越地方の資源量評価を実施した。燃料資源に関する地質の調査として、南海トラフから房総などの調査、データの解析を進め、水溶性ガス田におけるメタン生成微生物活動の研究等を実施し、物理探査手法の開発や地圏流体の循環予測手法の開発を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】地質調査、知的基盤

③【知能システム研究部門】

(Intelligent Systems Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：平井 成興

副研究部門長：小森谷 清、比留川 博久

所在地：つくば中央第2、つくば東

人員：62名（60名）

経費：898,812千円（478,139千円）

概要：

1. ユニットの理念・目的

人間の行う様々な知的な運動や物理的操作を支援あるいは代行する、知能情報処理やロボティクス・メカトロニクスシステムに関わる技術を知能システム技術と位置づけ、その基礎原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行い、かつその成果をさまざまな形で社会に普及させる努力を通じ、わが国産業社会の発展に貢献する。

2. ユニットの研究の方向性

研究の主力はいわゆるロボットであるが、形態的な意味でのロボットに拘ることなく、システムが知能化されることで新しい効果を生み出し、産業的な価値を生み出す技術に関わるものも重要な課題として取り組む。これは、そもそもロボットというものがきわめて融合的なシステムであってその実現に関わる体系は、機械技術、エレクトロニクス、情報通信技術、人工知能技術をはじめ、場合によっては材料技術なども含み、その研究成果がさまざまなレベ

ルで応用可能性を持っているからである。その際、研究課題が発散することの無いように、きちんとした出口・応用をイメージし、使える技術を意識した設定で展開することが重要であることは言うまでも無い。また、市場創生の観点からは、将来の応用・市場を想定した先行用途の知恵出し、プロトタイプシステムの提示も重要な役割で、そのような成果もまた目標に含めるものとする。

外部資金

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「多自由度アクチュエータ」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ロボットシステムモデリングと分散ミドルウェア・アーキテクチャに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ロボット飛行体の力学的安定化と知能制御に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「全身の動的しなやかさを実現するインテリジェントアクチュエータの研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「可変身体性を有するロボットの適応的な形態形成の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「「フォール」トトレラント人間型ロボットの研究：柔軟転倒及び転倒回復制御」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「ゲイト・モーフティングによる不整地2足走行の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「把握を利用したヒューマノイドによる移動機能の実現」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「インシデント・テキストが介在する半自律リスク・アセスメント・システム」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「視覚、触覚、行動の協調に基づくヒューマノイドによる行動環境の認識」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「ヒューマノイドによる全身を使った器用な物体の把持と操作の実現」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「ヒューマノイドによる物体搬送作業のための作業計画」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「微小流路内における微小生体組織単体の操作・加工に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「多自由度マニピュレータのための人工筋肉の加工・制御方法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「力学モデルをベースとした動作推論手法による人間行動におけるリスク事象予測」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「仮想環境での実演によるプログラム生成のための作業プリミティブ構成法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「足関節底背屈訓練装置における受動自由度の有効性に関する検討」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業
科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「人間型ロボットの行動記述手法の研究」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業
科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「人間型ロボットの円滑な動作実行手法の研究」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業
科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「障害物回避を伴うヒューマノイドロボットの歩容計画」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業
科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「障害物のある空間における人間型ロボットの3次元動作計画」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金「人と共存して動作する次世代生産ロボットための高速ビジョン安全領域センサの開発」

経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度原子力試験研究委託費「原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究」

経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「小型高性能推進器を搭載した産業用無人飛行体の開発（小型高性能ジェット推進器の開発）」

経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「小型高性能推進器を搭載した産業用無人飛行体の開発」

経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「ネットワークノードを用いた応用実用化研究/センサーネットワークを利用した橋梁環境管理システム」

経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「ネットワークノードを用いた応用実用化研究/屋内測位システムの開発」

経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「ネットワークノードを用いた応用実用化研究/乳牛モニタリングシステムの開発」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進「分散コンポーネント型ロボットシミュレータ」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託科学技術連携施策群の効果的な推進「環境と作業構造のユニバーサルデザイン」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、人間・ロボット協調型セル生産組立システム（次世代産業用ロボット分野）、コンパクトハンドリングシステムを備えた安全な上体ヒューマノイド」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム（サービスロボット分野）、店舗応用を目指したロボット搬送システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、建設系産業廃棄物処理 RT システム（特殊環境用ロボット分野）、廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「人間支援型ロボット実用化基盤技術開発/介護動作支援ロボット及び実用化技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト/音声認識用デバイス及びモジュールの開発」

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

経済産業省 機械安全の有効性「サービスロボット分野における機械安全概念の有効性分析調査研究」

農林水産省 競争的資金「切断モジュールの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 大学発事業創出実用化研究開発事業「間欠故障の自己診断機能を持つ6軸力覚センサ」

発 表：誌上発表149件、口頭発表258件、その他18件

ヒューマノイド研究グループ

(Humanoid Research Group)

研究グループ長：比留川 博久

(つくば中央第2)

概 要：

ヒューマノイド研究グループは、ヒューマノイドロボティクスに関する基盤研究・工学的研究を行っている。従来は人間にしかできなかった作業を代替し人間と共存して働くヒューマノイドロボットを実現するため、人間の通常的生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能の実現を中期目標としている。具体的には、不整地歩行、段差歩行、狭隘部移動、腕を併用した移動・作業等の研究を行っている。また、早期の産業化を目指した研究としては、伝統芸能のデジタルアーカイブ、恐竜型ロボットの開発等も行っている。

研究テーマ：テーマ題目1

自律行動制御研究グループ

(Autonomous Behavior Control Research Group)

研究グループ長：横井 一仁

(つくば中央第2)

概 要：

ロボットの自律性・適応性・双方向性・汎用性を高めるための様々な研究をしている。特に、実環境で自律的に探査・搬送作業のできるロボットシステムの実現を目標としている。確立した理論を研究用プラットフォームであるヒューマノイドロボット HRP-2に実装し、実環境で使用できる技術の構築を目指している。また、知能システム研究部門とフランス国立科学研究センター(CNRS)との間で設立したJoint Japanese-French Robotics Laboratory (JRL) の日本国研究拠点として、フランスを始め世界各国の研究者と共同で研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1

タスク・インテリジェンス研究グループ

(Task Intelligence Research Group)

研究グループ長：神徳 徹雄

(つくば中央第2)

概 要：

知能システムに要求される知的機能を「人間を含む実世界との物理的なインタラクションを行うための技術」という視点で捉え、実世界や人間とのインタラクションを行い我々が必要とする目的を達成するための知能、とりわけ作業実行のための知能の研究を進めている。また、その人間代替作業ロボットへの応用を目指し、知的センシングや知的制御、柔軟物ハンドリング問題等に取り組み、従来自動化が困難であった産業アプリケーション分野やオフィス・家庭などの分野へのロボットの応用を追求している。また、新しいロボットシステム構築のためのソフトウェア (RT ミドルウェア) の開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目2

3次元視覚システム研究グループ

(3-D Vision Systems Research Group)

研究グループ長：富田 文明

(つくば中央第2)

概 要：

人間が利用する情報の80%以上が視覚情報と言われている。そこで、人間の活動を支援または代行するシステムに必要な眼として複数台のカメラ(ステレオカメラ)を用い、立体を立体的に知覚することによって、多分野・多目的に利用できる3次元視覚システムVVV (Versatile Volumetric Vision)を開発している。3次元視覚には、距離計測、形状計測、物体認識、運動追跡等の機能があるが、VVVは、多様な状況で任意の形状の物体を対象として、これらの処理を一貫的に実時間で高精度に実行する。また、その応用システムとして、ハンドアイシステム、パーソナルロボット、環境マップ生成システム等を開発し、その高度化をはかっている。

研究テーマ：テーマ題目4

フィールドシステム研究グループ

(Field Systems Research Group)

研究グループ長：小森谷 清

(つくば東)

概 要：

屋外環境の保全や整備、人や物の移動など、屋外における人間活動の支援が求められている。地表面を含む3次元の移動技術の確立と、屋外作業の自動化や人間と機械のインタフェースの研究開発を通して、このような支援の実現を目指している。屋外環境でのナビゲーション技術、空間移動制御技術、土砂などのマニ

ピュレーション技術、協調のための情報通信制御技術、先進車両制御技術など、要素技術から、屋外環境で使える知能システムを実現すべくシステム化の研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目3

安全知能研究グループ

(Safety Intelligence Research Group)

研究グループ長：山田 陽滋

(つくば中央第2)

概要：

実用化がすでに始まり、ますます人間との距離を縮めつつあるロボットには、当然高い安全性が要求されるだろう。そして、日常的な自動車事故、あるいは鉄道惨事に見られるように、結局人の過誤（エラー）が主な原因で十分な安全確保ができないというこれまでの人間-機械系の課題は、知的な RT（ロボットテクノロジー）によって、ぜひ解消されなければならない。このような社会の要請に応えるべく、当研究グループでは、生産現場での作業員による機械操作ミスの防止から、福祉現場における高齢者・障害者の安心な生活の確保、さらには、介護従事者らによる安全で確実な介護や看護の遂行を目指す“安全知能”技術の開発、及び関連産業の育成を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2

分散システム研究グループ

(Distributed System Design Research Group)

研究グループ長：黒河 治久

(つくば東)

概要：

人工システムは大規模、複雑化するにつれ、設計・構築・保守の人的・物的コストが増大する。この問題を解決する一手段として、自律分散システムがある。多数の自律的要素が共同して動作し、自己組織的に全体の構成を改変しながら、環境に応じた機能を発現する自律分散システムとして、形や動作を変えるモジュール型ロボットや、プログラム同士が相互作用して最適なネットワークを構成するソフトウェアなどを研究している。

研究テーマ：テーマ題目3

空間機能研究グループ

(Ubiquitous Functions Research Group)

研究グループ長：大場 光太郎

(つくば中央第2)

概要：

空間にユビキタス的に分散配置された、物理的な機能と情報的な機能（空間機能）を、センサーネットワークなどの技術を用いて合理的に融合配置及びデザイ

ンする技術、また空間機能情報の獲得・提示技術などの研究開発を推進している。このことにより、空間機能の有効活用による人間生活支援、環境に分散した知的アクチュエーション・システム（ロボットなど）などの新規コンセプトを目指しながら、企業との連携により具体的な製品化を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2

[テーマ題目1] ヒューマノイドの実用化技術

[研究代表者] 比留川 博久

(ヒューマノイド研究グループ)

[研究担当者] 比留川 博久、横井 一仁

(常勤職員12名、他20名)

[研究内容]

速度0.9 km/h 以上路面高低差10 mm 以内の不整地歩行、摩擦係数0.3の床面上の歩行と脚腕協調動作、障害物を除去して狭隘部を移動する機能、多指ハンドによるドアノブ操作、脚腕協調動作、非静止状態からの転倒動作制御、1/12の斜面・高低差5 cm 以内の凹凸路面上での転倒回復動作、つま先のバネ要素を用いた3 km/hの走行の実現、防塵防滴処理が施されバッテリーで2時間以上稼動するヒューマノイドロボット、 μ RMT を用いたヒューマノイドの実時間分散系、日常生活環境下で指示されたものを1個3分以内で指示された場所に運ぶ動作を実現することを研究目標とする。

実時間着地位置変更機能の実現、摩擦係数0.3の床面上の歩行と脚腕協調動作の実現、腕で体を支えつつ作業・移動する機能の実現、環境内の可動障害物を視覚によって認識し移動させることで移動経路を作り出す動作計画手法の開発、メカニカルコンプライアンスによる安定したボールペンやテニスボール等の把持の実現、1/12の斜面上での転倒回復動作の実現、非静止状態からの転倒動作制御を転倒制御実験用等身大ヒューマノイドロボットで実現、つま先のバネ要素を用いた3 cm のジャンプを実機で実現、3 km/h の走行をシミュレータ上で実現、防塵防滴処理が施されバッテリーで2時間以上稼動するヒューマノイドロボットの開発、 μ RMT を用いたヒューマノイドの実時間分散系の開発、視覚認識結果に基づき冷蔵庫の中から飲み物を取り出し離れたテーブルに運ぶ機能、床に落ちているものを拾い上げる機能を実現、歩行パターンジェネレータの出力を活用した SLAM を実現、動的動作で4.5 kg の物品を持ち上げる機能を実現、障害物を動的に跨ぎ超える機能、障害物が存在する3×3 m の環境において1.8 m の長尺物の搬送を実現した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] ヒューマノイド、2足歩行、全身運動制御

【テーマ題目2】人間共存ロボット技術の研究開発

【研究代表者】平井 成興（研究部門長）

【研究担当者】神徳 徹雄、大場 光太郎、山田 陽滋
（常勤職員21名、他39名）

【研究内容】

物体を操作する作業技能の RT コンポーネント化を行う。それをを用いて作業を部分的に操縦コンポーネントと置き換えることで作業実行が容易になる自律遠隔融合システムの開発を行う。また、指とアームの協調動作を実現し、可能な物体操作の幅を広げる。平成17年度に開発した相対位置検出機能を有するネットワークノードを用いて、空間の絶対位置計測技術を確立するとともに、屋内外のシームレスな測位技術を確立することを目標とする。さらには、それらの得られた計測位置を用いた、ロボット制御技術手法についての研究開発を行う。

ロボットに関する事故報告をマルチモーダル化するためのマークアップ言語を開発し、このオーサリングツールを実装する。安全な作業空間をモニタするための人間運動計測システムを試作する。歩行器使用時における転倒・転落・衝突等のリスク事象予測機能を当該機器に実装する。スキルアシストの誤作動及び不作動の頻度が、要求される規格に収まるように信頼度設計する。

RT 基盤技術を融合することでプロトタイプロボットを効率よく開発できる手法の確立を目指す「ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャ」の研究開発を開始する。初年度には、アクティブ RF-ID、屋内 GPS を利用した物流支援ロボットの開発、日常生活支援マニピュレータの設計に着手する。

進捗状況：

作業技能の RT コンポーネントについては、パラレルリンク型マスターと PA10マニピュレータで構成した自律遠隔融合作業システムを構成し、多種のナット作業を事例として実装、作動を確認した。指とアームの協調動作については本の取り出し、持ち上げという一連の動作を実現した。空間位置計測に関しては、GPS をベースとした手法で室外・室内5 cm 程度の精度を確認した。

RT コンポーネントの一般的な枠組みとして RT ミドルウェアを OMG に提案、標準案として認められた。

次世代産業用ロボットへの適用を目的として、1) ハザード同定手法提案を含むマルチモーダル化指向のリスクアセスメントツールフォーマットを定めた。反射型 1 ms 光通信計測システムを開発した。歩行器使用時におけるリスク事象予測機器を開発した。スキルアシストについては所定の信頼度を確認した。

物流支援ロボットに関しては、支援ツールとして屋内 GPS などの位置姿勢インフラのための環境を構築した。対人サービスロボットについては、ロボットアームの試作が完了し、制御用コンピュータ及び駆動モータモジュールの開発に着手した。

【分野名】情報通信

【キーワード】RT ミドルウェア、UCROA、ユーザー指向ロボットオープンアーキテクチャ、ユビキタスロボット、安全知能、サービスロボット、人間共存ロボット、OMG

【テーマ題目3】自律移動ロボット技術の研究

【研究代表者】小森谷 清（副研究部門長）

【研究担当者】黒河 治久（常勤職員20名、他31名）

【研究内容】

屋外環境の広範囲にわたる情報収集と複数の移動作業ロボットの協調的制御に基づいた、環境の改変など屋外作業の自動化技術を開発して社会の安全と QOL の変革を実現することを目的とする。

情報交換ネットワークに基づいた2台以上のセンシングロボットによる協調的環境認識、及び2台以上の屋外移動作業ロボット間の協調動作方式について検討を行い、基礎実験を行う。レーザ計測、超音波計測、3次元触覚情報を融合し、自律的に段差を乗り越えるための情報処理・制御技術を開発する。屋外環境認識と協調的作業動作の実行を、環境改変作業に適用してその有効性を示す。

進捗状況：

不整地走行可能な情報交換ネットワーク型ロボット駆動部の改良試作を進め、新たに統合センサ情報処理基板を3種類開発し、ロボットに搭載した。Bluetooth を用いて、屋内において100 m 程度離れた位置からの遠隔操縦、カメラ画像の取得、各種センサ情報の取得に成功し、0.5 sec 毎に取得情報を更新・提示するため、PC上の情報提示ソフトウェアの開発も行った。環境改変ではこれまで開発したセンシング、制御、プランニング手法を実機に適用して、実環境（北センターの屋外環境）での複数回の掬い取り作業を自律的に実現した。

【分野名】情報通信

【キーワード】情報収集、ネットワーク型ロボット、環境改変、掬い取り作業、ホイールローダ、移動作業ロボット

【テーマ題目4】高機能自律観測技術の研究

【研究代表者】富田 文明

（3次元視覚システム研究グループ）

【研究担当者】松下 俊夫、小谷内 範穂、吉見 隆、森川 泰、河井 良浩、角 保志、中川 雅史、丸山 健一

（常勤職員9名、他15名）

【研究内容】

当該研究グループが長年独自に開発している構造解析に基づく高機能3次元視覚システム VVV の基礎研究とともに、応用研究、実用研究と連続的で相互に技術的なフィードバックのある本格研究を実施している。VVV は、分野を問わず人間の眼が必要とされる多くの作業や

機械に共通的に利用でき、その支援・代行を促進することを目指している。

基礎研究として、基盤的視覚機能モジュールの体系的整備と増強をはかっている。(1)ステレオ視による距離計測に関しては、(a) 相関法からセグメント法への粗密解析によって、密度の高い境界線の距離計測を安定化する方法、(b) 等輝度線に基づいて適切なウィンドウサイズを選択することによって、相関法による距離計測を安定化する方法、(c) 面の勾配を考慮することにより高精度に距離計測ができる高性能相関法と、その高速処理ができる画像変換法、等を開発した。(2) 物体認識に関しては、(a) 照明や背景の影響を受けて断線した境界線セグメント間に拡張セグメントを補間することにより物体認識を安定化する方法、(b) 3次元 CAD から得られる STL データから対象物のアスペクトモデルを随時生成し、視点によって輪郭線の距離と位置が変化する面取り物体を認識する方法、等を開発した。(3) 運動追跡に関しては、移動するターゲットをアクティブステレオカメラの首振り（パン、チルト）機構とハイパーフレーム処理により注視追跡する方法を開発し、監視用として対象物が動く場合と、モデリング用としてカメラが移動する場合の実験を実施した。

応用研究として、VVV を典型的な応用システムに適用して、その有効性を実証するとともに、VVV によって応用システム自体の高度化をはかっている。(1) ハンドアイシステムに関しては、平面部位のある部品の山からピックできる最上位の部品を検出し、吸引機により安定して吸着できる部分を定める方法を開発した。(2) 空撮環境マップ生成システムに関しては、無人ヘリコプターに搭載するカメラ系の耐振動機構を設計・製作するために、振動計測実験を実施し、振動特性を解析した。(3) 番犬、介助犬、盲導犬の代行を目指す四輪四脚移動機構のフレキシブルパーソナルロボット FPR に関しては、平地での四輪走行（前進・横行・斜行・その場回転）の実験を実施した。

実用研究として、土木、製造、医療、娯楽等に関連する多数の企業と共同研究を実施し、立体測量システム、外観検査システム、ビンピッキングシステム等を開発している。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】3次元視覚、ステレオ、ハンドアイ、環境マップ、パーソナルロボット

④【エレクトロニクス研究部門】

(Nanoelectronics Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：和田 敏美

副研究部門長：安藤 功兒、金丸 正剛

主幹研究員：鈴木 英一、坂本 邦博

所在地：つくば中央第2

人員：72名（70名）

経費：1,495,470千円（604,718千円）

概要：

1. ミッション

IT 社会の基盤となる情報処理デバイス（演算、記憶、増幅、伝達、変換・検出、表示）技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究を展開することにより、技術革新の原動力となる多様なシーズの創出や技術の高度化を実現し、産業・社会の持続的発展に貢献する。

2. 研究概要

上記ミッションを達成するため、大きく(1)革新的技術シーズの創出を目指した新電子現象・材料の探索・解明・制御に関するシーズ創出型研究と、(2)それらの成果を具体的なデバイスに应用することで産業ニーズに応えるニーズ重点型研究とを両輪として行う。

二つの研究カテゴリーの概要は以下の通り。

[シーズ創出型研究]

(1) スピントロニクスの研究

電荷、スピン、フォトンの相互作用に基づく新現象・機能の解明及び超低消費電力不揮発性メモリ（MRAM）や高速ネットワーク用スピン光素子への応用、さらには量子情報処理デバイスなどへの応用の研究を行う。

(2) 超伝導現象、材料の研究

高温超伝導物質は今後とも大きな技術革新のシーズとなる可能性があるが、その超伝導発現機構は未だに解明されていない。ここでは、超伝導理論、新物質探索・創成、物性解明と応用の3つのアプローチで研究を推進する。

(3) 新酸化物材料の研究

酸化物材料は金属や半導体にはない多様な機能を発現する可能性を持っている。ここでは酸化物新材料探索、薄膜形成初期過程制御を軸として、新電子材料開発とシースルー（透明）エレクトロニクスへの応用を目指した研究を行う。

[ニーズ重点型研究]

(1) LSI 基盤技術の研究

ロードマップにおける45 nm 世代（2010年）以降の実用技術開発に資するため、新トランジスタ構造、及びそれを集積化するための高誘電率ゲート絶縁材料及び電極材料をパッケージで研究する。

(2) システムインテグレーション技術の研究

自発光型オンチップディスプレイを中核とした新しいウェアラブル/モバイルプラットフォームデバイスの先駆的開発及び、複数チップの高密度集積を実

現する3次元実装（配線）の開発を行う。

(3) 超伝導デバイス技術の研究

超伝導デバイス集積技術を駆使して、ジョセフソン効果や磁束量子現象を応用した超高精度計測デバイスを開発し、次世代の電気標準技術を確立する。

内部資金

ハイテクものづくりプロジェクト／Point-of-Care マイクロ流体バイオチップ診断装置の開発

外部資金

文部科学省／科学研究費補助金「組成と層間キャリア濃度差の精密制御による100 K 級銅酸化物超伝導体の Te 向上」

文部科学省／科学技術振興調整費（若手任期付プログラム）／「新規強磁性半導体（Zn、Cr）Te を用いたスピニ依存伝導素子の研究」

文部科学省／科学技術振興調整費（若手任期付プログラム）／「低電圧動作強誘電体ゲート不揮発 FET 作製プロセスの研究」

文部科学省／科学技術振興調整費（若手任期付プログラム）／「層状ルテニウム酸化物の圧力効果の研究」

経済産業省／情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発／「低エネルギー消費型デバイスの研究開発」

経済産業省／中小企業産業技術研究開発委託費／3次元 LSI 実装に向けた100 %良品率を得る半導体 LSI 検査システムの開発／「3次元 LSI 実装に対応した100 %良品率を得る LSI チップバーンインテスト技術の開発」

経済産業省／中小企業産業技術研究開発委託費／3次元 LSI 実装に向けた100 %良品率を得る半導体 LSI 検査システムの開発／「3次元 LSI 実装に対応した100 %良品率を得る薄型 LSI ウエハ高精度プロービング技術の開発」

経済産業省／エネルギー使用合理化技術開発等委託費／超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発／「省エネルギー LSI システム技術開発」

経済産業省／エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費／情報通信・エレクトロニクス機器の省エネルギー基盤技術研究開発／「低エネルギー消費型デバイスの研究開発」

経済産業省／電源利用技術開発等委託費／分散型エネルギー

システムの平準化基盤技術研究開発／「熱線制御型シースルー太陽電池シート技術開発」

総務省／戦略的情報通信・エレクトロニクス研究開発推進制度／「超ギガビット磁気メモリの基盤技術の開発」

日本学術振興会 (JSPS)／科学研究費補助金・特別研究員奨励費／「強誘電体ゲートトランジスタの素子特性変調の研究」

日本学術振興会 (JSPS)／科学研究費補助金・特別研究員奨励費／「高性能強誘電体ゲート電界効果トランジスタの研究」

日本学術振興会 (JSPS)／科学研究費補助金・特別研究員奨励費／「先進的液相電解めっき法による多層型高温超伝導体薄膜の作製」

日本学術振興会 (JSPS)／科学研究費補助金・特別研究員奨励費／「多層型銅酸化物超伝導体におけるキャリア不均衡調節による物性制御」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／産業技術研究助成事業／「ナノ構造表面制御による長寿命・低消費電力フィールドエミッションディスプレイ技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／国際共同研究助成事業／「次世代交流電圧標準の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／国際共同研究助成事業／「回路設計用モデル開発基盤の構築とこれを用いたマルチゲート MOSFET モデルの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／「光バックプレーンに関する標準化調査事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／「スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクトにおける先導研究／「化合物半導体を含む non-Si チャンネル材料上への High-k 絶縁膜形成技術に関する先導研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／「低消費電力プロセッサのた

めの不揮発論理回路基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／「選択的熱線反射による断熱・採光ガラスの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／ナノテクノロジープログラム 革新的部材産業創出プログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／「超高密度 HDD のためのナノオーダー制御高性能トンネル磁気抵抗素子の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／ナノテクノロジープログラム 革新的部材産業創出プログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／「Point-of-Care バイオチップ診断装置の研究開発」

財団法人くまもとテクノ産業財団／平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業／「九州地域産業クラスター・電子部材高度加工技術の確立」

財団法人やまなし産業支援機構／平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業／「自動二輪車用 Nox 低減排出装置の開発」

独立行政法人 情報通信研究機構／戦略的創造事業／「超 Gbit-MRAM のための単結晶 TMR 素子の開発」

独立行政法人 情報通信研究機構／「ICT による安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発」

独立行政法人 科学技術振興機構／戦略的創造事業 (CREST タイプ)／「しきい値電圧をプログラム可能な超低消費電力 FPGA の開発」

発表：誌上発表205件、口頭発表310件、その他30件

先端シリコンデバイスグループ

(Silicon Nanoscale Devices Group)

研究グループ長：鈴木 英一

(つくば中央第2)

概要：

産総研提案で、最も微細化に適した MOS デバイスとして世界で認知されているダブルゲート MOS (XMOS) FET の進化型で、パワーマネージメント

を可能とする新しい機能を持った4端子駆動型ダブルゲート MOSFET (4T-XMOSFET) を主体とした XMOS LSI 基盤技術を確立するために、独自性の高いプロセス・材料技術の先行開発とともに、微細 XMOS デバイス作製技術の高度化を進めて CMOS 回路化技術開発を同時並行的に進めている。

XMOS プロセス技術開発では、TiN メタルゲート技術を高度化し、対称性のよい TiN メタルゲート XMOS CMOS インバータ動作を実証した。また、内部拡散型合金化によるメタルゲート技術において、Ta/Mo の組み合わせにより、対称性のよい仕事関数が得られることを確認した。XMOS 回路技術では、ポリシリコンゲート、不純物チャネルエンジニアリングによるものであるが、55段のリングオッシレータの発振動作を確認した。4端子駆動型ダブルゲート MOSFET (4T-XMOSFET) 技術では、独立した2つのゲートの絶縁膜厚が等しく対称なものよりも、しきい値制御用のゲートの絶縁膜厚をやや厚くしたほうが優れた性能を示すことを実験的に確かめた。

これらの研究成果から、開発した XMOS CMOS 化基礎技術を駆使して、4T-XMOS を主体とした XMOS 回路でその機能を実証するための下地が整ったと言える

研究テーマ：テーマ題目 1

デバイス評価計測グループ

(Analysis and Instrumentation Research Group)

研究グループ長：安藤 淳

(つくば中央第2)

概要：

既開発技術を社会的ニーズに基づき維持・発展させ、共同研究・受託研究等を通じて各種実評価に供すると同時に、達成された成果の普及・産業応用への具体的展開を実施した。また、中期計画における進捗達成度及び社会的ニーズとの整合性を再評価し、平成19年度以降における各研究課題の方向性を決定した。

メカニカルプローブ技術による極微細素子・デバイスプロセス/材料評価法においては、自己検出型全金属ナノプローブ法等を、共同研究・受託研究等を通じて、デバイスプロセス (High-k 材料アニールプロセス等)・電子材料 (ゲート絶縁膜等) 等の実評価に適用し、当該研究開発の推進に寄与するとともに、2 nm 以下の空間分解能を有する不純物分布測定手法の実現へ向けての技術課題を抽出し、その解決に向けての具体的方策を検討した。また、ニッケルを用いた磁性金属自己検出型プローブを作製し、磁区測定におけるスピンプローブとしての基本動作を確認した。

アモルファス半導体の局所構造揺動の解明を具体的目的とした、変調分光評価手法によるデバイス材料評価においては、これまで実施してきた実験結果を整理

し、結合水素近傍における局所的構造揺動についてのまとめを行った。

STAR GEM®及び、ミリ波 GAEA による複素誘電率測定法の開発においては、GEM 光学系の加工精度の改良による測定精度の向上と、スペクトルの自動計測化に成功するとともに、GAEA による Low-k 膜のミリ波領域複素誘電率測定を試料膜厚0.1ミクロン化への対応に目処を付けるとともに、受託研究を通じて実測定を実施した。

また、昨年度に引き続き、ユビキタス情報ネットワーク世代電子デバイス用評価計測技術の開発の一環として、次世代半導体デバイス多層配線深層部評価用プローバの開発を実施した。

機能集積システムグループ

(Microsystems Group)

研究グループ長：金丸 正剛

(つくば中央第2)

概要：

情報通信・エレクトロニクス技術の一層の多様化を実現するため、情報処理ハードウェアの飛躍的な多機能化・システム化を可能にするデバイス技術を確立するため、シリコンを中心とする半導体技術を基盤として、新たな材料技術やデバイスプロセス技術を付加することにより、これまでにない機能を有するデバイスを開発する。具体的には、高機能フィールドエミッションディスプレイの開発を目指す。今年度はシリコン電界放出電子源と多結晶シリコン薄膜トランジスタを集積した電子源においてメモリキャパシタを付加することにより制御信号電圧を記憶し、制御信号がオフの間も電界放出電流を持続させることに成功した。この電子源を用いることによりフィールドエミッションディスプレイを通常のものより2桁程度高輝度化することが可能であること提案した。また、非晶質シリコンフォトダイオードと光学干渉フィルターを集積した高感度蛍光検出モジュールを開発し、チップ上でバイオ化学分析を可能にするラボ・オン・チップの実現を目指す。今年度は開発した集積型蛍光検出素子の高性能化を進めるとともに、第二高調波発生素子により赤外線レーザー光を青緑光に変換する小型励起光源の開発に着手した。

研究テーマ：テーマ題目2

高密度 SI 研究グループ

(High Density Interconnection Research Group)

研究グループ長：青柳 昌宏

(つくば中央第2)

概要：

多種類の機能を有する複数の集積回路チップを積層実装し、チップ間を50 Gbps 以上の超広帯域信号で

伝送してより高度なシステム機能を実現するためのシステムオンパッケージを作製する3次元実装技術を開発する。

3次元実装技術のコア技術として、ポリイミド多層配線、微細線路設計、実装構造特性評価、微細ピッチバンプ接合などの研究開発に取り組む。メッキ微細配線層の導入、伝送速度10 bps 対応の線路設計、微細ピッチ高周波プローブによる微細構造評価、超微細ピッチのフリップチップ実装技術の開発などを進める。

銅メッキ配線層形成技術の開発により、10 μm 幅伝送線路形成を実現し、10 Gbps 高信頼伝送を達成した。角錐形状10 μm 金バンプによる20 μm ピッチの高密度フリップチップ接合を精度2 μm で実現した。

企業9社との集中共同研究方式の連携研究体により、実装容易化光・電気変換モジュールの開発と細径高Δ石英ファイバによる3 Tbps 光バックプレーンの開発を進め、プロトタイプ実証に成功した。

超伝導計測デバイスグループ

(Superconducting Devices Group)

研究グループ長：東海林 彰

(つくば中央第2)

概要：

我が国独自の電圧標準技術を確立することを目的として、液体ヘリウムを必要とせず、安価で、コンパクトなプログラマブル・ジョセフソン電圧標準(PJVS)システムを開発することをグループの最大の目標にしている。この目標の実現に向けて、高い集積度(最大約30万個/チップ)を有する NbN/TiN/NbN ジョセフソン・アレー作製技術の開発、ジョセフソン素子に効率的にマイクロ波を供給するための導波路設計技術、チップを冷凍機によって効率的に冷却するための実装技術の開発等を進めている。また、昨年度から開始した計量標準総合センター(NMIJ)、オーストラリア国立標準研究所(National Measurement Institute, Australia :NMI)との3者による国際共同研究「次世代交流電圧標準の開発」では、PJVS と熱電変換を組み合わせた新しい交流電圧標準の開発を進めており、これまでに要素デバイスの設計、作製、評価を実施し、期待する性能が得られることを実証した。当グループでは、さらに、総務省プロジェクト「ICT による安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発」に参加し、大気中の微量有害ガス濃度計測等への応用を目的とした低消費電力型サブミリ波分光システムの開発を進めている。これまでに、230~444 GHz の帯域において700 K 以下の受信器雑音温度を持つ超伝導トンネル型ミキサを作製することに成功した。

磁束量子デバイスグループ

(Flux-Quantum Devices Group)

研究グループ長：前澤 正明

(つくば中央第2)

概要：

10ビットD/A変換器チップを作製・評価し部分動作を確認した。その不完全動作の主原因がバイアス電流が誘起する磁場であることを明らかにし、設計改良に着手した。また、D/A変換器の主構成要素である電圧増倍回路を10 MHz高精度クロック駆動することにより、出力電圧精度を50 ppm以下の不確かさで評価することに成功した。

スピントロニクス研究グループ

(Spintronics Research Group)

研究グループ長：湯浅 新治

(つくば中央第2)

概要：

高性能 MgO トンネル障壁の磁気トンネル接合 (MTJ) 素子とスピン注入型書き込み技術を用いた次世代の大容量 MRAM (スピン RAM) や次世代 HDD 磁気ヘッド (MgO-TMR ヘッド)、マイクロ波デバイスなどを実現するため、MTJ 素子の更なる高性能化とスピン注入磁化反転の低電流化・高信頼性化のための研究開発を行う。また、スピントランジスタの重要な構成要素である、強磁性金属と磁性半導体を組み合わせた強磁性トンネルダイオード素子の高性能化のための研究を行う。さらに、不揮発性スピン光機能素子の実現を目指した強磁性体/半導体ハイブリッド光素子の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目3

量子凝縮物性研究グループ

(Condensed Matter Physics Group)

研究グループ長：柳澤 孝

(つくば中央第2)

概要：

世界的に最高レベルにある極限環境下における単結晶育成技術及び高精度測定技術により、新量子現象の発見及び解明を行うとともにそれら基礎科学の成果を最先端の革新的デバイス技術まで持ち上げること目標とした研究を行った。これらの高い技術を基にして極低温高精度測定機器や高純度結晶を製品化するベンチャー企業を創設し、実験技術知財の製品化を行った。また、第一原理計算、モンテカルロシミュレーションを含む高度シミュレーション技術により新機能材料、新超伝導材料の開発及びエレクトロニクス技術への応用をめざした研究を行った。特に、10のマイナス30乗の酸素分圧まで動作可能な極低酸素分圧下单結晶育成装置を開発し、ベンチャーを創設し、製品開発を行っ

た。高温酸化物材料が窒素酸化物除去において触媒効果があることを実証し、製品開発を目標にした研究開発をおこなった。理論的及び第一原理計算により高温超伝導、磁気秩序近くの非 BCS 的超伝導の研究を行った。モンテカルロ法による計算等により世界最大サイズの格子において数値計算を行い、高温超伝導のパラメタ依存性を明らかにした。新しい量子シミュレーションアルゴリズムを開発した。強磁性磁気秩序近傍で超伝導を示す物質の電子状態を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目

6

超伝導材料グループ

(Superconducting Materials Group)

研究グループ長：伊豫 彰

(つくば中央第2)

概要：

多層型高温超伝導体における新現象の発見とその理解を目的として研究を行っている。平成18年度は、未開拓の分野であった多層型高温超伝導体の磁束格子のダイナミクスの研究、及び超多層型における T_c の CuO_2 面数 n 依存性及び T_c の記録向上に関して研究を行い下記の成果を得た。

1. 磁束格子のダイナミクス

多層型高温超伝導体の交流磁化率から、次の4つの成果をあげた。(1) Cu-1234の異常な磁束格子融解曲線の発見。(2) 反強磁性秩序が超伝導間のジョセフソン結合を阻止しないことを証明。(3) Fractional Flux と i soliton (成分間位相差ソリトン) からなる渦糸分子の存在を示唆する信号を発見。(4) 超多層型高温超伝導体の磁力結合パンケーキ渦糸分子の発見。特に(3)の発見は、米国スタンフォード大の Fractional Flux の測定とともに、 i soliton 理論を実験的に検証したはじめての例となるとともに、 i soliton 回路の設計に大きく寄与した。(4)の磁力結合パンケーキ渦糸分子は、その一部のアイデアが理論的に提案されていたとはいえ、高温超伝導体中で CuO_2 面毎に、自由に位相を設定するという過激なアイデアで、実験家の立場からみれば、実在するとは思えないものであり、驚くべき実験的発見であった。

2. CuO_2 面の多層効果

多層型における T_c の CuO_2 面数 n 依存性について、これまでの実験からの $n \sim 9$ と多くても T_c が n に依存せず高く保たれるという結果が得られていたが、より信頼性を高めるために n が10枚以上の“超”多層型超伝導体を高圧合成し、試料を磁場中で配向させて試料に含まれる相を同定したうえで実験を行った。その結果、超多層型でも T_c は高く保たれ n に依存しないことを明らかにした。

3. T_c の記録向上

頂点フッ素系 ($n=2$) について合成条件や組成の最適化を行い、 T_c が最高108 K まで上昇することを見いだした。この T_c は毒性の高い Tl や Hg を含まない $n=2$ の銅酸化物としては最高の T_c となった。応用上重要な発見であった。

低温物理グループ

(Low-temperature Physics Research Group)

研究グループ長：柏谷 聡

(つくば中央第2)

概要：

銅酸化物超伝導を含む超伝導体に関する結晶成長技術を高度発展させ、高度物性測定技術と連携をすることにより新超伝導体の物性を明らかにし、銅酸化物超伝導の超伝導発現機構や応用可能性を明らかにする。

- (1) 高温超伝導体における電子-格子相互作用の影響について、Bi 系銅酸化物単結晶試料を対象とした研究を行った。酸素同位体置換した試料を作製し、その試料を用いた STM (Cornell 大)、ARPES (産総研) の実験を行い、銅酸化物超伝導体において電子格子相互作用が存在することを明らかにした。
- (2) 多層系超伝導体の基礎物性を解明するために、単結晶の X 線回折による構造解析の高精度化を試み、電子密度分布の解析によるキャリア分布に関する知見を得た。
- (3) 臨界温度80 K 程度を有する高品質な固有ジョセフソン接合の作成に成功し、50 mK から5 K の温度領域においてスイッチング電流の確率分布測定を行った。その揺らぎの解析の結果、0.5 K 程度のクロスオーバー温度 Q 値70程度のアンダーダンピング特性を確認し、超伝導対称性が d 波を有する場合の理論特性と整合する結果を得た。この結果は銅酸化物超伝導体の固有接合が量子ビットとして高いポテンシャルを有する材料であることを意味する。

機能性酸化物グループ

(Oxide Electronics Group)

研究グループ長：阪東 寛

(つくば中央第2)

概要：

シースルーエレクトロニクス技術の基盤確立をめざして、透明酸化物半導体薄膜により pn 接合を形成し、その特性評価を通じて光起電力効果を検証すると同時に、高導電性酸化物、透明酸化物半導体、非鉛系圧電体など、機能性酸化物の物質開発を進めた。薄膜接合形成にはレーザーアブレーション法等を、物質開発における単結晶育成にはフローティングゾーン法、物性発現機構の解析には角度分解光電子分光法をはじめとする研究手段を用いた。スパッタリング法により透明

酸化物半導体 pn 接合 ($p\text{-CuCrO}_2/n\text{-ZnO}$) の形成を試み、大面積化並びにプロセス低温化に対応するための指針を得た。また、酸素同位体置換炉を開発し、これにより酸素同位体置換を行った銅酸化物高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$ 試料の走査型トンネル顕微鏡/分光測定から、局所的な電子格子相互作用と超伝導の相互関係を明らかにした。環境に優しく高性能な酸化物圧電体の開発を進め、 $(\text{Na,K})\text{NbO}_3$ に添加物を導入した非鉛圧電セラミックスにおいて、キュリー温度 $T_c > 300$ °C、室温における電気機械結合係数 $k_p > 45$ % を達成した。

フロンティアデバイスグループ

(Novel Electron Devices Group)

研究グループ長：酒井 滋樹

(つくば中央第2)

概要：

当該年度は、不揮発素子技術とフロンティアデバイス化技術の研究を行った。不揮発素子技術に関しては、高温環境での動作性能を測定評価した。また、不揮発ロジックの基本回路を検討し、それに基づいて相補型構成の FeFET による NOT 回路を作製した。その結果、民生用半導体素子の使用上限温度の指標である 85 °C の温度環境で良好なデータ保持特性 (測定期間：2日間) を有する FeFET の開発に成功した。論理演算と記憶動作を切り替える不揮発ロジック回路の基本概念を提示し、一例として FeFET の相補型構成による NOT 回路を作製し、切り替えの基本動作を実証した。また、2層無機レジスト層の界面反応を抑制して、30 nm セルの TMR 素子を作製して MR 特性を観測した。

フロンティアデバイス化技術として、超伝導超格子の研究を進めた。高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ はその結晶構造が SISIS-IS (S: 超伝導, I: 絶縁体) の自然超格子を形成し、直列のトンネルジョセフソン接合素子特性を呈する。これは固有ジョセフソン接合と呼ばれ、酸化物高温超伝導体では唯一の良質のトンネル型ジョセフソン接合である。しかし超格子の周期が 1.5 nm とナノスケールであるので、磁場応答素子として動作させたとき印加磁場は1テスラ程度と大きく電子素子として応用し難いという欠点があった。これに対して当該グループでは、臨界電流密度の小さい接合を直列接合の幾つかおきに導入することにより低磁場での動作が可能となる固有ジョセフソン接合素子を提唱してきた。実際数値計算と産総研オリジナルである理論に基づく理論的検討を進め、0.2 T 程度の低磁場で、低臨界電流密度の接合だけに量子化磁束 (フラクソン) が入ることと、キャビティ共鳴が起こることを明らかにした。

エレクトロインフォマティクスグループ (Electroinformatics Group)

研究グループ長：小池 帆平

(つくば中央第2)

概要：

エレクトロインフォマティクスグループは、エレクトロニクス技術の提供するシーズと情報処理技術からのニーズとを垂直統合的に分野融合させ、新たな付加価値を有し、新規市場開拓が可能な未知の電子情報技術の創出を目指して設立された研究グループである。現在の研究テーマとして、産総研で開発された XMOS トランジスタを軸として、関連した様々な技術階層の研究開発を統合的に進めている。

具体的な研究テーマとして：

- (1) XMOS トランジスタの回路シミュレーション用デバイスモデルの研究、
- (2) XMOS トランジスタの特長を効果的に活用した回路技術 XDXMOS (Cross Drive XMOS) の研究、
- (3) XMOS トランジスタのキラーアプリケーションとなる Flex Power FPGA の研究、

が現在進行している。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8

先端デバイス材料グループ

(Emerging Device Materials Group)

研究グループ長：安田 哲二

(つくば中央第2)

概要：

シリコンをベースとした集積回路 (LSI) の微細化が限界に近づく中、動作速度や消費電力などの性能を向上させるために、MOS トランジスタ・集積回路を構成するほとんど全ての部分 (ゲート絶縁膜、ゲート電極、チャネル、ソース/ドレイン、配線、層間絶縁膜など) について、新材料の導入が検討されている。当グループは、研究開発リスクが高く企業等では対応が困難な材料・プロセスについて、科学的かつ統合的なアプローチによってこれを開発するとともに、現在の LSI 製造を支える材料・プロセスについて、基礎的な物性や機構等を解明し知識基盤を築くことを目指している。平成18年度は、シリコンと高誘電率 (High-k) 絶縁膜との直接接合技術を開発した。また、22 nm 世代以降のチャネル材料として注目を集める化合物半導体と高誘電率 (High-k) 絶縁膜との界面制御に向けた研究を開始した。

研究テーマ：テーマ題目9

[テーマ題目1] XMOS デバイス研究 (研究部門重点化課題の予算)

[研究代表者] 鈴木 英一

(先端シリコンデバイスグループ)

[研究担当者] 鈴木 英一、柳 永勲、原 史朗、
昌原 明植、遠藤 和彦、松川 貴、
大内 真一、石井 賢一、塚田 順一、
石川 由紀 (常勤職員7名、他3名)

[研究内容]

産総研発のダブルゲート MOS (XMOS) デバイスを使える技術として世の中に発信すべく、産総研発足以来、エレクトロニクス研究部門の最重点課題の一つとして鋭意研究開発を進めている。その結果、IEDM 始め著名な国際会議にコンスタントに論文発表を行い、数多くの国際会議招待講演を受けるようになったが、まだ道半ばであり、引き続き、XMOS 研究の加速化を図っている。

これまでに、イオン照射減速エッチング、結晶方位依存ウェットエッチング、中性粒子ビームエッチングなどの独自のプロセス技術開発を踏まえて、メタルゲートなどの CMOS 化基盤技術開発を終え、いよいよ XMOS 回路による回路機能を実証するフェーズに入った。今年度は、対称性のよい CMOS 構成メタルゲート XMOSFET 開発、XMOSFET でリングオシレータ試作発振実証、4端子駆動型ダブルゲート MOSFET (4T-XMOSFET) のインバータ試作動作実証、4T-XMOSFET の動作改善手法の明確化などの成果を得た。また、XMOS デバイスの最適な用途について調査を進め、SoC に多用され大きな面積を占める SRAM がまず該当することを見出した。そのため、その回路設計を行い特許出願も行うとともに、その試作に着手した。

XMOS デバイスの研究開発を加速していくにあたり、ナノ材料実験棟内クリーンルームの高度化・拠点化に努め、研究推進に必須のメタル CVD 装置導入にめどをつけた。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] XMOS デバイス、4T-XMOSFET、
CMOS 化、SRAM、メタルゲート

[テーマ題目2] Point-of-Care マイクロ流体バイオチップ診断装置の開発

[研究代表者] 亀井 利浩

(機能集積システムグループ)

[研究担当者] 亀井 利浩、板谷 太郎

(常勤職員2名)

[研究内容]

マイクロチップ電気泳動を利用した DNA などの分析技術が開発され、バイオ化学分析プロセスをマイクロチップ上に集積したラボ・オン・チップの実現が期待されているが、高感度分析には依然として大型の共焦点レーザー誘起蛍光法が使われており、蛍光検出システムの小型化が必要である。本研究では電気泳動マイクロチップに実装できる水素化アモルファスシリコンフォトダイオード及び光学干渉フィルターの開発を目指す。今年度は、デバイス作製プロセス、特に光学干渉フィルタパターンニ

ングプロセスの最適化を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ラボ・オン・チップ、アモルファスシリコン蛍光検出素子

【テーマ題目3】スピントロニクス技術の研究（研究部門重点化課題）

【研究代表者】湯浅 新治

（スピントロニクス研究グループ）

【研究担当者】安藤 功兒、湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均、V. Zayets、長浜 太郎、斎藤 秀和、薬師寺 啓、門 哲夫(併)、Agarwal Kapil、森山 浩司、山本 美恵（常勤職員9名、他3名）

【研究内容】

当研究部門が独自に開発した金属と半導体中の電子スピン制御技術（スピントロニクス）、特に、MgO系MTJ素子、及び半導体系磁気光学デバイス、室温磁性半導体などの研究開発をさらに加速し、高度な情報発生・伝達・処理・蓄積機能を有する次世代の電子・光デバイス技術を開発する。不揮発性機能と非相反性機能に絞った研究開発を進め、スピン注入技術、電気的・光学的機能の開発・実証を行う。

これまで、トンネル障壁に MgO を用いた高性能 TMR 素子の開発に世界で初めて成功し、その量産プロセスの開発にも成功した。既に次世代の MRAM やハードディスク磁気ヘッドの開発の主流は MgO 系 MTJ 素子に完全に移行しており、日米欧アジア各国を中心に熾烈な開発競争が始まっている。また、当研究部門が理論提案と実証実験ともに行った金属・半導体ハイブリッド光デバイス（基本特許出願）に関しても、世界的な開発競争が始まっている。これらのスピントロニクス素子の実用化で日本が世界に先んじるために、産総研を研究拠点として産官学が連携して研究開発を行う。平成18年度は以下のような研究成果を得た。

- ・半導体スピントロニクス分野の究極のデバイスの一つがスピントランジスタであるが、これまで不揮発機能を実証した例はない。我々はトンネル磁気抵抗効果を利用する新型スピントランジスタ「スピントネルトランジスタ」を独自に提案している。平成18年度は、このスピントネルトランジスタ実現の第一歩として不揮発機能に焦点を当て、金属/絶縁体/半導体ヘテロ接合から構成される磁気トンネルダイオードを作製した。磁気抵抗変化率及び V_{half} はそれぞれ同型素子では世界最高値である30%及び100 mV 以上を実現した。
- ・高速光ネットワークシステムの高度化のために不可欠な導波路型光アイソレータを開発した。当グループが理論提案した光スピンメモリの実現を目指し、光導波路上に200 nm サイズの強磁性電極（スピンソース）

を形成した。また、希薄磁性半導体 CdMnTe 薄膜を用いた光アイソレータにおいて、より幅広い波長域で高いファラデー回転角を実現した。従来は35 nm の波長幅で80%を越えるファラデー回転角の変化があったが、これを15%以下に抑えることに成功した。

- ・金属-磁性金属の界面で見られるペルチェ効果を利用し、金属接合素子を冷却する技術を研究した。金属-磁性金属の界面で大きなペルチェ係数（たとえば30マイクロボルト/度）が発現することを利用し、実際に熱負荷（抵抗体または半導体素子）に金属-磁性金属の界面も持つ微小接合を接続することにより、熱負荷を冷却する（あるいはそのジュール発熱を低減すること）に成功した。この冷却素子の HDD 磁気ヘッドへの応用を提案した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、TMR 効果、MRAM、HDD

【テーマ題目4】結晶育成技術及び極低温計測技術の開発及び新機能物質の創成

【研究代表者】柳澤 孝（量子凝縮物性グループ）

【研究担当者】柳澤 孝、白川 直樹、長谷 泉、池田 伸一、吉田 良行（常勤職員5名）

【研究内容】

極低酸素分圧10のマイナス32乗を達成し、世界最高記録を更新した。酸素分圧技術をよりパワーアップし160リットルのガス（40リットル x2基 x2気圧）が利用可能となった。この技術を基に産総研発ベンチャー REDOXYON を創業予定した。

SQUID 磁束計と³He 冷却を組み合わせたシステムを構成し、450 mK までの高感度磁化測定を実現する計測技術を開発した。この技術により磁化測定用全自動ヘリウム3冷凍システムを開発し、ベンチャー企業アイカンタム社より製品化した。販売代理店として Quantum Design 社と提携し、マックスプランクをはじめとして国内外の多数の研究機関に納入実績をあげた。

自動車排気ガスからの窒素酸化物（NOx）除去を目指したフィルターシステムの開発を、平成17年から2年間の経済産業省委託地域新生コンソーシアム事業（総額4700万円）として、山梨工業技術センター、株式会社ミラプロなどの複数の機関と共同で進めた。開発した NOx 除去装置を800℃に維持することで、実際の自動車二輪車から出る排気ガス中の NOx を83%、CO を71%、HC を87%、除去することができた。除去装置の寿命などは今後の開発課題となる。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】極低酸素分圧制御技術、新機能物質、結晶育成、低温計測技術、高温材料、高導電性材料、窒素酸化物

[テーマ題目5] 新量子現象の発見及び解明

[研究代表者] 柳澤 孝 (量子凝縮物性グループ)

[研究担当者] 柳澤 孝、白川 直樹、長谷 泉、
吉田 良行 (常勤職員4名)

[研究内容]

層状ペロブスカイトルテニウム酸化物である $\text{Sr}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ 及び、 $\text{Ca}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ の大型単結晶を浮遊帯域溶融法 (FZ 法) により育成を試み、原料組成、育成速度、育成雰囲気などの育成条件を詳細に最適化した結果、圧力測定に適した大きさの大型単結晶の育成することに成功した。静水圧力下中における電気抵抗の測定を行い、56 K の反強磁性転移と 48 K の金属非金属転移が 4.0 GPa には消失し、8.0 GPa 以上では金属的な振る舞いを示すことが明らかにした。

Sr_2RhO_4 の高純度単結晶試料を世界で初めて作製し、角度分解光電子分解法によりフェルミ面の構造を明らかにした。 RhO_6 八面体が回転しているため、4d 電子の t2g 軌道と eg 軌道の混成を考慮して初めて実験データを説明できることを示した。これまで 4d 電子金属元素と酸素が八面体構造を持つ材料で eg 軌道が、その電子状態に重要な役割を果たしている物質は知られておらず、極めて重要な発見である。

高温超伝導体のモデルであるハバードモデルに対して、物質特有のフェルミ面を考慮したモンテカルロ計算を世界最大サイズである 28×28 の格子において実行した。超伝導凝縮エネルギーが実験値に近い有限な値であることを示した。負符号のない量子モンテカルロアルゴリズムを新たに考案し、プログラム開発に成功した。磁気秩序近傍にある合金に対して強磁性と超伝導の関係に着目した斬新な視点からの第一原理計算を実行した。不純物濃度の効果により強磁性の臨界温度が減少することを示した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 新量子現象、単結晶育成、遷移金属酸化物、磁気構造、高温超伝導、特異超伝導

[テーマ題目6] 超並列シミュレーションによる二次元強相関係へのアプローチ (CREST)

[研究代表者] 柳澤 孝 (量子凝縮物性グループ)

[研究担当者] 柳澤 孝 (常勤職員1名)

[研究内容]

2次元強相関係における負符号問題のない量子モンテカルロシミュレーション法を開発した。フェルミ粒子系においては、負符号問題という重大な問題が量子モンテカルロシミュレーション法に存在したが、今回、負符号の現れない新しいシミュレーション法の開発に成功した。さらに、量子シミュレーションにおいては初めて遺伝アルゴリズムを使うことにより計算の高効率化を行った。4×4などの小さな系において、エネルギー、相関関数を計算し厳密な結果を再現することを示した。計算手法を

まとめた論文は国際誌 (Physical Review B) に掲載が決まった。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 強相関係、量子シミュレーション、新アルゴリズム、負符号問題

[テーマ題目7] XMOS トランジスタのデバイスモデルの研究

[研究代表者] 小池 帆平

(エレクトロインフォマティクスグループ)

[研究担当者] 小池 帆平、中川 格、関川 敏弘、
堤 利幸 (常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

回路技術の研究においては、回路の複雑な振る舞いを計算機に計算させる回路シミュレータが極めて重要なツールとなり、XMOS トランジスタのような新しいデバイスを用いた回路のシミュレーションを行うためには、そのようなデバイスの振る舞いを記述したデバイスモデルを新たに開発する必要がある。そのような XMOS トランジスタのデバイスモデルの提供は、XMOS トランジスタ技術を産業界に技術移転するにあたって必須と考えられる。本テーマでは、このような XMOS トランジスタのデバイスモデルの開発を行っている。

平成18年度は、XMOS トランジスタデバイスモデルの実用化を目指して、次世代 MOS モデル候補の一つとして有名な HiSIM を開発した広島大学研究グループとの共同研究の一環として、様々な回路シミュレータへの移植の容易な、Verilog-A 言語を用いて記述したデバイスモデルを開発した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] MOS トランジスタデバイスモデル、回路シミュレーション

[テーマ題目8] パワー・リコンフィギュラブル機能を有する Flex Power FPGA の開発

[研究代表者] 小池 帆平

(エレクトロインフォマティクスグループ)

[研究担当者] 小池 帆平、日置 雅和、河並 崇、
中川 格、関川 敏弘、堤 利幸、
松本 洋平 (常勤職員4名、他3名)

[研究内容]

4端子 XMOS の持つ電氣的なしきい値調整機能の実現という特長を巧妙かつ有効に活用し、XMOS トランジスタの画期的なキラーアプリケーションとなることを目標としたチップとして Flex Power FPGA ((FP)2GA) チップの研究を行っている。

Flex Power FPGA ((FP)2GA) は、近年利用者の拡大に伴い市場が急速に拡大しつつあるリコンフィギュアラ

ブル LSI である FPGA (再構成可能ゲートアレイ) の基本的な構成要素である論理ブロック回路を X MOS トランジスタで構成し、回路の各部分のしきい値電圧の調節を可能として、高速性と低消費電力性を両立させることを可能とした FPGA であり、動作速度と消費電力という FPGA の最大の問題点を解決することのできるものである。

平成18年度は、前年度に試作した Flex Power FPGA 実験チップの評価を行い、目標どおりの動作を確認した。また、半導体特性ばらつきを回避するロバスト Flex Power FPGA 技術についての検討を開始した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、しきい値調節

【テーマ題目9】しきい値電圧をプログラム可能な超低消費電力 FPGA の開発

【研究代表者】小池 帆平
(エレクトロインフォマティクスグループ)

【研究担当者】小池 帆平、日置 雅和、河並 崇、松本 洋平、堤 利幸
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

スーパーコンピュータ (Cray XD1 など) から各種情報家電まで幅広い分野で大量に利用され、その重要度が増す FPGA (Field Programmable Gate Array: プログラム可能論理素子) において、デバイスの微細化スケールに伴う漏れ電流によって発生する静的消費電力を最小限にするための技術を開発する。本研究課題では、まず、FPGA の静的消費電力を最小化する手法として、FPGA を構成するデバイスのしきい値電圧を細粒度でプログラム可能とした超低消費電力 FPGA 「Flex Power FPGA ((FP)²GA)」を提案する。そして、(1) Flex Power FPGA アーキテクチャの検討、(2) 既存デバイス (バルク MOS) 及び将来デバイス (ダブルゲート MOS 等) を前提とした内部回路の検討、(3) LSI 試作サービスによる実証チップの設計・試作、(4) クリティカルパス上のデバイスのしきい値を適切に割り当てる省電力 CAD ソフトウェアの開発までを統合的に進め、1年目の基本動作を確認し概念を実証する基本チップの開発、次の2年間での段階的な改良を加えた一連の改良チップの開発を通じて、Flex Power FPGA の低消費電力性能を実証する。さらに、後半2年間では、動的リコンフィギュラブル技術、制御性の高いデバイスの採用等の新たな技術と融合した発展チップを開発することによって、FPGA の消費電力を100分の1以下に低減させ、低消費電力型高速大容量情報処理システムの基盤技術の確立を目指す。

平成18年10月からの研究開始に先立ち、研究用ソフト

ウェアツール Flex Power VPR の開発、これを用いたシミュレーション評価、基本構成要素のみを集積した実験チップの開発などを行なってきた。平成18年度は、実験チップの性能測定、基本構成要素の性能を測定するための TEG チップの開発、基本チップアーキテクチャの検討、今後開発するチップのための実験環境の構築など基本チップ開発の準備を進めてきており、今後、基本チップの開発へと進む見通しである。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、しきい値調節

【テーマ題目10】High-k 絶縁膜/Si 直接接合技術の開発

【研究代表者】安田 哲二
(先端デバイス材料グループ)

【研究担当者】安田 哲二、宮田 典幸
(常勤職員2名)

【研究内容】

LSI のゲートリーク電流を抑制し低消費電力化を実現するために開発が進められてきた高誘電率 (High-k) ゲート絶縁膜の実用化が間近に迫っている。High-k 絶縁膜をシリコン上に形成する場合、1 nm 厚前後の SiO₂ 系の層を界面に挿入することによって、High-k 絶縁膜導入による界面特性の劣化を防ぐのが一般的である。しかし、将来、ゲート絶縁膜の実効酸化膜厚さを1 nm 以下に縮小するためには、SiO₂ 系の界面層を挿入することなく、良好な界面特性を得る技術が必要である。

本テーマでは、超高真空下での電子ビーム蒸着によりシリコン上に Hf 膜を形成し、これを10⁻⁴ Pa 台の酸素分圧下で熱処理することにより、HfO₂ とシリコンを直接接合する技術を開発した。この界面は、SiO₂ 系の界面層が存在しないにもかかわらず、良好な金属-絶縁体-半導体 (MIS) 容量特性とリーク電流特性を示した。その詳細な解析から、直接接合界面に特徴的な界面ダイポール形成、付加的なゲート容量成分及びコンダクタンス成分が存在することを明らかにした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】High-k 絶縁膜、界面ダイポール、リーク電流、界面準位

⑤【光技術研究部門】

(Photonics Research Institute)

(存続期間：2001.4～終了日)

研究部門長：渡辺 正信

副研究部門長：八瀬 清志、鳥塚 健二

上席・主幹研究員：土田 英実 (上席)、大柳 宏之
(主幹)、西井 準治 (主幹)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば東、関西センター

人員：65名（63名）

経費：1,064,072千円（400,561千円）

概要：

(1) 当部門のミッション

21世紀を安全・安心で快適な社会とするに必要な高度情報化の推進と新産業創出に寄与するため、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムの高度化、及び情報・通信システムと実世界との情報の授受の高度化に資する技術の研究開発を推進する。

(2) 研究開発の概要

情報通信、ディスプレイ、入出力、情報記録、センシング・計測・イメージング等の各産業分野において光技術の貢献が期待されている。一方、光技術研究部門のコア技術としては、超短パルスレーザー技術、光計測・制御技術、化合物半導体や有機半導体及び酸化物材料のデバイス化技術等が挙げられる。これらの内外のニーズとシーズを鑑み、光技術研究部門が第二期に重点的に取り組むべき課題として以下の3つを設定する。すなわち、情報通信技術を中心とする光 IT 技術、ディスプレイ・入出力デバイスを中心とする光インターフェース技術、強いシーズを元に新技術開拓を行う光フロンティア技術を推進する。

光技術研究部門では、この三課題を中心に有機的連携を図りつつ光科学・光工学の研究開発を行い、これらの大きな流れに基づく具体的成果の結実と基盤技術の充実、分野間の融合と将来の芽の育成を系統的に進めることにより、本格研究を推進する。各課題では、具体的には以下の技術項目を重点的に進める。

a) 光 IT 技術

a-1) テラビット (Tb/s) 級大容量光通信技術のための光信号制御・デバイス技術の開発を行う。第二期中の実用化を目指して160 Gb/s 以上の実装可能な光スイッチデバイスの開発を進める。

a-2) 次世代の光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイス及び集積化のためのナノフォトニクス技術やフォトニック結晶技術による超小型光回路を開発する。

a-3) 将来の通信のセキュリティや大容量化等に資する、量子暗号・情報通信技術の高度化を推進する。

b) 光インターフェース技術

b-1) 有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法による大面積・フレキシブルな薄膜トランジスタ及び表示素子の開発を行う。

b-2) 受光・発光・表示素子、光スイッチ、フィルタ

及び光導波路等を一体化した光回路作製技術を開発する。

b-3) フレキシブル情報家電用のガラス、プラスチック等の透明基板のナノスケールでの加工・修飾・計測技術を開発する。

c) 光フロンティア技術

c-1) アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導する。

c-2) ライフサイエンス分野との融合により、光計測・情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の開発を行う。

外部資金：

経済産業省 技術振興課委託費

(原子力試験研究委託費)

「真空紫外-軟 X 線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発」

「低エネルギー光子による物質制御に関する研究」

「超高輝度 KHz プラズマ X 線源とその応用の研究開発」

(中小企業産業技術研究開発委託費)

「高機能計測機器の開発/高感度走査型プローブ NMR 顕微鏡の研究開発」

「高機能レーザ表面着色装置の開発 (高速加工用プロトタイプ機の試作、及び、各種金属材料への発色技術開発)」

「高機能レーザ表面着色装置の開発 (高速レーザ処理法の開発、及び、着色部の高機能化・耐久性向上技術の開発2)」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度

「任意タイミング読み出し可能光バッファを目指したフォトニック結晶光回路の開発」

「光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

(NEDO 委託費)

「革新的部材産業創出プログラム/新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム・超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」

「エネルギー使用合理化技術戦略の開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発/省エネ超短パルスレーザーの研究開発」

「電源利用技術開発等委託費/分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発/革新的省エネ型高効率光増幅技術開発」

(NEDO 受託)

「革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材
基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム 次
世代光波制御材料・素子化技術」

「高効率有機デバイスの開発」

「ナノガラス技術」成果物の波及効果調査研究」

(NEDO 助成金)

「高感度光検出型メンタルヘルスケアチップの開発」

「石英ガラスのレーザー光化学加工による高機能微細デ
バイス作製技術の開発」

「蒸散モニターによる農作物の高効率精密生産に向けた
三次元ナノポーラスフィルムセンサーデバイス技術の
開発」

「真空スプレー法を用いた高分子型 EL 素子製造装置の
開発」

「高性能なプリンタブル n 型有機薄膜トランジスタの
開発と有機 CMOS への応用」

文部科学省 科学研究費補助金

「ナノチューブ含有非線形導波路デバイスの構築」

「光刺激による超分子キラリティの発現とその応用」

「多波長フェムト秒パルス間のコヒーレンス測定とアト
秒パルス列発生」

「低温マトリックス反応場を利用した共役系拡大型ビス
アリン生成に関する研究」

「多モード干渉導波路アレイによる3次元分光スイッ
チ」

「レーザー低温プロセッシングによるβ-鉄シリサイド
のフレキシブル光素子作製」

「構造制御型有機薄膜メモリーの創製」

日本学術振興会 (JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員
奨励費

「高温超電導物質における電子格子相互作用に関する研
究」

「透明材料のレーザーアブレーションによる中空光導波
路及び高機能光デバイスの作製」

独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 委託費
(CREST)

「光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測」

「3次元表示デバイスの高性能化・高解像度化に関する
研究」

内部グラント 標準基盤研究

「ホログラム記録材料の光学的特性測定方法」

発 表：誌上発表259件、口頭発表421件、その他40件

情報通信フォトニクスグループ

(Information Photonics Group)

グループリーダー：土田 英実

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：超高速光信号処理・計測技術、及び量子通信
技術に関して、サブシステム化まで視野に入れた研
究開発を行い、情報通信ネットワークの大容量化・
高度化に資すること目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：超高速光伝送や全光
ノードによる通信ネットワークの大容量化・高機能
化、及び通信のセキュリティ向上に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：光信号処理技術は半導体デバ
イスをベースとして開発を進め、将来の集積化や消
費電力低減の点で優位性がある。量子通信技術では
量子もつれ合い発生・制御、光子数検出器に関して、
光通信波長帯では世界最高水準の技術を有している。

研究テーマ：テーマ題目 (a-1)、テーマ題目 (a-3)

光電子制御デバイスグループ

(Ultrafast Optoelectronic Devices Group)

研究グループ長：小森 和弘

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：次世代大容量情報通信用の超高速デバイス及
び将来の量子情報通信用の革新的デバイスを開発す
ることを目的としている。特に、新材料・新構造
(量子ナノ構造・フォトニック結晶) 作製技術と超
高速光電子制御・計測技術を用いて、ナノフォトニ
クス集積デバイスの研究開発と超高周波集積デバイ
スの研究開発を重点研究として行う。
- ・国際的な研究レベル：ナノ構造 (量子ドット、フォ
トニック結晶) 作製技術、デバイス作製技術、超高
速光計測・制御技術を用いた下記の研究を展開し、
世界最高レベルの成果を得ている。

①ナノフォトニクス集積デバイスの研究開発

1-1) ナノ材料・デバイス技術：量子ドットレーザー

1-2) 光集積回路技術：フォトニック結晶集積デバイ
ス

1-3) 超高速光制御・計測技術&革新的デバイス技
術：量子情報デバイス

②超高周波集積デバイスの研究開発

2-1) ナノ FET 素子&超高周波発振素子：新型ナノ
FET

2-2) 超高周波回路&アンテナ設計&超高周波計測技
術開発：アンテナ一体超高周波発振器

研究テーマ：テーマ題目 (a-1)、テーマ題目 (a-2)

ハイブリッドフォトニクスグループ

(Hybrid Photonics Group)

グループリーダー：森 雅彦

(つくば中央第2)

概要：

- ・目的：将来の光通信システムで必要とされる高機能、かつ低コストで製造可能な光通信デバイスの基盤技術、及びそれらのデバイス化、システム化技術の開発を目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：新規デバイスを用いて、光通信ネットワークの大容量化・高機能化、及び産業競争力強化に資する。
- ・国際的な研究レベル：有機半導体光（物性・デバイス）の評価技術、作製・プロセス技術として世界トップレベルの技術を有している。また、カーボンナノチューブ可飽和吸収素子、カーボンナノチューブのポリマーへの分散化技術等は世界最高の技術である。

研究テーマ：テーマ題目 (a-2)

光波制御デバイスグループ

(Nano-structured Photonic Device Group)

研究グループ長：西井 準治

(関西センター)

概要：

- ・目的：本グループは、ガラス、樹脂等の透明材料をベースにして、フォトニックバンドや量子サイズ効果を駆使し、機能・コスト面で先駆的な光学素子の研究開発に取り組んでおり、光通信や情報家電機器、各種光センサーの高度化に貢献することを目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：次世代光学素子の基盤技術開発に取り組み、情報家電や情報通信分野の光学システムの高度化に貢献する。
- ・国際的な研究レベル

(1) 機能集積デバイスの基盤技術として、波長と同レベルの周期構造を形成できる微細加工技術を駆使し、FDTD 等での設計によって極微分波素子などのデバイスを試作。

(2) 熱インプリント方式で、ガラス基板表面に周期500 nm で高アスペクト比の1次元構造や、周期300 nm の反射防止構造の試作に成功（世界初）。

研究テーマ：テーマ題目 (a-2)、(b-3)

有機半導体デバイスグループ

(Organic Semiconductor Devices Group)

研究グループ長：鎌田 俊英

(つくば中央第4、第5)

概要：

- ・目的：次世代ヒューマンインターフェース情報端末機器に必須となる、耐衝撃性・好接触感・拡張性・低消費電力・低生産エネルギーなどの特性を有する

フレキシブル入出力・制御デバイスの創製技術の開発を目指し、そのためのキーテクノロジーとなる「フレキシブル・プリンタブル半導体デバイス創製技術基盤」を開発する。

- ・意義、当該分野での位置づけ：従来の情報端末機器の更なる高度化に加え、新規に紙をベースとした情報端末の電子化を可能にさせるなどして、ユビキタス情報端末機器の大量普及化を促進し、IT 技術の裾野拡大・社会への浸透普及促進に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：世界初の有機 TFT 駆動カラーLCD の開発、世界初のフレキシブル印刷メモリアレイの開発、新規印刷バイオセンサ、全印刷無線タグの開発など、フレキシブル・プリンタブルデバイスを作製する技術は、世界最高レベルの評価を得、当該技術分野の牽引役を果たしている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-1)

分子薄膜グループ

(Molecular Thin Films Group)

研究グループ長：阿澄 玲子

(つくば中央第5)

概要：

- ・目的：有機分子・高分子が有する光電子機能を最大限に活かし、軽量、フレキシブルで耐衝撃性等に優れ、かつ低消費エネルギーで製造・駆動が可能なディスプレイ、トランジスタ、光部品等の研究開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：有機デバイスの実用化に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：有機電界発光 (EL) 素子と光電変換素子と一体化させた外光取り込み型有機 EL や、摩擦転写法を用いた偏光高分子 EL 素子など、他に例がないオリジナル高性能素子を実現している。また、溶媒に可溶性 n 型有機半導体を用いた薄膜トランジスタの性能では世界トップクラスである。さらに、複数グループによる、光非線形性を利用した3次元ディスプレイ研究の中核となっている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-1)

レーザー精密プロセスグループ

(Laser-Induced Materials Processing Group)

研究グループ長：新納 弘之、八瀬 清志

(つくば中央第5)

概要：

- ・目的：光の特性を最大限に生かすことによって新産業創出に寄与することを目標として、石英ガラス等透明材料の微細加工プロセスなどの先端的レーザー精密プロセスを駆使した高付加価値化加工手法の開発、及び新機能デバイスプロトタイプの作製を通じ

て、材料加工プロセスの高度化技術の研究を推進する。

- ・意義、当該分野での位置づけ：情報通信・化学／医療などの先進産業分野におけるデバイス製造に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：当研究チームにおいて独自に開発してきたレーザー誘起背面湿式加工法による石英ガラス等透明材料の微細加工プロセスは、国際的に注目される技術であり、また、その特性を生かしたマイクロ流体デバイスやバイオ分析デバイスなどのプロトタイプ試作は極めて先進的な取り組みである。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)、テーマ題目 (c-2)

デバイス機能化技術グループ

(Photonic Device Application Group)

研究グループ長：谷垣 宣孝

(関西センター、つくば中央第2)

概要：

- ・目的：高度な材料プロセス技術及び精密・高感度計測技術を駆使し、分子配向・ナノ構造を有する高分子材料の創製、機能化、光物性測定を行い、ヒューマンインターフェイス光デバイスの開発を目指す。また、光計測技術の実用化を目指し、新規計測技術・装置の開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：ディスプレイなどのヒューマンインターフェイスデバイス開発に寄与する。また、新規計測技術はライフサイエンス、ナノテクノロジーへ応用される。
- ・国際的な研究レベル：摩擦転写法、蒸気輸送法などのオリジナルのプロセス技術を用いた有機デバイス開発をおこなっている。また、計測技術に関しては超偏極希ガス利用の NMR・MRI 応用では世界のトップレベルであり、走査型力検出 NMR 顕微鏡など新しい方式に基づく装置開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)

光電子プロセスグループ

(Photonic Process Group)

グループリーダー：太田 浩二

(関西センター)

概要：

- ・目的：先進的な光計測技術を駆使することで材料内での光電子過程を理解し、また得られた光電子物性向上に関する情報を、光加工及び光デバイス応用へとつなげていくことを目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：(1) 将来的な三次元(多層)光ストレージメモリ等のための基盤的材料技術として、高感度二光子吸収材料の開発とその評価、及び(2) 独自の多層膜 FZP 方式による高エネ

ルギーX線用レンズの開発とその中性子線への応用展開に取り組んでいる。

- ・国際的な研究レベル：材料の二光子吸収特性の評価技術に関しては、国際的にも有数の研究機関と認識されており、国内外との共同研究を通して、将来の多層光記録に有望な化合物の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-3)

超短パルスレーザーグループ

(Ultrafast Lasers Group)

研究グループ長：鳥塚 健二

(つくば中央第2)

概要：

- ・目的：パルス光波合成等の新技術を開発し、未踏領域の光パルス発生、制御技術を開拓することで、超高速技術を先導する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光パルスを利用した、計測や物質プロセスに資する技術である。主な研究内容は、(1)パルス光を電界波形のレベルで制御するパルス内光波位相(キャリアエンベロープ位相; CEP)制御とパルス圧縮・増幅の技術、(2)パルス光波合成に繋がる、異波長光の精密タイミング制御と位相制御の技術、及び(3)超短パルスレーザーの普及に向けた、レーザー高効率化とパルス利用の技術。
- ・国際的な研究レベル：超短光パルスの発生、制御技術に関するトップグループの一つ。特に、異波長パルス光間の位相制御及びタイミング制御は当所が先導して開拓してきた技術で、トップの精度を有する。また、レーザー増幅パルスについて短パルス世界最高記録を保持している。さらに、パルス内光波位相(CEP)制御光の増幅実現はウィーン工大に次ぐ2番手だが、高出力化が可能な、再生増幅器と回折格子ストレッチャーを組合せた方式、である点に特長がある。

研究テーマ：テーマ題目 (c-1)

光画像計測グループ

(Advanced Optical Imaging Group)

研究グループ長：天神林 孝二、白井 智宏

(つくば東)

概要：

- ・目的：産業上有用で新規な光画像計測技術を研究開発する。具体的には、補償光学等による光波面制御技術、画像分光技術、それらの医療診断(眼底カメラ)への応用、多層構造の光学部品の形状や機械部品の表面形状の計測、などを行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光の共通基盤技術の研究開発によって新産業創出や福祉高齢社会の達成に貢献する。

- ・国際的な研究レベル：光波面を補償したり制御する技術、波長走査干渉計の解析アルゴリズム等において国際的に競合している。

研究テーマ：テーマ題目 (c-2)

バイオフォトニクスグループ

(Bio-Photonics Group)

研究グループ長：牛島 洋史

(つくば中央第5、第2)

概要：

- ・目的：「光情報技術」と「ナノバイオテクノロジー」の融合により、大量の情報を並列的に短時間で処理し、高密度集積化できる「光検出型ナノバイオ素子」の開発及びその関連技術の確立を目指す。
- ・意義、当該分野での位置づけ：バイオ関連物質の非特異吸着と、吸着による変性を防ぐため、シリコンをセンシング界面に適用可能な、光導波モードによる検出機構を開発した。具体的には、従来の表面プラズモン共鳴 (SPR) センサではセンシング界面が金であるため、タンパク等の変性が避けられなかったが、金蒸着膜上に積層したシリコンをセンシング界面と導波路として用いることでタンパクの非特異吸着を防ぐとともに、従来比4倍の高感度化に成功した。
- ・国際的な研究レベル：ゲノム創薬等のため、ヒト遺伝子の機能解明やヒトを特徴づける遺伝情報の抽出、さらには健康や長寿関連遺伝子の同定などが重要な課題となっている。その必須のツールが DNA チップと呼ばれるマイクロアレイである。産総研では、センシングとイメージング、情報記録を三位一体に光を使って行うという新規な次世代の DNA チップの開発を行っており、集積度及び感度において世界トップレベルである。

研究テーマ：テーマ題目 (c-2)

[テーマ題目 a] 光 IT 技術

(運営費交付金、資金制度 (外部))

(NiCT 委託研究：光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発、総務省 SCOPE：任意タイミング読み出し可能光バッファを目指したフォトニック結晶光回路の開発、CREST：光量子位相制御・演算技術の研究、偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発、など)、及び企業と共同研究などで行っている「光 IT 技術に関する研究」)

[研究代表者] 土田 英実

(情報通信フォトニクスグループ長)

[研究担当者] 小森 和弘、森 雅彦、西井 準治他
(常勤職員21名、他13名)

[研究内容]

a-1) テラビット (Tb/s) 級大容量光通信技術のための光信号制御・デバイス技術の開発

第二期中の実用化を目指して40~160 Gb/s で動作可能な光信号処理技術、実装可能な160 Gb/s 以上の光スイッチデバイスの開発を進める。平成18年度は、40 Gb/s 光3R 再生の特性改善と性能評価を行い、ペナルティ 1.7 dB を実現した。超高速光信号処理デバイス研究ラボと共同で、InGaAs/AlAs/AlAsSb 量子井戸サブバンド間遷移における相互位相変調効果を発見し、これを用いた10 Gb/s 波長変換において、ペナルティ2.5 dB を実現した。

a-2) ナノフォトニクス技術・フォトニック結晶技術による超小型光回路開発

新しい材料や量子構造の創製技術を確立し、次世代情報通信技術に資する未踏技術領域での光電子デバイスを実現することを目的とし、高品質な新材料や量子ナノ構造の作製技術を基に、次世代の光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイス及び集積化のための、プロトタイプを試作、実証を行う。

平成18年度には、化合物半導体を用いた研究において、高均一化、高密度化の両立が可能な1.3 μm 帯量子ドット材料の開発に成功し、量子ドットレーザーでは世界最高利得の室温連続発振を達成した。また、超高周波 (100 GHz 超) 発振器に繋がる、新型のデュアルチャネル負性抵抗電界効果トランジスタ FET の開発 (室温動作、大電流動作化) に成功した。

有機材料をベースに、カーボンナノチューブを均一分散した光導波路を作成することに成功し、偏光依存性のある吸収飽和を観測した。また、波長と同レベルの周期構造を形成できるガラス微細加工技術を駆使し、FDTD 等での設計によって極微分波素子などのデバイスを試作した。

a-3) 量子暗号・情報通信技術の高度化

情報通信のセキュリティ向上や大容量化に資するため、2光子量子もつれ状態の発生技術、及び光子数識別検出器の開発を行う。また、量子演算用のデバイスに関する先進的研究も行う。平成18年度は、パルス励起による2光子もつれ発生と2光子干渉におけるコントラスト85 % を実現し、光子数分解能2.5の超伝導転移端センサを開発した。また、量子コンピュータ用の素子として世界で初めて多ビット化が可能な素子構造の開発に成功し、初期的な量子演算実証実験 (1 qubit 回転ゲート操作、2 qubit 制御ゲート操作) に成功した。

[分野名] 情報通信分野

[キーワード] 超高速光信号処理、光3R 再生、超高速光スイッチ、フォトニック結晶、光導波路、ナノ構造デバイス、量子ドット、電界効果トランジスタ (FET)、光子検出、高感度光センサ、量子暗号通信

〔テーマ題目 b〕 光インターフェース技術

（運営費交付金、NEDO 委託研究費
（高効率有機デバイスの研究、超フレキシブルディスプレイ部材技術開発、次世代光波制御材料・素子化技術）及び民間企業と共同研究などで行っている「光インターフェースに関する研究」）

〔研究代表者〕 八瀬 清志

（副研究部門長、レーザー精密プロセスグループ長）

〔研究担当者〕 鎌田 俊英、阿澄 玲子、谷垣 宣孝、
太田 浩二他（常勤職員23名、他34名）

〔研究内容〕

b-1) 有機・高分子系材料薄膜トランジスタ及び表示素子の開発

有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法による大面積・フレキシブルな薄膜トランジスタ及び表示素子等の開発を行う。ヒューマン・フレンドリーな光電子デバイスのフレキシブル、低コスト、低消費電力かつ高性能の有機デバイスの創製のため、フレキシブル・ディスプレイ、印刷法を用いて作製する有機トランジスタ、外光を取り込むことで高効率に発光する有機 EL 素子及び酸化物ガラスへの半導体超微粒子の分散による高輝度発光体等の研究を行う。平成18年度には、有機薄膜トランジスタ用のインク材料及びその印刷技術を開発し、全印刷で液晶ディスプレイの駆動回路を試作することに成功した。

b-2) 素子、光導波路等を一体化した光回路作製技術の開発

受光・発光・表示素子、光スイッチ、フィルタ及び光導波路等を一体化した光回路作製技術及び、レーザー微細加工技術等の要素技術を研究開発するとともに、次世代光部品としての、合分波（パッシブ）及び光スイッチ（アクティブ）光導波路の開発を行う。平成18年度には、当所が開発した摩擦転写法による高偏光比の有機電界発光デバイスにおいて、発光色のチューニングに成功した。また、当所独自のレーザー微細加工 LIBWE 法によるガラス鋳型作製とシリコン樹脂微細壁アレイ構造への転写に成功した。

b-3) ナノスケール加工・修飾・計測技術の開発

フレキシブル情報家電用のガラス、プラスチック等透明基板のナノスケールでの加工・修飾・計測技術を開発する。平成18年度には、熱インプリント方式で、ガラス基板表面に周期500 nm で高アスペクト比の波長板や、周期300 nm の反射防止構造などの可視域対応素子の試作に世界で初めて成功した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料・製造分野

〔キーワード〕 有機半導体、有機デバイス、有機 TFT、有機 EL

〔テーマ題目 c〕 光フロンティア技術

（運営費交付金、資金制度（外部）
（JST-CREST 委託：光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測、
NEDO 委託：省エネ超短パルスレーザーの研究開発、NEDO 産業技術研究助成事業：高感度光検出型メンタルヘルスケアチップの開発、など）もしくは民間と共同研究などで行っている「光フロンティア技術に関する研究」）

〔研究代表者〕 鳥塚 健二

（副研究部門長、超短パルスレーザーグループ長）

〔研究担当者〕 天神林 孝二、白井 智宏、牛島 洋史、
大柳 宏之他（常勤職員21名、他16名）

〔研究内容〕

c-1) 超短光パルスの発生・制御・計測の研究開発

アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導することを目的として、光波位相や光パルスのタイミング等を精密制御し、超短光パルス光源の極限性能の追求や、新しい概念に基づく計測・物質操作技術を開発する。パルス圧縮が主流である超短光パルス発生技術に、パルス光波合成の手法を導入して電界波形を制御することで、超短光パルス技術の新しい展開を図る。

平成21年度までの第2期で、異波長光パルスの合成により、5フェムト秒 (fs) 以下パルスの発生を行うとともに、パルス特性精密制御技術を開発し、増幅パルスでタイミング精度3 fs、パルス内光波位相 (CEP) 精度0.2 rad を得ること、また、光イオン化等の物理過程で、これらの光パルス発生制御技術の効果を確認することを目指す。

平成18年度には、チタンサファイアレーザー（波長800 nm）とクロムフォルステライトレーザー（1250 nm）において、sub-rad 精度のパルス内光波位相制御と0.1 fs 精度のタイミング同期を両立することに成功した。また、ファイバーレーザー（1520 nm）における sub-fs 精度のパルスタイミング制御を初めて実現した。

c-2) 光計測・情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の開発

ライフサイエンス分野との融合により、光計測と情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の新しい技術創出を目指して、高機能眼底カメラ、及びバイオ・ケミカルセンサーデバイスの研究開発を行う。

眼底カメラの高機能化については、分解能を飛躍的に向上させるための医療用の補償光学技術、及び眼底の機能情報をマッピングするための眼底画像分光（分光イメージング）技術の開発を行い、眼底カメラへの実装を目指す。

平成18年度には、走査型の眼底分光イメージング装置を試作し、補償光学技術との融合を図るために必要な条件等の抽出を行い、眼底の分光情報を高速・高分解能で取得する装置を実現する見通しを得た。さらに、眼底カメラ型の眼底分光イメージング装置を試作し、取得した眼底の分光画像セットから、多変量解析に基づき眼底血管の酸素飽和度を定量的に評価する手法を考案し有効性を実験的に確認した。

バイオ・ケミカルセンサーデバイスについては、金属ナノ微粒子をマーカとする高感度プラズモン共鳴（SPR）イメージング法と表面ナノ微細加工を組み合わせることにより、従来チップに無かった高感度・高速・高密度集積型のバイオ・ケミカルチップ実現を目指す。平成18年度には、ストレス関連物質である、カテコールアミンの蛍光誘導体化反応生成物に関して、蛍光検出に初めて成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス分野、計測標準分野

【キーワード】超短パルスレーザー、補償光学、画像分光、眼底イメージング、バイオセンサー、表面プラズモン

⑥【人間福祉医工学研究部門】

(Institute for Human Science and Biomedical Engineering)

(存続期間：2001.4～終了日)

研究部門長：赤松 幹之

副研究部門長：多屋 秀人、本間 一弘

上席・主幹研究員：佐川 賢、山根 隆志

所在地：つくば中央第6、東事業所、関西センター

人員：70名（68名）

経費：730,888千円（367,589千円）

概要：

人間福祉医工学研究部門では、健康長寿で質の高い社会や生活の実現に寄与する研究開発を行う。生活者としての人間や生体システムとしての人間の科学的理解を深めることにより、高度情報化された生活環境の中で少子高齢化を迎えた社会に暮らす人々のためになることは何であるかを見極めたうえで、人間の科学的理解によって得られた知見を基にした製品を人々の生活に導入することをミッションとする。

このミッションを果たすために、安全・安心な生活環境を創出する機器、使いやすい製品を設計することを支援する技術、健康増進のための機器、患者にとって安全で負担の少ない医療機器技術、医療高度化の支援技術などの研究開発を進め、人間生活及び医療福祉機器関連産業の育成・活性化に貢献する。

課題1 人間生活における認知・行動の計測・評価技術の開発（人間生活工学分野）：

認知計測・解析技術を基盤として、低負荷でウェアラブルな認知計測技術を開発し、そのデータを用いて認知行動モデルを構築するとともに、行動分析技術を基盤として、情報機器利用行動プロセスの評価を実施し、情報獲得行動等のモデル化を行う。また、高臨場感環境に対応するために、感覚知覚機能計測技術を基盤として、複合感覚情報による生体作用評価を実施し、そうした情報による生体作用のモデル化を行う。これらのモデルを用いて、ユビキタス情報提示環境のユーザ適合性評価技術を開発するとともに、その過程において、関連するさまざまな問題解決の手法を提案する。

課題2 高齢者・障害者のための標準化研究（人間生活工学分野）：

高齢者・障害者・消費者の、安全で快適な生活環境の実現に向けた技術開発に関する研究を遂行し、人間生活関連産業の育成・活性化のための標準的技術の確立を目的とする。そのため、人間の感覚知覚の分野において、高齢者・障害者の特性を人間工学的に計測し、そのデータベースを作成するとともに、それに基づいて、高齢者・障害者のニーズに対応した製品・環境の設計技術や、消費者の安全性を確保するための技術を開発し、その技術を国内外の規格として制定・普及させる。

課題3 身体機能の回復・改善による健康増進技術の研究開発（健康福祉工学分野）：

活力ある高齢社会の実現に資するため、産総研独自の健康増進技術を構築することをねらいとして、動作や循環に係る身体調節機能を計測・評価する。さらに、これらの身体調節動態をモデル化するとともに、身体運動や睡眠がこれらの機能に及ぼす影響を解明することにより、機能回復・改善のための基盤技術を研究開発する。

課題4 高次生理機能計測技術と高度診断治療機器技術の開発（医工学研究分野）：

より高精度で安全かつ効果的な診断を実現するため、疾病などに伴う組織構造及び代謝機能の変化を治療前後及び治療中に捉えるためのマルチモダリティ迅速計測及び微細生理機能計測技術、医師の第二の手として安全確実に病変部に到達・治療する高精度針穿刺・微細マニピュレーション技術及びそれら新規技術を安全に使いこなすための手術手技スキル評価・トレーニング手法を研究開発する。

課題5 長期生体適合性を有する代替治療機器の研究開発（医工学研究分野）：

手術だけでは対応できないまでに機能を喪失した器官に対して、その機能を人工的に代替・再生する代替治療機器が必要である。そのため長期生体適合性と耐久性を有する人工臓器及び拒絶反応無く組織接着性・組織誘導性を持つ高機能生体材料の研究開発を行うとともに、ガイドライン策定等の産業化支援を行う。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金（萌芽）「動作調節機能とその学習過程を模擬・評価するための神経筋系数理モデルの研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）「体性感覚－運動連関機能の評価方法開発とその神経生理学的機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）「ヒトの心理生理反応の定量的計測による聴覚の動的処理機能解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「大動脈形状の加齢変化が動脈脈波伝播速度測定に及ぼす影響」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「MRI 内生体組織マイクロマニピュレーションの研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「高齢者・弱者のための歩行用視覚情報提示法に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「意識的知覚のゲートウェイとしての心的構えの維持と非意図的制御に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「超音波加振に基づく MR マイクロエラストグラフィ技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「骨格筋の不活動に伴って変化する心循環調節機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「動的分類画像法を用いた詳細な顔情報処理時空間特性の可視化とその応用」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「生体と人工心臓のインタラクティブ治療制御法を核とした左心補助人工心臓の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「高齢者・障害者を考慮した聴覚情報環境の評価方法と情報提示手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「不均一温熱

環境が睡眠時の人体に及ぼす影響の解明と住環境の安全で快適な空調計画」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「記憶と情動の関係における海馬－扁桃体－前頭前野回路機能の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「聴覚障害者のイメージ言語処理特性を踏まえたウェブコンテンツのデザインと評価」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業（科学研究費補助金・特別研究員奨励費）「超短波帯の電磁波による生体内非侵襲計測技術の開発と生活支援への応用」

NEDO 助成金「ハイパーミラーによる遠隔技能トレーニングシステムの研究開発」

NEDO 助成金「骨導超音波知覚を利用した重度難聴者のための新型補聴器の実用化開発」

National Institutes of Health（アメリカ国立衛生研究所）助成金（NIH グラント）「骨粗鬆症治療のための生体材料 Mg/Zn/F-BCP」

経済産業省 技術振興課委託費（平成18年度試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの））「衣服の影響に関する研究」

経済産業省 技術振興課委託費（平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費）「健康寿命延伸に向けた体調維持管理用の各種計測解析診断装置の開発/家庭用動脈硬化度評価技術の研究開発」

経済産業省 技術振興課委託費（平成18年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの））「低周波騒音と苦情者感覚特性の現場同時計測・評価法の開発に関する研究」

経済産業省 技術振興課委託費（産業技術研究開発委託費）「平成18年度産業技術研究開発委託費（アクセシブルデザイン技術の標準化）」

経済産業省 技術振興課委託費（戦略的技術開発委託費）「戦略的技術開発委託費（医療機器ガイドライン策定事業（医療機器に関する技術ガイドライン作成のための支援事業）」

総務省（総務省戦略的情報通信研究開発推進制度）「重度難聴者用の聴覚コミュニケーションツールの開発のた

めの骨導超音波知覚現象の解明」

文部科学省 科学技術振興調整費（科学技術総合研究委
託 重要課題解決型研究等の推進）「状況・意図理解に
よるリスクの発見と回避」

NEDO 「ナノテクノロジープログラム／ナノテク・
先端部材実用化研究開発／自己治癒力を誘導する抗感染
性カテーテルの開発」

NEDO 「健康安心プログラム／身体機能代替・修復
システムの開発／生体親和性インプラント材料のテク
ロジーアセスメント技術」

その他（経済産業省経由）（平成18年度石油精製業保安
対策委託費）「石油プラント保守・点検作業支援システ
ムの開発の「ウェアラブルセンサ情報の理解・解析手法
の開発」」

その他（他独法経由）「マルチアングル光散乱法による
タンパク質の集積機構解明」
（宇宙医学委託研究）「短時間でストレス、疲労度、パ
フォーマンスの低下を自己評価できるテスト方法」

（社）日本化学協会 平成16年度日化協・長期自主研究
（LRI）化学物質の安全性評価法に関する発達の学
習・記憶試験の開発（3）

文部科学省 科学技術振興調整費 組織医工学における
材料・組織評価法の確立／計測技術評価手法の確立

国立大学法人東京大学（NEDO からの再委託）再生
医療評価研究開発事業／三次元複合臓器構造体研究開発

福山通運渋谷長寿健康財団 福山通運渋谷長寿健康財団
研究助成 脳動脈瘤及び脳内疾患における手術シミュレ
ーションの研究開発

内部資金：
標準基盤研究「生体材料の切り欠き感受性評価方法」

標準基盤研究「ロービジョン者用視覚表示物における色
及び輝度コントラストの標準化」

標準基盤研究「人間特性データ解析－安全確保に係る聴
覚及び動作特性－」

標準基盤研究「製品の香りや匂いの官能評価のための嗅
覚同定能力測定法の標準化」

標準基盤研究「年齢別聴覚閾値分布の標準化」

発表：誌上発表338件、口頭発表413件、その他36件

アクセシブルデザイン研究グループ
（Accessible Design Group）

研究グループ長：佐川 賢

（つくば中央第6）

概要：

高齢社会における安全で快適な生活に関する研究を
遂行し、人間生活関連産業の育成・活性化のために貢
献することを目標とする。このため、人間の感覚知覚
の分野において、高齢者・障害者の特性を人間工学的
に計測し、そのデータベースを作成するとともに、そ
れに基づいて ISO/IEC ガイド71に推奨された高齢者
障害者配慮の設計技術（アクセシブルデザイン）を開
発する。さらに、その技術を国内外の規格として制定
し、アクセシブルデザインの普及を目指す。

研究領域は、聴覚、視覚、触覚の基本的な感覚知覚
特性及びこれらの感覚情報から認識レベルにいたる過
程の特性（言語理解、文字認識など）を対象とする。

具体的研究課題としては、低周波を含む騒音特性の
評価、音声案内技術、低視能力（ロービジョン）のた
めの視覚表示物の設計指針、IT 機器のユーザビリティ、
視覚障害者のための触覚情報表示技術などを実施
する。

研究テーマ：テーマ題目2

マルチモダリティ研究グループ
（Multimodal Integration Research Group）

研究グループ長：氏家 弘裕

（つくば中央第6）

概要：

人間の視覚、聴覚、味覚、平衡覚及び運動感覚等
の情報統合機構の解明と、人間の感覚知覚統合機能に
適合した VR 環境等のマルチモーダル情報提示技術の
開発を目指し、以下の研究を実施する。

(1) 情報提示効果の予測技術開発：

複数の感覚モダリティの情報提示による感覚知覚
への効果について、機能性と快適性の観点から評価
手法を検討し、マルチモーダル情報提示環境の向上
に資する基礎データの収集と分類を行う。具体的
には、視覚内モダリティの相互作用、視覚と体性感
覚等の感覚間情報統合過程の解明を行い、情報提示
効果の基礎的検討を行う。さらに、口腔内での味
覚、嗅覚、触覚の相互作用を解明するとともに、順
応効果や応答潜時など味覚・嗅覚機能の基礎特性の
解明を行う。

(2) リスク低減に資する知的基盤確立：

情報提示による生体影響に関するデータ収集とモ
デル化を行い、これに基づく健康面への影響評価
技術を開発し、ISO 等での規格化に向けた活動を展

開する。具体的には、マルチモーダル環境でとりわけ問題となるサイバー酔いについて、提示情報特性による影響と人間の個人差特性による影響を明らかにして、防止技術の基礎データを収集する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

認知行動システム研究グループ

(Cognition and Action Research Group)

研究グループ長：熊田 孝恒

(つくば中央第6)

概要：

認知行動システム研究グループでは、人間の認知行動を1つのシステムととらえ、外界とのインタラクションによってダイナミックに変容する認知特性を解明し、その研究成果を社会に還元することを目的とする。

実生活場面における認知特性計測に関する研究として、日常生活空間をシミュレートした視覚刺激における人間の認知特性の研究に着手する。

高齢者・障害者の認知行動特性の応用技術に関する研究として、注意機能及び遂行機能にかかわる高次脳機能の低下や障害がマルチタスク遂行に及ぼす影響を心理物理実験及び脳機能計測により明らかにする。さらに、動作の微細な調節を担う錐体外路機能と認知行動表現系との関連に関する研究を実施し、加齢や脳機能障害を評価するためのツールの開発を推進する。

また、マルチタスク遂行時の認知行動特性の計測に関する研究として、トップダウン情報とボトムアップ情報との情報統合、マルチタスク間でのタスクスイッチングや注意資源配分などに関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

ユビキタスイタラクショングループ

(Human Ubiquitous-Environment Interaction Group)

研究グループ長：北島 宗雄

(つくば中央第6)

概要：

人間生活においては生活環境における情報化及び情報と通信の融合が進み、情報技術がオフィスばかりでなく生活の場へも浸透し、ユビキタス社会が実現しつつある。すでに、携帯電話やPDA、またITS（高度道路交通システム）などの情報支援機器や行動支援機器、ネットワーク対応した家電機器の開発などが行われているが、その支援の恩恵を誰もが享受できるユビキタス社会を実現することが、社会的な要請となっている。

この要請に応えるために、ユビキタス機器利用時の人間の認知行動特性の理解を得ること、また、それに適合した情報支援・行動支援環境を創出することを目

的として、生活行動の把握技術の開発、ユビキタスイタラクションの評価技術の開発を行う。さらに、これらの認知行動特性の理解に基づいて、ユビキタス社会における人間の活動を支援することのできるユビキタスイタラクションの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

操作スキル研究グループ

(Skill Research Group)

研究グループ長：山下 樹里

(つくば中央第6)

概要：

近年の情報技術の進歩により、言葉や画像で表現された情報は非常に速く広範囲に伝達されるようになった。これに対し、身体動作や道具の操作スキルの伝達・教授方法は旧来のマンツーマンコミュニケーションに依存しており、情報化は遅れている。このため、例えば新しく高度な治療機器が開発されてもその普及速度は遅く、かつ伝達された操作スキルの質にも格差が生じるという大きな問題が生じている。

このため、身体動作・操作の行動計測及びその分析により、操作スキルレベルの客観的評価指標抽出及び効果的なトレーニング技術の開発を行うことにより動作・操作スキルの評価、伝達、教授手法の確立を目指す。

具体的には、身体動作・操作スキル教授場面として内視鏡下鼻内手術を取り上げ、精密疑似患者モデルを用いた手術操作スキル評価技術、スキルトレーニング技術の研究を医療機関と連携して行い、内視鏡下低侵襲手術の普及と安全性向上に資する。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目1

環境適応研究グループ

(Environmental Control Group)

研究グループ長：都築 和代

(つくば中央第6)

概要：

安全、健康で快適な睡眠を導く睡眠環境評価技術の確立を目指し、環境負荷低減を試みるために、不均一に温熱環境制御する評価技術に関する研究を行う。人工気候室に不均一温熱環境を設定し、被験者の睡眠時の生理・心理データを収集し、不均一環境が人体に及ぼす影響を解明する。さらに、不均一温熱環境下での快適性予測モデルや3次元人体熱モデルによる不均一温熱環境評価技術を用いて睡眠時の環境制御評価に拡張する。

また、実生活環境における生活行動の計測・評価技術の確立を目指し、四季にわたって衣服量や温冷感など主観申告調査並びに人の周囲温湿度の計測を1週間程度にわたって行い、季節順化の影響について明らか

にする。また、実生活場面における低侵襲・低拘束の心電図や睡眠解析のための睡眠評価技術の現場計測についても検討する。

さらに、高齢社会における環境適応のための生活環境評価技術に関する研究として、これまでに行ってきた製品の使いやすさや駅の使いやすさなどの主観評価のデータ収集に基づき製品及び生活環境のユーザビリティ指標構成を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目2

身体適応支援工学グループ

(Physical Fitness Technology Group)

研究グループ長：横井 孝志

(つくば中央第6)

概要：

少子高齢社会において安全・安心で質の高い生活を実現することを目的に、加齢等による心身機能低下の抑制、並びに心身機能が低下した高齢者にも適合した生活環境の構築という2つの観点から、以下の研究開発を進める。

(1) 身体適応に関する研究開発：

個々人が積極的に生活できる健康長寿の実現をねらいとして、過度な利便性や加齢等に起因する心身機能の低下を可能な限り抑え、不規則化・多様化する生活や変動している生活環境に適応できる身体適応力を維持・改善するための研究開発を行う。特に、転倒予防や巧みな身のこなしに関係する動作系の適応力、立ちくらみや身体活動状態の急激な変化に対応できる循環系の適応力に関して、運動等に対する心身の反応を計測・評価する技術の研究やこれに基づいた機能改善技術を開発する。

(2) 環境適応に関する研究開発：

高齢者にも適合した生活環境の構築をねらいとして、人間の体格や動作の特性、あるいはこれらの加齢変化に配慮した生活空間、作業空間等の設計に資する人間特性の計測を行う。さらに、計測データに基づいた人間-環境系評価の技術に関して研究開発等を進め、これらを人間工学関連の標準化あるいは設計ガイドライン策定へと展開する。

研究テーマ：テーマ題目3

くらし情報工学グループ

(Living Informatics Group)

研究グループ長(兼)：永田 可彦

(関西センター)

概要：

安全で安心できる健康的な生活を実現するためには、不規則で多様化している生活そのものを理解して、生活者の身体適応能力を維持・改善する生活空間の創出、あるいは少子高齢社会の中で皆が高い QOL を実現す

るための生活サポート技術の開発が必要になっている。そこで、日常生活を対象に生活者の行動・生理応答・認知応答を計測する技術の開発、得られた生活情報から生活者の状態を評価・理解する技術の開発、生活者の状態理解に基づいた人間に適した生活空間や生活サポートを提供する技術の開発を行う。

一方、健康的で高い QOL を維持・向上するためには、高齢者や障害者にとっても使いやすい製品・空間をデザインすることが必要になる。同時に、疾病等で低下した認知機能を高精度で計測・評価することが、正確な診断や効果的なリハビリテーションの実現に向けて重要である。そこで、人間が持つ共通基盤的な特性であるヒトの五感(聴覚、視覚、嗅覚、味覚、体性感覚)に関わる機能メカニズムの解明を脳磁界計測、脳波計測、VR を用いた心理物理実験などの非侵襲的手法によって進める。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

生活支援機器グループ

(Assistive Device Technology Group)

研究グループ長：永田 可彦

(つくば東)

概要：

高齢社会においては健康長寿への欲求は高く、安全・安心な暮らしを支援し、生活の質の向上を図るための生活製品が多く利用されている。しかし、それらの生活支援機器の過度な利便性が生活生存に必要な心身適応能力の低下を引き起こすという可能性は否定できない。そのため、個々人が積極的に生活できる活力を保ちながら健康長寿を実現するには、個々人の身体能力に応じた支援機器が必要となる。

このため、人間の科学的理解によって得られた知見を基にして、生活の場面で使用できる簡易で無侵襲な体内構造・機能測定装置の開発や高齢者や障害者の身体能力に適切に対応した、斬新な駆動機構を持つ乗りやすい自転車や、手の表情が変化する能動装飾義手などの生活支援機器の開発を行う。

また、機器が人間に接する場合の適切な動作に関する知見、福祉機器開発における知財関連の知見などを活用し、産業界への円滑な技術移転を行うための技術のブラッシュアップにも積極的に取り組む。また、機器が人間に接する場合の適切な動作に関する知見、福祉機器開発における知財関連の知見などを活用し、産業界への円滑な技術移転を行うための技術のブラッシュアップにも積極的に取り組む。

さらに、実用化を果たしている尿意センシング等の技術移転を通して得られた知見を整理、分析し、健康福祉学分野における機器開発のあり方の体系化を試みる。

研究テーマ：テーマ題目1

医用計測技術グループ

(Biomedical Sensing and Imaging Group)

研究グループ長：本間 一弘

(つくば東・つくば中央第6)

概要：

高齢社会においては等しく健康の延伸と長寿の達成が社会的要請となっており、「健康長寿で質の高い社会や生活の実現に寄与する研究開発」の一環として、「精密診断による安全かつ効果的な医療の実現」や正確な診断を施すための「高次生理機能計測技術の開発」を推進する。

具体的には、医工連携を基軸として、脳神経系、心臓血管系、筋肉骨格系における疾病の迅速な診断及び脳機能障害の検査法や的確なリハビリ診断を支援・実現するための関連技術の研究開発として、超高速 MRI、光、超音波、微小電極、X 線 CT 及びそれらをマルチモダリティ化することによって創生される新しい診断情報の提供を実現する。

また、これらの開発技術を活用して、臨床医学（無侵襲診断、術中診断など）、基礎医学（脳神経系の機能障害、修復過程の解明など）及び人間工学（高齢者の機能計測・リハビリ効果の定量測定法の開発など）における研究の推進と企業における製品化に直結する実用化を図る。

研究テーマ：テーマ題目 4

治療支援技術グループ

(Surgical Assist Technology Group)

研究グループ長：鎮西 清行

(つくば東)

概要：

病変部位を安全確実にピンポイント同定・到達する手段の提供を目指して、1) 微細侵襲技術、2) 手術管制技術、3) 精密手術用機器評価に関する研究を進める。

微細侵襲技術の研究では、生体組織の微細マニピュレーション技術及び正確かつ精密な針刺しの実現を目指して、針刺し現象のモデル化の一環としてブタ大脳への穿刺時の反力計測を多数行い、異なる条件下の荷重-変位線図を得た。また、軟膜の硬度計測を行い、経験式に当てはめて弾性係数を得た。また、MRI とマニピュレータに持たせた内視鏡画像のレジストレーションの精度評価を行い、前年度よりも評価自体の厳密性を高めた。その結果、光学位置計測を行う場合が平均0.4 mm、最大1.0 mm、マニピュレータの位置計測に依存する場合が平均2.9 mm、最大4.1 mm となった。

手術管制技術の研究としては、ロボティック内視鏡手術の技術課題とされる反力呈示機能が手術にどの程度重要であるかを検証することを目的として

「反力呈示の記憶」の視覚への依存性、記憶内容との大小比較の評価試験を行なった。「記憶はあるがあまり一貫した定量性を持たない」ことが示され、反力呈示の力の大きさを忠実に再現することは必ずしも重要でないことが示唆された。

研究テーマ：テーマ題目 4

高機能生体材料グループ

(Advanced Biomaterials Group)

研究グループ長：伊藤 敦夫

(つくば中央第6、つくば東)

概要：

人工骨や経皮デバイスの用途として、組織接着性に優れ骨形成促進等の生体組織修復機能や抗感染機能を付加した生体適合材料を研究開発する。また、産業界で開発される医療機器の円滑かつ迅速な開発・製品化を促進し、安全な治療を実現するための研究を実施する。

組織再生・抗感染性を有する生体材料として、生体吸収性ポリマーを複合化した抗菌剤徐放性を有する人工骨を試作する。

また、骨形成促進元素を担持した人工骨材料等の治療効果の定量評価のため、病態ラットを用いて骨組織化学組成と力学特性を同定する。再生医療基盤材料及び骨の気孔率や力学的特性との関連を検討し、評価法を確立するために内部構造解析を行う。さらに、種々のリハビリ法に対して、力学特性を測定解析しその効果を比較評価する。

生体物質の分子間相互作用解析については、医薬品であり、生体材料分野にも適応が期待されるタンパク質結晶を作成する際の基礎物性データの確立を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 5

人工臓器グループ

(Artificial Organ Group)

研究グループ長：山根 隆志

(つくば東、つくば中央第6)

概要：

再手術をなくし社会復帰を可能にする、長期の生体適合性と耐久性を有し、安心安全に使用できる人工臓器の実現を目指す。輸入超過が続くわが国の医療機器産業の開発振興の牽引役として、医工・産学官連携により臨床応用ないし製品開発を目指した研究開発を推進するとともに、人工臓器の新評価法の提案等を通じて、標準化及び開発ガイドラインの策定にも貢献する。

具体的な目標としては、流体力学適合性、血液適合性、循環生理学的適合性、長期耐久性、かつ早期診断機能を有する人工臓器を実現するための技術開発と技術評価を行い、長期に使える体内埋め込み型人工心臓の開発を目指す。

このため、抗血栓性を重視した高耐久性ポンプ機構を設計試作し、流体力学評価の後、模擬血栓試験法を導入して簡易的に抗血栓性を評価する。また人工臓器の安心安全技術を確立するため、自律神経系機能を計測できる多点微小電極や、拍動流下の循環系機能計測システムを構築する。

研究テーマ：テーマ題目5

[テーマ題目1] 人間生活における認知・行動の計測・評価技術の開発

[研究代表者] 熊田 孝恒

(認知行動システムグループ)、

北島 宗雄

(ユビキタスイインタラクショングループ)、

永田 可彦

(くらし情報工学グループ)、

氏家 弘裕

(マルチモダリティ研究グループ)

[研究担当者] 熊田 孝恒、瀧田 正寿、河原 純一郎、

武田 裕司、永井 聖剛、渡邊 克己、

北島 宗雄、宇津木 明男、

高橋 昭彦、竹内 晴彦、佐藤 滋、

橋本 亮一、中村 則雄、森川 治、

永田 可彦、松岡 克典、浜田 隆史、

渡邊 洋、岩木 直、添田 喜治、

梅村 浩之、中川 誠司、吉野 公三、

氏家 弘裕、蘆原 郁、遠藤 博史、

小早川 達 (常勤職員27名、他18名)

[研究内容]

1) 生活行動の把握技術：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境内における人間行動の適切な理解に基づいた行動支援が必要である。本研究では、人間の行動意図を、行動の結果として現れる操作系の時系列データを分析して得るための技術開発を行うことを目的とする。

平成18年度は、運転行動計測装置を搭載した定期運行トラックによる東京一大阪間の長距離運転行動の計測データから運転行動データベースを構築した。データを分析することにより、運転モードとして追い越し運転や追従運転を検出する確率モデルを作成し、追い越し運転における逸脱行動の検知・警告を行うシステムを作成した。

2) ユビキタスイインタフェースの評価：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境からの情報は、人間のそのときの活動状況に適合し、適切に利用されるように提供される必要がある。本研究では、環境情報の評価を行うための技術開発を、人間の情報獲得・利用プロセスを認知科学的なアプローチによりモデル化することを目指す。

平成18年度は、Information scent (情報香) のモ

デル化を ACT-R の上で行う方法について、背景知識を利用した情報理解に基づく情報探索モデルである CoLiDeS モデル (ウェブページ単位) と情報香に基づくウェブサイト探索の ACT-R モデルである SNIF-ACT の融合化を行う方法を提案した。

3) ユビキタスイインタフェースの開発：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境への働きかけのしかたが、人間のそのときの活動状況に適合し、適切に行えるようにする必要がある。そこで、未開拓の情報コミュニケーションチャンネルである把持に着目し、把持を利用したコミュニケーション技術の開発を目指す。

平成17年度は、人間の非線形感覚特性を効果的に利用して、2つの偏心振動の合成から、回転力感覚及び並進力感覚の両方を連続提示できるハイブリッド型力感覚提示インターフェイスのプロトタイプを試作した。

平成18年度は、当該プロトタイプの世界最小・最軽量10 g までの小型化 (従来比1/50)、低消費電力2.8 W (従来比1/20) を実現し、応答特性を格段に向上させたことで、感覚強度・連続感覚の向上・指先装着を可能にし、各種応用を考慮した試作機4種を作成した。

4) ハイパーミラーを用いたトレーニング手法開発：

教師と学習者を重量表示する学習方式の有効性を検証するために、年少者教育における体操の指導を取り上げ計測実験をした。年少者教育に応用する場合、学習が楽しく受け入れられるかが重要である。しかし、年少者は言語能力が未熟で、自身の主観的な感覚を客観的な指標に当てはめることが困難である。そこで、ストレスや快不快の影響を受けるといわれている唾液成分中の分泌型免疫グロブリン A (s-IgA) 濃度とコルチゾール濃度を計測した。結果、ストレスが減少し、リラックスしてポジティブな感情が上昇したことを示す内容、すなわちコルチゾール濃度は学習前後間で有意に減少し、s-IgA 濃度は濃度の上昇傾向が認められた。

5) 骨導超音波補聴器の開発：

従来型補聴器すら使用できない重度難聴者は、日本国内に約85,000人存在する。骨導超音波を利用した、重度感音性難聴者であっても使用可能な新型補聴器 (骨導超音波補聴器) の開発に取り組んだ。

平成18年度は、まず骨導超音波の頭部内伝搬過程について検討を行い、超音波そのものが受容器に作用していることを明らかにした。さらに、聴覚末梢メカニズムの推定及び補聴器最適化に必要な知見の獲得を目的として骨導音等のラウドネス曲線の推定を行い、可聴音知覚から骨導超音波知覚へのモード変換が行われている可能性を明らかにした。また、両耳装用の可能性を探るために、振幅変調された骨導超音波による音像定位能を調べた。その結果、骨導超音波補聴器によっても水平面内の音像定位が可能であるものの、その

手がかりとなる情報（両耳間音圧差・時間差）の使われ方が特異的であることを明らかにした。

6) サイバー酔い防止技術の開発：

マルチモーダル情報提示環境においては、身体運動に関わる情報の非整合性などから、いわゆるサイバー酔いの不快症状が発生しやすい。これを未然に防止し、快適なマルチモーダル情報提示環境を構築する必要があり、そのための技術開発を目指す。

平成18年度は、前庭情報の観点から、身体に与えられる振動刺激が不快性に与える影響を計測し、振動方向の予告サインがサイバー酔い防止に与える効果の検証を行った。具体的には不快症状の知覚の発生の割合を水平軸、垂直軸、視線軸周りそれぞれでの振動角度の関数として表現するとともに、予告サインの提示によって生体影響が減少することを明らかにした。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生活行動、行動モデル、情報獲得、ユビキタスインタフェース、力感覚提示、聴覚機能、骨導超音波、サイバー酔い

【テーマ題目2】 高齢者・障害者のための標準化研究

【研究代表者】 佐川 賢

(アクセシブルデザイン研究グループ)、
氏家 弘裕

(マルティモダリティ研究グループ)、
都築 和代 (環境適応研究グループ)

【研究担当者】 佐川 賢、篠原 正美、関 喜一、

倉片 憲治、伊藤 納奈、佐藤 洋、
氏家 弘裕、小早川 達、都築 和代、
小木 元、佐古井 智紀

(常勤職員11名、他26名)

【研究内容】

1) アクセシブルデザインの開発に関する研究：

聴覚、視覚、触覚の加齢特性及び障害に関してロービジョン者の特性を計測し、アクセシブルデザイン技術の基盤データを作成した。聴覚については基本聴覚特性や低周波の不快度評価、視覚に関しては照度と視機能及び歩行動作との関連、触覚に関しては触覚テクスチャの触覚認識、認知に関しては IT 機器を使う際に要求される記憶やその妨害効果、のそれぞれについて高齢者、若年者約50名以上のデータを得た。また、ロービジョンに関しては、色の類似性領域やコントラスト感度特性を約70名の対象者について計測した。これらの研究成果をもとに、ISOTC159/WG2にて、アクセシブルデザイン普及のための技術ガイドの編集を行った。

2) 映像の生体安全性に関する研究：

基本的な視覚要素運動による映像酔いへの影響データに基づいて、任意の映像に対し映像酔いの程度を評価する生体影響評価モデルのプロトタイプ構築を行っ

た。さらに、モデルの信頼性向上に不可欠なパラメータを、主観評価実験との比較により検討した。

一方、国際標準化に向けて、国際照明委員会での技術委員会 (TC1-67) での科学的知見の検討を継続するとともに、ISO/IWA3:2005を足がかりとして、国際標準化機構にスタディグループ (ISO/TC159/SC4/SG) を設立し、映像の生体安全性に関する国際標準化の戦略を検討中である。

3) 温熱環境における高齢者・障害者標準化研究：

JIS TR (S 0002) 中等度温熱環境における高齢者及び青年の温熱感覚測定データ集(2006)に記載された温冷感や非許容率に加え、局所温熱感覚の年齢差データに基づく表面温度の知覚割合データを Guide71へ提供し、ISOTC159/WG2にて、アクセシブルデザインのための技術ガイドの編集を行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 高齢者障害者、ロービジョン、聴覚特性、触覚認識、映像酔い、中等度温熱環境

【テーマ題目3】 身体機能の回復・改善による健康増進技術の研究開発

【研究代表者】 都築 和代 (環境適応研究グループ)、

横井 孝志

(身体適応支援工学グループ)、

永田 可彦

(くらし情報グループ、生活支援機器グループ)

【研究担当者】 都築 和代、小木 元、佐古井 智紀、

横井 孝志、大塚 裕光、金子 文成、

小峰 秀彦、菅原 順、浅井 義之、

永田 可彦、稗田 一郎、岩月 徹、

吉野 公三、中川 誠司

(常勤職員14名、他18名)

【研究内容】

1) 温熱環境制御による睡眠改善：

人工気候室に不均一温熱環境を設定し、被験者の睡眠時の生理・心理データを収集し、不均一温熱環境が人体に及ぼす影響を解明する。さらに、不均一温熱環境下での快適性予測モデルや3次元人体熱モデルによる不均一温熱環境評価技術を用いて睡眠時の環境制御評価に拡張するための研究を実施する。

平成18年度は、人工気候室において睡眠時の被験者に足部へ温風を送風し、体温調節応、睡眠構築及び心理データを収集し、送風の影響を解明した。その結果、足部皮膚温を高め、足元の暖かさを確保したので、就寝前の快適感が高まった。覚醒時での不均一温熱環境における快適性評価は、放射熱の影響に関して検討したところ、頭寒足熱状態では快適感評価が高まったが、それ以外では、温度差が大きくなり皮膚温分布が大きくなるほど不快感が増すという生理心理データを

得た。これにもとづき、皮膚温と環境側を乾性放熱に代表させることにより、快適感評価式を導出した。

2) 運動による身体適応支援技術の研究開発：

個々人が積極的に生活できる健康長寿の実現を狙いとして、過度の利便性や加齢等に伴う心身機能の低下を可能な限り抑え、不規則化・多様化する生活や変動している生活環境に適応できる身体適応力を維持・改善するための研究開発を行う。

平成18年度には、動作調節系機能、循環調節系機能に関して視覚刺激や運動習慣の影響を明らかにするための被験者実験を実施した。動作調節系機能については、視覚刺激（運動動画像）の付与によって仮想現実的に随筋出力時と類似した脳活動を再現できることを明らかにした。さらに、この脳活動は運動動画中の運動身体部位及び運動方向に依存することが明らかになった。また、動作調節に主眼を置きながら、膝関節機能回復を目標とした健康増進モデル事業について検討を開始した。循環調節系機能については、運動習慣が血圧反射機能や動脈硬化に与える影響を検討した。その結果、運動習慣があると血圧反射機能が高いこと、3 METS 以上の運動強度（通常歩行速度以上の歩行等）の場合に動脈硬化を改善できることが明らかになった。また、家庭用血圧計で計測した脈波から、動脈硬化度を計測するアルゴリズムを開発し、従来の類似方法に比べて高い精度で動脈硬化を計測できることを確認した。

3) 心臓血管系の数理モデルに基づくストレス評価技術の開発：

日常生活の中でストレス、疲労、加齢が生体に与える影響を把握することは、心身の健康の維持・増進に重要である。そこでこれらの影響をヒトの生理応答から評価する手法の開発を行うため、ストレスに対する心拍血圧変動応答を説明する心臓循環器系モデルのプロトタイプを開発し、実験データからその妥当性の評価を行う。

平成18年度は、1年間の連続計測データより、心拍変動から緊張－不安度を推定する数式を構築した。数式の最適化に用いない実測値と推定値の相関係数は0.52であった。被験者12名の日常生活3日間の心拍変動、生活活動度、気分状態、尿と唾液中のストレスマーカーを同時連続計測し、心拍変動から幸福感を推定する数式を構築した。数式の最適化に用いない実測値と推定値の相関係数の被験者間平均値は0.57であった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 睡眠、体温調節、温熱環境、動作調節、循環調節、運動処方、ストレス、数理モデル、心臓血管系、気分状態

【テーマ題目4】 高次生理機能計測技術と高度診断治療機器技術の開発

【研究代表者】 鎮西 清行（治療支援技術グループ）、
本間 一弘（医用計測技術グループ）、
山下 樹里（操作スキル研究グループ）

【研究担当者】 鎮西 清行、山内 康司、小関 義彦、
鷺尾 利克、葭仲 潔、本間 一弘、
鈴木 慎也、中谷 徹、兵藤 行志、
三澤 雅樹、谷川 ゆかり、新田 尚隆
山下 樹里、森川 治、熊谷 徹
（常勤職員15名、他9名）

【研究内容】

1) 微細侵襲技術に関する研究：

微細マニピュレーション技術として、MRI 内で動作可能な6軸パラレルリンク型微小操作機構を試作して、MRI 適合性を確認した。また、MRI 静磁場、傾斜磁場内にロボットなどを置いた場合に生じる磁場の不均一性を FEM により計算する手法の改良を図り、多数の部品から構成される CAD 形状データを入力して PC クラスの計算機上で磁場不均一の予測が可能であることを示した。

また、西オーストラリア大と共同で、針刺し時の摩擦などの影響を考慮した新しいモデルを考案し、脳組織への針刺しの実験を行い、穿刺時の針先端荷重と組織変位の FEM による予想と実験結果の間で定性的な一致を見た。

2) 手術管制技術に関する研究：

電気手術器の操作パネル上の表示内容の自動認識による記録の予備的検討として、小型 CCD カメラ映像からランプの点滅及び数値を自動認識するソフトウェアを構築して安定して動作することを確認した。また、CCD カメラの画像歪みの補正も実施した。

3) 内視鏡下手術手技スキル評価手法の研究：

手技スキル計測に用いる精密疑似患者鼻腔モデルを開発するため、患者医用画像データを収集した（新規3例）。精密患者モデルの特長である高い形状再現性を利用し、篩骨洞開放術での開放範囲を定量評価する手法を確立した。これにより、複雑な篩骨洞の開放後の形状が、術者間で初めて客観的に比較可能となった。また、精密患者鼻腔モデルに対するガーゼ挿入・抜去操作について、内視鏡に取り付けた光学式位置センサ計測値から算出した内視鏡カメラの患者正中面に対する回転角度が、手技スキルの客観評価指標として有望であることを見出した。なお、昨年度に開発・製品化した脳神経外科向けの経鼻下垂体手術用鼻腔モデルが、脳神経外科系の学会公認ハンズオンセミナー（医師向け実技講習会）にて採用された。

4) 医用計測・診断技術：

医用計測技術の開発と高度化を図り、企業における製品化に直結する実用化を目的に、迅速診断や生体機能診断に寄与する技術開発を推進した。約33 msec で撮像可能な超高速2次元 MRI 撮像法を開発した。

近赤外光による無侵襲計測の予備実験を行い、測定法並びに得られたデータの妥当性を検証した。超音波による無侵襲計測技術では、血液力学特性計測システムを試作して実現可能性を実証した。また、分解能が10 μm 以下の高分解能 X 線 CT を構築し、骨補填材内部の新生骨量を高精度で評価する手法を開発した。これらの計測技術を発展・融合した新しい医用計測技術を検討した。

他方、微細生理機能計測を目的に技術開発を進めた。開発を進めるデジタルホログラフィによる新しい位相差計測法は、光学的 *in vivo* 代謝計測技術としての分光法の高度化と医療応用に関する基礎的実験を行い、摘出試料を対象に手法の有効性を確認した。また、X 線で励起される新規ナノ粒子のイメージング及び治療応用に関する基礎データを取得した。さらに、大脳皮質運動野損傷後の運動機能（前肢筋力・生理的振戦など）の変化を調べ、運動障害及びその回復に伴う脳機能再編成の研究を推進した。

工業会や関連公共団体と連携し、近赤外光診断装置及び熱弾性応力測定法に関する規格原案の作成を継続して進めた。また、血管組織再生に対する計測評価法の確立及び標準化を目的として、医学系研究機関と共同で動物実験を行い、超音波を用いた力学特性計測に基づく組織再生過程評価の可能性を示した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 微細マニピュレーション、針穿刺、摩擦モデル、距離画像カメラ、手術手技スキル評価、MRI、光マイクロプローブ、近赤外光、熱弾性応力測定法、X 線 CT、再生医療、新生骨、脳機能再編成

[テーマ題目5] 長期生体適合性を有する代替治療機器の研究開発

[研究代表者] 伊藤 敦夫（高機能生体材料グループ）、山根 隆志（人工臓器グループ）

[研究担当者] 山根 隆志、金子 秀和、西田 正浩、丸山 修、小阪 亮、伊藤 敦夫、小沼 一雄、十河 友、岡崎 義光、白崎 芳夫、林 和彦
(常勤職員11名、他10名)

[研究内容]

1) 組織再生・抗感染性生体材料：

抗生物質徐放性人工骨の抗菌性評価と動物実験を行い、薬剤徐放担体にポリカプロラクトン (PCL) を使用し、超低薬剤量で治療効果を発揮することを確認した。またもうひとつの候補材料である生体吸収性ポリマーPLGA について、分子量効果、最適作製条件、*in vitro* 徐放性試験を行って乳酸/グリコール酸比を0決定した。亜鉛、FGF、フッ素、マグネシウムについて、人工骨材料や経皮端子への付加方法とその付加

条件を最適化し、有効作用量を徐放できること、及び FGF は失活させずに1週間徐放できることを確認した。さらに、ラミニンと FGF を同時担持し、*in vitro* で組織接着性評価を行ったところ、非担持物に比較して組織接着性が向上することを確認した。

2) 生体材料の標準化に関する研究：

摺動部材としている注目されている Zr-2.5Nb 合金時効材の表面には、電子顕微鏡観察によると10 μm 以上の酸化物層が生成していることがわかった。酸化物層の表面は、単斜晶ジルコニアで多結晶ジルコニアセラミックスと同様な硬度(Hv:1300)を示していた。金属界面向かって正方晶に存在し、この傾斜層がメタル表面での酸化物層の界面の割れや剥離が生じないことと関係していることが示唆された。Zr-2.5Nb 合金の金属組織は、 α 相(hcp)と β 相(bcc)からなり、引張強度は、600 MPa、破断伸びは、25 %であることがわかった。さらに、表面がジルコニアセラミックと同様であるため耐食性が優れることがわかった。

3) 生体組織・生体材料の評価：

高血圧ラットの骨の力学特性と骨組織成分との関係について蛍光 X 線分析装置を用いて明らかにした。高齢化社会において重要な役割を持つリハビリで関節拘縮に対して種々のストレッチ、赤外線治療法、電気刺激の効果を力学特性によって評価した。コラーゲンスポンジを基盤材料に用いた培養軟骨の力学特性を明らかにした。

4) 生体物質の分子間相互作用解析：

高品質タンパク質結晶作成に関する基盤研究として、新開発したマルチアングル光散乱計を用いて分子集積機構の解明を行った。様々な分子量のタンパク質の集積過程観察から、最終生成物がアモルファス、多結晶、単結晶のいずれの場合でも「集積機構に定性的な差はない」ことを発見した。集積条件が同一の場合、最終生成物の種類は、分子固有の物理量である Hamaker 定数により決定される（厳密には Hamaker 定数と分子量の関係）。糖鎖工学センターと共同で行った Ynd1p に関する研究は、上記の結論を完全に支持した。このタンパク質は通常発現する Wild-Type では多結晶に、アミノ酸一分子を置換したミュータントでは単結晶になる。この現象は、Wild-Type とミュータント分子間における Hamaker 定数の僅かな差がもたらす核形成頻度の相違で説明可能なことを証明し、実際に Wild-Type でも単結晶を作成する条件を提示した。

5) 人工心臓・センサ統合システムの開発：

人工心臓の長期生体適合性を実現するために、両端非接触軸受の機構に改変したセミオープンベーンを持つ、動圧浮上遠心血液ポンプの第2次試作を実施評価した。その結果、良好な溶血性能(NIH=0.038)と、抗血栓性を併せ持つ非接触型人工心臓を開発すること

ができた。また、統合監視システムとして、人工心臓用だけでなく体外循環手術用にも、重要な生理情報である血流量と血栓を計測するため、小型・非観血の質量流量センサの試作と、血管網血流計測の基礎実験を実施した。その結果、質量流量計は、定常流に対して、5 l/min 時に誤差10 %で計測が可能となり、パルス状の非定常流に対する応答性能は市販の流量計より優れていることを確認した。血管網血流計測の基礎実験では、光学手法が使えることがわかった。

6) 人工臓器の高精度流れ評価システムの構築：

血液ポンプの製品化及びダイアライザの性能向上に向けて、流れの可視化実験と数値流体解析による流体特性の向上を図った。流れの可視化実験では、特に、新しい位相固定計測法を提案し、製品開発中の血液ポンプに関する高精度の流れ可視化解析を行った。また、デジタル画像の高精度データ処理プログラムの主要部である、デジタル粒子追跡アルゴリズムを完成させ、また高精度のデータ処理手法を提案した。数値流体解析では、製品開発中の血液ポンプに関するポンプ全領域解析を行い、血栓や溶血を生じやすい領域を特定した。しかしながら、数値流体解析結果と流れの可視化実験結果の間には、速度誤差が20 %程度あり、異なる数値解法の比較検討が必要であるとわかった。

7) 人工臓器の血液適合性評価法：

ウシ血液の抗凝固能を制御して、動物実験の事前評価法となる人工臓器の模擬血栓試験法の確立を目指した。至適実験条件を比較選定し、80 %の再現率で実験結果を再現することができ、アメリカ国際人工臓器学会で高い評価を受けた。表面粗さが溶血を引き起こすメカニズムについては、せん断応力の関与が指摘されているが、実際にせん断応力が実験中に増加する傾向が認められた。本研究については、日本人工臓器学会で高い評価を得られ論文賞を受賞した。マイクロカプセルを利用した溶血試験法では、当所よりカプセルを提供した外国研究機関（クリーブランドクリニック）で、新型血液ポンプの溶血特性を評価し論文化された。

8) 循環生理学的特性の計測評価：

循環調節中枢や末梢での神経活動を計測するための低侵襲多点微小電極を開発し評価した。電極針間の絶縁性が向上するように電極を改良し、電気生理実験によって評価した（豊橋技術科学大学との共同研究）。多点微小電極の電極針側面及び配線等における絶縁性を向上させるため、絶縁膜、基板電位制御用配線、配線幅、配線パターンを改良した。改良後の試作電極を用いてラット末梢神経束から電気刺激に対する誘発電位が計測可能となった。しかし、低侵襲化のために電極針を細くしたことにより、電極インピーダンスが高くなって信号対雑音比が悪くなることから、局所的な神経細胞活動電位を計測するには不利であることがわ

かった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工骨、生体材料、インプラント材、人工臓器、人工心臓、血栓防止、溶血防止、生体適合性、血液適合性

⑦【脳神経情報研究部門】

(Neuroscience Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究ユニット長：岡本 治正

副研究部門長：久保 泰、栗田 多喜夫

主幹研究員：梅山 伸二

所在地：つくば中央第2、第6、つくば北

人員：52 (50) 名

経費：509,297千円 (308,081千円)

概要：

脳研究は、科学的に大きな価値を持つばかりでなく、社会的、経済的にも大きな成果が期待されている。人間のあらゆる行動の基礎となっている脳の機能と機構を解明することで人間の根本的な理解が可能となり、それに基づいて新しい産業技術基盤が確立されると期待されている。フロンティア創造型の科学技術立国を目指すわが国においては、国として積極的に推進すべき重要課題である。先進各国でも脳研究を国として支援している。この分野は学問的に極めて若い分野であり、未成熟の技術的要素も多いが、今後は急速な研究の進展が予想される。

本部門では、脳の構造と機能を理解するとともに、それに基づいて、安心・安全で質の高い生活を実現するための技術基盤の確立を目指す本格研究を展開することにより、関連産業の振興に資することをミッションとする。すなわち、脳の物質的な構造と仕組みの理解からは、脳神経系のイメージング技術の開発や疾患診断・治療技術の開発等によりバイオ産業や医療福祉産業の振興に、また、脳における情報表現と情報処理の理解からは、人間と相性のいい脳型の情報処理技術の開発等により情報関連産業の振興に貢献する。

本部門の研究分野は、対象とする脳の特殊性・複雑性から他の科学分野に比べ未だ萌芽的段階にあるため、21世紀に残されたフロンティアサイエンス研究の重要な分野の一つとされており、その推進のためには、いわゆる第1種、第2種いずれの基礎研究においても、異分野の融合がキーポイントとなっている。そこで本部門では、ミッションの達成にあたり、既存の専門分野にとらわれず研究に取り組む若手の研究者の育成を図るとともに、グループ、ユニットの枠組みをこえた内外の先端的な研究者との積極的な交流を推進する。ま

た、国際的な学術雑誌等における成果発信はもとより、インターネット等を利用した情報発信や民間企業との共同研究等を通じた社会への貢献を図る。

本部門は、脳の構造と機能を DNA、タンパク等の分子のレベルから、認知行動やコミュニケーション等脳の高次機能に至るまで、それぞれのレベルでハード面からの生命科学的アプローチと、ソフト面からの情報科学的アプローチを組み合わせた研究を展開し、それに基づく技術基盤の確立を目指している。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「電子線を用いた単粒子構造解析法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「脳損傷後の上肢運動訓練がもたらす効果の統合的研究」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「多次元情報を収束する脳内機構」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「神経回路と情報処理の統合的解析による、側頭葉における連合学習の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「特定神経回路の機能を解析する新手法の開発と応用」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「重力空間情報処理機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（萌芽）「ランダムウォークと幾何学に基づく学習・最適化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）「視床枕をめぐるアクティブビジョンの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ブレイン・マシン・インターフェイスのための課題切り替え機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ロボットアームの制御のための適応的ブレイン-コンピュータインタフェース（BCI）」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ターゲット特異的シナプス形成を制御する分子群の探索とカルシウム動態の可視化解析」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「側頭葉の階層的情報処理メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「指運動の生後発達に伴う神経回路変化の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「哺乳類運動ニューロンの中枢及び末梢における神経伝達の機能発達」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「神経活動による眼球運動の予測-自然刺激を用いた探索課題による検討」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「複数話者環境下での外国語音声聴取能力評価法の構築」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「神経成長円錐でのアクチン関連タンパク質ファシンのアクチンへの結合のメカニズム解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「局所不変特徴量を用いた画像の対応付けに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「シナプスの可塑的变化における、シナプス及びシナプス局在タンパクの動態解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「デルターカテニンのシナプス領域における形態変化誘導に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「視運動性刺激の脳内情報処理メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「骨格筋細胞膜修復におけるディスフェルリンの生理的意義の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「機械学習の手法による非線形複雑系の動的解析とシミュレーション科学への応用」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託 若手任期付研究員支援「道具使用の脳内表現」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託 若手任期付研究員支援「脳内分散情報の視床による注意統合機構」

文部科学省 科学技術振興調整費（重要課題解決型研究等の推進）「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「イオンチャネル疾患の診断、治療のためのペプチドの探索と高機能化技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「生体高分子立体構造情報解析/タンパク質の構造・機能解析技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業「ハイパフォーマンス計算環境における単粒子画像3次元解析ソフトウェアの開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「タンパク質電顕画像を用いた自動 *in silico* 擬似結晶構造解析法の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「高次視覚機能獲得過程に関する行動実験と単一細胞活動記録」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「FFRP 立体構造の決定・解析及び古細菌 FFRP の分子識別機能の解析」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「Na⁺チャネル開閉機構の電子顕微鏡による解析」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「上肢機能の代償に伴う遺伝子発現の *in situ hybridization* による解析」

国立大学法人東京大学医科学研究所「電子顕微鏡用の試料固定が可能な高解像光学顕微鏡システムの開発」

公益信託林助成自然科学者研究助成基金 平成18年度国際研究交流助成 “Dysferlin interacts with affixin (beta-parvin) at sarolemma.”

財団法人大川情報通信基金 研究助成金「単一試行神経活動から意思決定の情報を復号するアルゴリズムの開発」

財団法人住友財団 基礎科学研究助成「哺乳類脊髄フィードバック回路のワイヤリング機構の解明」

財団法人住友財団 研究助成金「不適切な行動の抑制に関わる神経機構の解明」

財団法人中富健康科学振興財団 研究助成金「骨格筋細胞膜修復におけるディスフェルリンの生理的意義の解

明」

財団法人中山隼雄科学技術文化財団 研究開発助成「幼児における前頭連合野の抑制機能を高める知的教育プログラムの開発」

発表：誌上发表125件、口頭発表154件、その他7件

脳遺伝子研究グループ (Molecular Neurobiology Group)

研究グループ長：亀山 仁彦

(つくば中央第6)

概要：

脳神経系の形成及び機能発現のメカニズムについて、ラット、マウス、カエル、ホヤ、線虫など様々な実験動物の特質を利用して、分子・細胞レベルで理解することを目的としている。特にキー遺伝子群の発現制御ネットワークについて、統合的な理解を目指している。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

脳機能調節因子研究グループ (Molecular Neurophysiology Group)

研究グループ長：久保 泰

(つくば中央第6)

概要：

脳の機能は、受容体やイオンチャネルなどを介した神経細胞間の情報伝達とそれらの活動の精密な調節・連携により発揮され、生命活動の基本である恒常性維持から学習や記憶といった高次の神経機能まで多様である。当研究グループでは、遺伝子・生物学を駆使して神経機能調節にかかわるタンパク質の構造・機能及び活動調節機構を分子・細胞レベルで明らかにし、新しい治療・診断薬や生体素材を開発することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目1

DNA 情報科学研究グループ (Information Biology Group)

研究グループ長：鈴木 理

(つくば中央第6)

概要：

脳に見られる高度な細胞ネットワークの起源は単細胞生物に備わる環境適応能力にある。両者はともに細胞内の遺伝子ネットワークを介した遺伝子制御による細胞の自己変更の結果、達成されている。当研究グループはミクロソームの分子情報科学的、構造生物学的、あるいはゲノム生物学的な解明により、マクロソームを組織する原理とその起源を理解することを目標とした。

細胞間コミュニケーションに注目し、これを単細胞生物から多細胞生物へと進化した転写調節制御の観点から研究した結果、古細菌、真正細菌の転写制御系全体像に関し多数の新知見を得るとともに、単細胞真核生物（原始紅藻）の核、オルガネラの環境適応機構、転写制御機構を解析した。さらに、多細胞化を可能にする真核生物の転写制御機構の解明を目指して、多細胞真核生物をはじめとする生物種の代謝機構とその転写調節の比較研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目1

構造生理研究グループ

(Structure Physiology Group)

研究グループ長：佐藤 主税

(つくば中央第6)

概 要：

神経細胞の構造と機能の制御機構を、生物物理学的手法を用い分子レベルで研究している。最近、液体He電子顕微鏡と画像処理技術を用いたチャンネルタンパク質の単粒子構造解析法で、電圧感受性Naチャンネル・IP3受容体チャンネルの3次元構造を世界で初めて決定した。さらに、痛みに特化したチャンネルであるP2X2チャンネル、発生等に重要なTRPチャンネルの構造を捉えることにも、負染色法のみならずクライオ法を用いて成功している。また、脳 γ -secretaseは一回膜貫通型タンパク質を細胞膜内で切断する酵素であり、部分的に疎水的な配列を含むペプチド断片を細胞外に放出する。これらの切断産物にはbeta-アミロイドも含まれる。これはアルツハイマー症の原因と考えられている脳血管中の蓄積物の主成分である。この γ -secretaseの負染色電顕像からの低分解能での3次元構造の決定に、東大の岩坪・富田・浜窪等との共同研究により成功した。本研究により痴呆症に対する創薬に役立てたい。負染色法では、到達分解能は限られており、クライオ画像から詳細な超分子複合体構造に迫ることが今後の焦点となる。

研究テーマ：テーマ題目1

認知行動科学研究グループ

(Cognitive and Behavioral Sciences Group)

研究グループ長：杉田 陽一

(つくば中央第2)

概 要：

行動科学・神経生理学・計算論的脳科学など多様な方法を用いて、表情など複雑な視覚刺激の認識、音声認識、異種感覚間相互作用、選択的注意、記憶と学習などの高次脳機能の学際研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目4

システム脳科学研究グループ

(Systems Neuroscience Group)

研究グループ長：高島 一郎

(つくば中央第2)

概 要：

高次脳機能の神経科学的研究を行い、脳をシステムとして理解すること及びその利用を目的にしている。眼球運動の制御、運動学習の神経機構、脳機能回復の分子機構、意欲の神経機構、脳における時間表現、道具使用の脳内表現、視覚情報の処理機構、注意統合機構の解明、脳内意思を読み取る研究等を通して高次脳機能における情報表現と情報処理の理解を進める。また、得られた知見を利用するための応用研究として、人工小脳や人工連想記憶中枢の実現、Brain Machine Interface (BMI) の基盤技術開発などに取り組む。さらに、非侵襲運動計測システムの開発、脳画像データベース作成を通して技術普及を図る。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4

ニューロテクノロジー研究グループ

(Neurotechnology Research Group)

研究グループ長：栗田 多喜夫

(つくば中央第2)

概 要：

本グループでは、医療、福祉、教育、IT産業など、様々な分野において社会貢献を行うことを目標として、脳機能の基礎的理解から応用まで幅広い研究開発を行う。特に、脳と機械を直結するBrain Machine Interface (BMI) による、脳内意思を読み取る技術の開発が、中心的テーマの一つである。

研究テーマ：テーマ題目4

脳機能計測研究グループ

(Brain Function Measurement Research Group)

研究グループ長：梅山 伸二

(つくば中央第2)

概 要：

生体の脳が、外界からの刺激を受け、どの場所でのように反応しているかを見ることは、脳機能の解明や病気の診断、また脳機能回復訓練の効果などを判定する上で非常に重要であり、このためfMRI、NIRS、EEGなどの様々な計測手法が開発されてきた。本研究グループは、このような計測技術の計測原理の解明、統計的データ処理やロバストデータ処理技術の開発などを通して、より詳細で信頼度の高い脳機能計測技術の実現を目指す。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目5

情報数理研究グループ

(Mathematical Neuroinformatics Group)

研究グループ長：赤穂 昭太郎

(つくば中央第2)

概要：

脳の神経回路は従来の情報処理技術では不可能な柔軟で複雑な情報処理を行っている。当研究グループでは、脳の情報表現や学習・適応のアルゴリズムがどうなっているか、なぜ神経回路のような構造が情報処理をする上で有用なのか、といった問題を通じて、脳の計算原理を数理的に理解することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目5

視覚情報処理研究グループ

(Visual Information Processing Research Group)

研究グループ長：市村 直幸

(つくば中央第2)

概要：

密な時空間情報を計測可能な視覚は、機械や生体における外界認識のために重要な役割を果たす。当研究グループでは、高度な状況判断が可能な情報処理機械の実現と生体の視覚機能の解明を目標とし、視覚センサや画像からの特徴抽出、物体認識等の研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目5

[テーマ題目1] 脳神経細胞機能分子を対象とするバイオマーカーに関する研究

[研究代表者] 久保 泰

(脳機能調節因子研究グループ、脳遺伝子研究グループ、DNA 情報研究グループ、構造生理研究グループ)

[研究担当者] 久保 泰、亀山 仁彦、鈴木 理、佐藤 主税 他

(常勤職員7名、他20名)

[研究内容]

- 1) アセチルコリン受容体のリガンド結合部位を含むタンパク質を用いて、中枢神経特異的なニコリン作動性薬を高感度に検出できるセンサーの開発に成功した。また生理活性ペプチドのスキフォールドを利用した新しい分子進化技術を開発し、神経作用ペプチドから免疫系受容体に作用するペプチドを創出した。抗体医薬開発などに繋がる技術として特許出願し論文を作成中である。
- 2) 表皮化誘導遺伝子 Xzar2発現による下流シグナルを解析した結果、今までに知られていた表皮化誘導と異なる新しい機構により神経化阻害・表皮化誘導が進むことを明らかにした。現在これらの成果について論文を作成している。
- 3) 結合配列13塩基対を含む DNA と FFRP タンパク質 (FL11) を共結晶化し、その立体構造を決定した。化学結合しているアミノ酸一塩基を同定し、結合の配

列特異性の起源を解明するとともに、結合関係にある部位の、タンパク質、DNA それぞれにおける位置をもとに、関連する他の FFRP タンパク質の DNA 結合特異性を解析した。

- 4) G タンパク質共役型受容体のチップ化では予定する反応が得られず構造の変更が必要と判明した。別のアプローチとして、イオンチャネルを遺伝子工学的に改変してアセチルコリン、セロトニンなどを識別すると考えられるタンパク質を調製してセンサーチップを作製した。サブタイプを識別できる高感度検出が可能であることを確認した。また物質材料グループと共同して新規基板材料にイオンチャネルを含む生体膜を直接チップに貼り付ける技術を検討した。

[分野名] ライフサイエンス・情報通信

[キーワード] 生理活性ペプチド、神経細胞分化、cDNA ライブラリー、単粒子解析

[テーマ題目2] 可視化による神経ネットワーク構築・動作機構の研究

[研究代表者] 亀山 仁彦

(構造生理研究グループ、脳遺伝子研究グループ)

[研究担当者] 佐藤 主税、亀山 仁彦 他

(常勤職員12名、他21名)

[研究内容]

- 1) 電子顕微鏡画像の単粒子解析法によって、TRP channel の最初の3次元構造を TRPC3を用いて15 Å の分解能で解明した。その結果を JMB に出版した。また P2X2も2次元画像を重ね合わせ平均化しておおまかな基本構造の解明に成功した。さらにアルツハイマー症の主原因β-アミロイドを生産するタンパク切断酵素γ-secretase の低分解能での3次元構造の解明に、東大の岩坪・富田・浜窪等との共同研究により世界に先駆けて成功した。
- 2) GFP 及びその変異体を神経細胞に発現させたマウス個体を用いて2光子励起顕微鏡システムにより生きている脳内でのシナプス構造の変化の観察を行った。深部までの観察が可能となった。またシナプスに局在する分子及びその変異体に GFP を融合して発現させたマウス個体についても同様の観察を試みている。2色の蛍光タンパク質を発現させたマウス系統は継続して作成中である。
- 3) GFP 及び波長特性の異なる変異体を細胞膜に局在させるシグナルを付加して細胞内に発現させるとともに、細胞電位依存性に局在が変化する吸光性色素と組み合わせることにより FRET を誘起させ、蛍光変化から細胞膜電位を計測する系を確立した。培養条件化で細胞の自発的な電位変化を測定することが可能となった。

[分野名] ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 神経ネットワーク、光学イメージング、単粒子解析法

【テーマ題目3】 脳機能の修復支援技術に関する研究

【研究代表者】 岡本 治正

(脳遺伝子研究グループ、システム脳科学研究グループ、構造生理研究グループ、脳機能計測研究グループ)

【研究担当者】 高島 一郎、梅山 伸二 他
(常勤職員4名)

【研究内容】

- 1) プロトタイプを開発した神経冠幹細胞の分離・分注装置の性能を評価した。その結果、1ウェルあたり1個の幹細胞の分注は可能であったが、幹細胞の存在率は約1細胞/10,000細胞と極めて低く選別に時間がかかり、その間に受けるダメージが原因と思われるが、分注された幹細胞の増殖率は低かった。
- 2) リハビリテーション訓練装置の有効性を検討するため、上肢に運動麻痺が生じた脳損傷モデルサルを訓練群と非訓練群に分け、行動学的相違を調べた。その結果、装置を用いて訓練を行った個体群では手の指先を用いたつまみ把握が可能になったが、訓練を行わなかった個体群では指の動きの回復は見られたものの、指先を用いたつまみ把握は回復しなかった。
- 3) ベースライン変動除去技術(国際特許出願済)の効果は市販 NIRS 装置で検証できたが、なお明瞭な脳機能局在信号は見られなかった。この解決のため hemodynamic response の理論的考察を行い、各種生理条件下での脳機能信号の導出に成功した。また体動効果減殺のための小型化計測法を考案し、試作段階に入った。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 神経冠幹細胞、リハビリテーション、NIRS

【テーマ題目4】 BMI 技術による脳機能補償に関する研究

【研究代表者】 高島 一郎

(システム脳科学研究グループ、認知行動科学研究グループ、脳情報工学研究グループ)

【研究担当者】 高島 一郎、杉田 陽一、栗田 多喜夫 他(常勤職員15名、他47名)

【研究内容】

- 1) 神経活動データのデコーディング技術に関して新しい手法を考案し、英文原著論文として発表した。また、慢性、実験動物に数週間にわたって電極を埋め込んで電気刺激によってリアルタイムで動物の行動に影響を与えたり、集合電位を記録するのに成功した。
- 2) 記録したニューロン活動から、サッケードの開始時

刻と運動パラメータ(方向と振幅)の推定を行うフィルターを作成した。その結果、比較的少数(30個程度)の前頭眼野・補足眼野のニューロン活動で正しいサッケード・パラメータの推定(正推定率70%程度)ができる可能性が示唆された。また、前頭眼野ニューロン活動のみを用いた推定は、補足眼野データの約半数のニューロン数で同程度の推定精度を得ることができ、パラメータ推定には、前頭眼野が補足眼野より適している可能性が示された。

- 3) 人工側頭葉の研究では、画像と神経細胞活動のデータベースを構築した。我々の先行研究により、神経細胞活動に画像の大分類情報が先にコードされそれから詳細分類情報がコードされていることが分かった。大分類情報から詳細分類情報に変化する時間経過に注目し、時間構造を取り入れた新たな解析手法を開発した。この手法により大分類のカテゴリーが分かれて詳細分類のカテゴリーに変化していることを明らかにした。この成果を国際会議で発表した。
- 4) 感覚運動変換の研究では、サルを用いた腕修正運動の実験系を確立し、行動実験データの解析を進めた。モチベーションの研究では、ドーパミン受容体が側頭葉の特定の領域で強く発現していることが明らかとなり、これが連合学習の物質的基盤の1つである可能性が示唆された。また、人間工学実験により、1) 視知覚が重力の影響を受けることを証明、2) 足指刺激の一方方向性の誤同定の発見、3) 視聴覚の統合にこれまで知られていた経験の依存の仕方と全く逆のベイズ理論によって説明できる知覚変化の発見を行った。
- 5) 視覚刺激プログラムを作成し、これを使用した実験課題を設定し、fMRI(機能的磁気共鳴画像法)にてデータを取得した。

取得したデータを表示するためのプログラムの開発を行っている。

- 6) 評価用 DSP(Digital Signal Processor/特定の処理に特化したマイクロプロセッサ)基板のプログラムの改良を行った。
- 7) 正常動物の第一次視覚野と第四次視覚野から単一細胞活動記録を行い、第一次視覚野において既に「色の恒常性」の一部が実現されていることを明らかにした。さらに、運動盲のサルの MT 野細胞の応答特性を調べたところ、運動選択性がほとんど失われていることが明らかになった。
- 8) エピソード記憶と意味記憶が各々別の部位で記録・保持・再生されることを明らかにした。また、皮質視覚系の腹側経路の活動が、作業記憶を形成していく経過に伴って大きく変化することを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 脳科学、感覚認知、脳機能解析、BMI

〔テーマ題目5〕人間の情報処理のモデル化技術に関する研究

〔研究代表者〕赤穂 昭太郎

(情報数理研究グループ、視覚情報処理研究グループ、脳機能計測研究グループ)

〔研究担当者〕赤穂 昭太郎、市村 直幸、梅山 伸二他(常勤職員12名、他10名)

〔研究内容〕

- 1) 個人に適応した推薦システムの精度を上げるために、ユーザの嗜好の順序集合を少数のパラメータで記述する低次元化の手法を開発し、実データでの有効性を確認した。
- 2) 脳波 (EEG) 信号に基づく BCI(Brain Computer Interface)技術のためのパターン識別器として、サポートベクターマシンを用いた手法について考察し、交差確認法を評価基準とする特徴選択手法の有効性を確認した。
- 3) 運転員の安全確認の状況を認識するための要素技術として、矩形特徴をベースにした顔検出手法と判別分析を用いた顔向き推定手法を統合した方法を開発した。また、車外の状況認識のための要素技術として、車線の追跡による自車の走行状態や前方の混雑度を推定する手法を開発した。

〔分野名〕ライフサイエンス・情報通信

〔キーワード〕学習アルゴリズム、画像認識

⑧【ナノテクノロジー研究部門】

(Nanotechnology Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：横山 浩

副研究部門長：阿部 修治、南 信次

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば東、関西センター、九州センター

人員：85名(83名)

経費：1,318,153千円(617,920千円)

概要：

ナノテクノロジー研究部門は、産業技術総合研究所におけるナノテクノロジーの中心として、ナノメートルスケールにおける物質研究の新たな手法やコンセプトの開拓から、生体を含むナノ構造物質の持つ諸現象の解明と応用、そしてそれらの産業技術への展開までを幅広く先導することを使命とし、

(1) 産業技術総合研究所におけるナノメートルスケール科学技術研究開発の中核部門として、“原子分子精度の物質・材料科学技術”、“ナノメートルスケ-

ールの計測評価技術”、“ナノデバイス・システム技術”の研究開発を総合的かつ先駆的に展開する。

(2) ナノテクノロジー分野におけるセンター・オブ・エクセレンスの一つとなるべく、国内外の産官学研究機関との研究連携を積極的に推進する。

(3) 産業技術を指向したブレークスルーを探求し、また、自らが起業家精神を持って、生み出した技術シーズを柔軟かつ速やかに産業技術へと展開することを目標に研究を進めている。

ナノテクノロジーは対象と手法において広範であるが、研究開発の方向性と意義という観点から、概ね次の3つのタイプに分けることができる。

タイプⅠ 強化型ナノテク：既存の産業技術を拡張・強化するナノテクノロジー
 キーワード：省エネルギー、省資源・ゼロエミッション・リサイクル、高スループット、オンデマンドマニュファクチャリングなど

タイプⅡ 創生型ナノテク：新たな科学技術分野を創出するナノテクノロジー
 キーワード：分子素子、量子計算、量子材料、バイオナノテク、自己組織、ナノロボティクスなど

タイプⅢ 手段型ナノテク：研究ツールのブレークスルーを提供するナノテクノロジー
 キーワード：ナノシミュレーション、超微細加工、ナノ計測、コンビナトリアル合成など

ナノテクノロジー研究部門は、おのおののタイプの差異を鮮明に意識し、産業界、学界に大きなインパクトを持つ独自性のある研究開発課題に研究資源の集約を図ることで、メッセージ性と先導性のある研究開発を推進することを旨とし、特に、複数のタイプの研究開発を階層的に連携させ、相互強調を図ることで、さらに大きな発展と循環的な研究開発サイクルの構築を目指している。

重点研究分野及び研究課題は、時に応じてダイナミックかつ柔軟に変化していくべきもので、固定的に与えられるものではない。ここではカテゴリーカルに、対応するタイプを付して例を挙げる。

- (1) 量子ナノ構造と量子機能材料・デバイス・Ⅰ、Ⅱ
 - (2) ナノ計測技術とナノサイエンス ……Ⅲ
 - (3) ソフト複雑系ナノシステム ……Ⅰ、Ⅱ
 - (4) ナノ物質の構造・機能理論・シミュレーション ……Ⅱ、Ⅲ
 - (5) ナノマニュファクチャリング材料・技術・システム ……Ⅰ、Ⅲ
 - (6) ナノバイオ・メディカルテクノロジー …Ⅰ、Ⅱ
- 加えて、研究開発の機動化、高速化、低コスト化及

び公的研究機関の役割の視点から

(7) ナノテクノロジー基盤整備・社会貢献を挙げる。

それぞれの研究開発カテゴリーの特徴に応じて、目標設定、体制、資源配分、アプローチは異なる。ナノテクノロジーが、長期的な視点からは未だ揺籃期にあり、個々人のアイデアがドライビングフォースとなって、根本的な革新がもたらされる領域であることを考慮すると、自由闊達な試行錯誤の中から生まれる力強い芽を見逃さずに、そこに内在する強みと発展への氣勢を間違わずに発揮させることが、現時点においては、最も重要な組織的役割であると考えられる。

ナノテクノロジーは分野横断的で、物性物理・デバイス技術からバイオ・医療までその範囲は広い。また、基礎から応用への時間軸においても、短期的な応用が期待されるディスプレイ技術やナノ粒子、医療デバイス、計測技術などから、長期的に21世紀の産業革命をもたらす、産業技術の根幹の変革まで、その視野は大きく広がっている。

産業技術総合研究所が進めるナノテクノロジー研究開発は、産業技術の開拓に焦点をあてつつ、ナノテクノロジー全般に長期的な平衡感覚を持ったものでなくてはならない。ナノテクノロジー研究部門では、ナノテクノロジーが生み出す産業技術の特徴として、省エネルギー・省資源、高機能、低コストを設定し、基礎から応用にわたって研究課題をシームレスに配置することを目指している。

外部資金：

総務省「超高感度広波長域量子細線フォトディテクタレイの開発」

経済産業省（試験研究調査委託費）「単層カーボンナノチューブを用いた高性能ガスセンサーの開発に関する研究」

経済産業省「ナノテク製造中核人材の養成プログラム」

文部科学省（若手任期付研究員支援）「単一種分子から成る新規伝導体の開発と応用」

文部科学省「マイクロ流体システムによるナノ分子操作」

文部科学省（主要5分野）「ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム」

文部科学省（科学研究費補助金）「メソフェーズ系電子材料における分子の動的制御と電荷輸送機能に関する研究（特定）」

「光子とスピンの絡み合い状態を用いた量子情報処理デバイスの理論的研究（若手 B）」

「ペプチドを用いた単一構造カーボンナノチューブの分離精製法の開発（若手 B）」

「ナノチューブ内に束縛された一次元 π 共役分子の物性（若手 B）」

「コロイド粒子／液晶複合系におけるナノ超構造の光制御（若手 B）」

「ナノチューブ内に束縛された原子・分子の構造制御と物性研究（基盤 A）」

「1次元空間モードを有する媒質からの熱輻射の研究（基盤 C）」

「ワイドレンジ2色可変 SFG 分光装置の開発と極限界面計測技術への展開（基盤 C）」

「結晶性高分子ブレンドのナノ構造制御に関する研究（基盤 C）」

「次世代共役ポリマーの革新機能の理論・シミュレーション（特定）」

「第一原理計算とモデル計算を併用した高効率光誘起相転移物質の理論的探索」

「高温超伝導体量子コンピュータの理論」

「超高効率化合物半導体量子細線発光ダイオードの開発」

「高分子網目をマトリックスとしたバイオミネラルゲルの創製に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（産業技術研究助成事業費助成金）

「非線形光学素子用カーボンナノチューブ素材の開発」

「感染症診断用マイクロ流体チップの開発」

「液晶性半導体薄膜のガラス化・光重合による安定化と薄膜トランジスターへの応用」

「シグナル物質担持アパタイトによる多重感染防止システムを備えた経皮デバイスの開発」

「簡便に合成可能な新規電解質ゲル化剤及びそれを用いた高機能ハイブリッドゲルの開発」

「カルコパイライト型半導体による Cd フリー蛍光標識の開発」

「金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製」

「熱交換機能付き熱電モジュールの製造に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「(革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム)／「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「走査型プローブ磁気力顕微鏡用探針 (MFM 探針) の安定性阻害要因の把握に関する調査」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）／精密高分子技術プロジェクト／高機能材料の基盤研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「遷移金属酸化物を用いた超大容量不揮発性メモリと極微細加工プロセスに関する研究開発」

独立行政法人日本学術振興会（外国人特別研究員事業）

「電極間のナノ物体を原子分解能で直接観察しながらその電気特性を測定する技術の開発」

「完全スピン偏極強磁性体被膜の作製と評価 及びそのスピントロニクス素子への応用」

「半導体への高効率スピン注入技術及びスピン操作技術の開発」

「ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素によるナノ多孔体創製」

「高度に機能化された液晶半導体に向けた新規な金属錯体液晶に関する研究」

「ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素・共溶媒によるナノ多孔体創製」

「ポリマー（ポリマーブレンド）／CNT 系ナノコンポジットによる新規導電材料の創製」

「電子と光子を用いたメゾスコピック構造計測技術の開発に関する研究」

財団法人北九州産業学術推進機構（地域新生コンソーシアム研究開発事業）

「オンサイト型環境汚染物質高感度迅速分析システムの開発」

財団法人日本宇宙フォーラム

「間葉系幹細胞の擬微小重力環境下における分化、組織構築過程に関する研究」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

「無機マイクロカプセルによる動物用ドラッグデリバリー材料の開発」

茨城県

「三次元回転培養装置の自動制御システムの構築に関する研究」

発表：誌上発表277件、口頭発表623件、その他60件

ナノ構造物性理論グループ

（Nanomaterials Theory Group）

研究グループ長：阿部 修治

（つくば中央第2、第5）

概要：

ナノ構造物質の光機能や電子・スピン機能を物性理論的手法や計算科学的手法を用いて解析し、ナノスケールの現象を人為的に制御する仕組みの解明と予測に取り組んだ。第一原理計算により分子ワイヤーを用いた分子センサーの構造・機能予測を行い、シクロファン分子を構成要素とする新しい分子センサーを提案した。高分子膜中分子の光異性化反応における非指数減衰現象の理論モデルを提案した。フェリ磁性構造を持つ強磁性薄膜の磁気抵抗について連続体シミュレーションを行い、対応する実験との比較により十分な予測力を持つことを示した。量子コンピューティングに関して、高温超伝導体接合における散逸の影響を抑制する方法を理論的に示し、巨視的量子トンネル現象の観測に導いた。外場誘起相転移に関して、錯体材料のナノ粒子化及び表面修飾によってナノスケールで状態を制御する機構を開拓した。

研究テーマ：テーマ題目 4

近接場ナノ工学グループ

（Near-Field Nano-Engineering Group）

研究グループ長：時崎 高志

（つくば中央第2）

概要：

ナノメートルサイズのデバイスでは、デバイスの極近傍にのみ存在する近接場が機能の本質を決定する。本グループでは、分子、光、電子などの作る近接場を制御して、新しい高機能デバイスの開発に結びつけることを目的としている。

高性能光電子デバイスへの応用に向けては、局所光と伝搬光との強結合を利用した高効率発光ダイオード（LED）の開発を進めた。V 溝型ヒ化ガリウム（GaAs）基板上に簡便な作製プロセスを用いて電流注入・発光領域分離型 LED 構造を形成して15 %の光取り出し効率を達成するとともに、さらに簡単な導波路構造を付与することによって80 %に近い効率を得た。一方、これまでに開発して来た高精度の微小電流測定法を極微小光検出技術に応用した。それにより、超高感度な光検出技術の開発に成功し、現在のところ、アトワット（ 10^{-18} W）オーダーの光検出を実現している。

局所光計測への応用に向けては、走査型近接場光学顕微鏡の高性能化を進め、極低温（4 K）・強磁場中（6 T）における広範囲・高精度測定系の開発を行った。本装置を用いて半導体（GaAs）量子構造中の2次元電子ガス（2 DEG）に対して広範囲の局所発光測定を行い、2 DEG エネルギー分布の空間変化を弱磁場においても見出した。また、高度な空間情報計測が可能な2探針近接場光学顕微鏡においては、測定結果とシミュレーションとの比較を行い、射出・集光の

両探針から得られる情報の起源を考察した。特に集光探針信号における探針間信号伝達と試料による擾乱要因を見出した。

研究テーマ：(1) 量子ナノ構造と量子材料・デバイス、
(2) ナノ計測技術とナノサイエンス

分子ナノ物性グループ

(Molecular Nanophysics Group)

研究グループ長：水谷 亘

(つくば中央第4)

概要：

分子及び分子スケールの微細構造の作製とその物性測定を通して、これまでにない技術の創造と新たな応用を探索している。今年度は以下の課題に大きな進展が見られた。

- (1) 古くから顔料として知られているプルシアンブルーをナノ粒子化することで可溶性を付与し、電氣的に発色の制御が可能な塗料とする技術を開発している。実用化に向けて、溶媒や発色の選択を広げる材料を合成した。
- (2) 一分子の導電性を評価するため、分子の長さと同程度であるナノスケールの間隙を持った電極を簡便に作製する技術を開発し、分子機能の測定評価を行った。また、ナノギャップ電極特有の物理現象としてスイッチ効果を見出し、その解析と応用展開を進めている。
- (3) 分子センサーとして、一辺が100 nm 程度の微小面で金属イオンなどを電位変化として検出するペンシル型分子膜センサーを開発し、実用化を目指して改良を行っている。
- (4) 炭素原子を骨格とした有機分子と異なる物性が期待されるシリコン系分子であるオリゴシランのユニークな電荷輸送メカニズムを見出し、分子配向の制御による変化と、分子間のキャリア移動の解析を行った。

研究テーマ：テーマ題目3

先進ナノ構造グループ

(Superior Nanostructure Group)

研究グループ長：秋永 広幸

(つくば中央第2)

概要：

物質をナノ構造化することによって、合目的に設計された機能の発現と制御を可能とし、そのようなナノ材料の開発成功例を積み上げていくことを活動指針とし、この過程で、「先進」と呼ぶに相応しいナノ構造と、そのナノ構造に触発された新しい研究分野あるいは研究概念を創造していくことを本グループの長期目標としており、ナノエレクトロニクスとナノプロセシングの2つのサブテーマを掲げている。前者においては、ナノ構造化することによって電子の持つスピン物性や強相関効果が顕著になることを利用して、大量

の電子情報処理を、低コスト・低エネルギー消費で実現するためのメモリ機能や電磁場に対する高い感度を備えたナノエレクトロニクス材料を設計・開発し、さらにその全く新しい材料形成技術を構築することを目指している。現在までに、遷移金属酸化物における抵抗スイッチ効果を用いたメモリ動作実証、難加工材料の反応性イオンエッチングプロセスの開発等に成功している。後者では、産総研ナノプロセシング施設を、産学官の研究者に広く提供することにより、そのアイデア実現を加速する機動的ナノテクノロジー研究開発支援と人材育成を実施している。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目7

ソフトナノシステム研究グループ

(Soft Nanosystem Research Group)

研究グループ長：山口 智彦

(つくば中央第2, 第5)

概要：

生体由来の材料や生体システムが持つしなやかな構造特性や特異性、可塑性、興奮性及び広義の自己組織化能を基盤とするソフト・ナノテクノロジーの研究開発を行う。本年度は以下の研究成果を得た。

- (1) 分子システム：ポルフィリンを自己会合をさせずにITO基盤上に自己集積化させ、エネルギー変換効率を約5倍に上昇させた。また、液晶性分子とポルフィリン錯体がゲル化する興味深い知見を得た。光反応性のクロメン骨格を表層面に持つ高分子微粒子を調製し、ローダミン等のレーザー色素を微粒子上に導入した。イオンまたは分子認識性の機能分子で修飾したナノギャップ電極を調製しウェット試料に対する良好な応答性を得た。
- (2) コロイドシステム：液晶系では、新規なイオン性アゾベンゼン誘導体を合成し、液晶相一平方相界面を利用してコロイド凝集の制御やコロイド超構造の光描画に成功した。また、金ナノ粒子を用いたコレステリックブルー相の安定化とフォトニクス材料応用について検討した。ホログラム記録材料の光学的特性評価方法の標準化(JIS)に関する研究にも着手した。コロイド分散系では、容器壁面の電気浸透流とのカップリングがコロイド粒子の挙動に影響すること、板状コロイドの配列配向モードの転移によりインピーダンスが顕著に変化することなどを見出した。バイオミネラリゼーションでは、ハイパーコンプレックスゲルから有機無機固溶体への相転移を示唆する実験結果を得た。
- (3) 高度分析・操作技術の開発：マイクロフルイディック・システムに分子検出用のマイクロ電極アレイを作り込み、インピーダンスなどの電気物性測定による単一分子検出の高性能化を進めた。電圧変調または磁場により染色体を再現性よく選別できる連続フロープロセス用チップソーターを開発した。

また、半導体ナノ構造評価のためナノスケールでの位置再現性の高いシステムを構築し、半導体サブミクロンカンチレバーの数十 MHz 帯域での機械的な特性の計測に成功した。(4) 自己組織化理論とその体系化：パターンの多形や多重安定性とエントロピー生成との関係について計算機実験により検討を加え、等エントロピー生成線図を得た。階層的自己組織化については、基盤上に形成された金属ナノ粒子の階層的2次元凝集構造（リング or ドット構造）を剥離転写して TEM 観測することが可能になった。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目9

分子スマートシステムグループ

(Molecular Smart System Research Group)

研究グループ長：玉置 信之

(つくば中央第5)

概要：

次世代の情報技術（IT）では、分子間相互作用を有効に利用する機能性分子組織体に対する期待が大きい。分子組織体の構造を制御することで新たな機能を発現することが可能である。また、分子組織体は自発的な構築が可能で経済的であり、得られたものはしなやかで刺激に対して劇的に応答する特徴がある。さらに刺激によって生じる組織構造が変化した複数の状態を速度論的に安定化できる可能性がある（双安定または多安定性）。これらの特徴はいずれも情報を扱う材料として優れた点である。本研究グループでは、次世代 IT として期待されているペーパーライクディスプレイ、多重メモリ、微小機械の実現を目指して、化学反応や分子間相互作用の利用による情報の感知、変換、保存、再生を行う新しい分子組織体の構築を目的とする。併せてそのために必要な新しい分子組織体の探索と分子組織体と光、熱、電場、磁場との相互作用に関する基礎的研究を行う。グループの研究スタンスの特徴は、有機化合物の設計、合成から、組織体構築、基礎物性測定、機能評価、デバイスの試作までを一貫して行うことである。

研究テーマ：テーマ題目2

ナノ流体プロセスグループ

(Nanofluidics Research Group)

研究グループ長：古屋 武

(つくば中央第5)

概要：

ナノ材料を幅広い産業分野へ応用していくためには、ナノ材料・ナノデバイス製造のためのプロセス技術が必要となる。また、ナノ材料・ナノデバイス製造プロセスは、ナノ構造を精密に制御可能であるだけでなく、プロセスのグリーン化を見すえたものでなければなら

ない。本研究グループでは、ナノ材料の設計指針やナノデバイス製造プロセスの最適操作条件の提示を可能とするため、広い意味での物性に基づいた材料開発・プロセス開発を進めている。そのため、これまで利用されることのなかった「圧力」をプロセス操作パラメータとして導入し、さらに、マイクロ流路や超臨界流体などの非従来型プロセス技術と溶媒を利用することにより、これまでのプロセス技術の限界を超えた、新しいプロセス技術開発を目的としている。

研究テーマ：テーマ題目1

自己組織エレクトロニクスグループ

(Self-assembled Nano-electronics Group)

研究グループ長：片浦 弘道

(つくば中央第4)

概要：

カーボンナノチューブやナノワイヤー等のナノメートルサイズ新物質の生成機構の解明、高度精製、電子的・光学的性質を調べることにより、ナノサイズ物質特有の新たな機能を見出し、デバイスとして応用するために必要な、基礎から応用にわたる総合的な研究を行っている。今年度は、カーボンナノチューブ内にスクアリリウムと呼ばれる色素を高濃度に入れることに成功し、その色素により、ナノチューブの光学特性を大きく変化させることに成功した。具体的には、通常ナノチューブでは、赤い光を照射しても発光しないが、色素を入れたナノチューブでは発光する。これは、ナノチューブ内部の分子が赤い光を吸収し、そのエネルギーをナノチューブに伝えたためと考えられる。これは、ナノチューブがナノサイズの直径を持つ物質であるために生じる現象である。ナノチューブは、直径はナノサイズだが、長さはマイクロサイズであるため、ナノサイズ固有の性質を持ちつつ、巨視的な構造体を形成できるところが利点である。今後、太陽電池等への応用に繋げていく予定である。

研究テーマ：テーマ題目2

ナノ科学計測グループ

(Research Group for Nanoscientific Measurements)

研究グループ長：村上 純一

(つくば中央第4)

概要：

本グループでは、ナノ粒子・高分子、表面・界面等を研究対象とし、これらの物質のナノ領域での構造・物性・機能の解明、そのための種々の分光法の高度化、新規分光法の開発を目的として研究を行っている。今年度ナノ粒子関係では、金と銅の複合ナノ粒子について作製条件と構造の関係、担持タングステンナノクラスターの窒素活性化触媒機能、金クラスター陽イオンとスルフィドの反応等について研究を進め新たな知見

を得ることができた。高分子関係では、固体 NMR 法を用いて結晶内に存在する秩序-無秩序構造の存在比率の決定に成功し、さらに、熔融状態の高分子に対して高分解能・高感度で測定が可能であることを示した。エネルギーフィルター TEM を用いた研究では、この方法を元素マッピング、EELS 解析手法を高分子界面に適用し高分子界面ナノ構造と材料特性に関する新しい知見を得ることができた。表面・界面については、チタニア (011) 表面の原子構造を走査プローブ顕微鏡や X 線光電子分光等、また第一原理密度汎関数法を用いた理論計算を併用することにより解明した。さらに、SFG 分光法を用いた研究において Poly(NIPAAm) の表面構造と LCST 前後での水界面における構造を定量的に明らかにすることができた。また、SFG システムの可視光可変化を進め、低波数領域測定についてはイオン液体、電解質水溶液、硫酸水溶液の系でいずれも 1000 cm^{-1} 付近で SFG を検出することに成功した。

研究テーマ：テーマ題目 5、テーマ題目 6

ナノ構造制御マテリアルグループ

(Nanostructured Materials Group)

研究グループ長：清水 博

(つくば中央第5)

概要：

高分子材料が広範な産業分野に浸透し、それら材料の性能や機能に対する産業ニーズが極めて多様化している昨今、単一の高分子ではそのようなニーズに応えることが困難となり、異なる性質を持つ高分子同士や無機材料等と高分子とをナノレベルで複合化するブレンド、アロイ、コンポジット作製技術、いわゆる高分子系のナノファブリケーション技術やナノフュージョン技術の構築が重要な課題となっている。ここでナノファブリケーション技術はボトムアップ手法としてブロック共重合体等の自己組織化により形成されたマイクロ相分離構造を超臨界流体場等の外場で制御する技術であり、またナノフュージョン技術は、主にトップダウン手法により物理的に異なる性能や構造を有する成分を分子レベルもしくはナノレベルで融合させ、それらナノ構造に由来するシナジー効果を最大限に発揮させる技術である。当グループではこのような技術を独自に開発しながら基礎的知見を集積し、実用材料への応用展開を図ることを目標としている。

研究テーマ：テーマ題目 6

ナノバイオ・メディカルテクノロジーグループ

(Nano-Biomedical Technology Group)

研究グループ長：植村 壽公

(つくば中央第4)

概要：

○ナノピラーシート上での細胞のスフェロイド化現象

を間葉系細胞を用いて調べ、再生医療への応用に利用できる可能性を示した。ラット骨頭壊死モデルを作り、骨形成にかかわる転写因子遺伝子導入による治療モデルを構築した。フォスフォオリンを用いた歯科材料への応用に関して、ブタ歯象牙質から抽出したフォスフォオリンでは象牙質再生をも認められた。

○糖鎖修飾リポソームに関して：高齢者の増加に伴い患者が増加している虚血性疾患に関して、当 DDS の応用開発を行っている。昨年、虚血疾患として脳卒中を対象として、これに対応する部分脳虚血ラットモデルを作製した。臨床医学的には虚血状態ではあるが脳梗塞に陥っていない部分（ペナンプラ領域）のイメージング・治療を目的とした。これは脳梗塞が不可逆的現象で直接の治療対象にはならないが、ペナンプラ領域は可逆的で治療により神経損傷を最小限に抑えることが可能だからである。当 DDS に MRI の造影剤である Gd キレート剤を搭載できるか検討した。結果的には最大 0.15 ppm (ICP による Gd 量計測) を当 DDS に搭載できることが判明した。NMR において緩和時間を測定したところ、コントロールに比して約2秒程度の短縮が観察された。従って現在の Gd 搭載量で MRI における造影効果も期待できると思われた。部分脳虚血ラットに上記 Gd 搭載糖鎖修飾リポソームを静脈内投与、安楽死後脳組織を採取し、NMR で緩和時間を測定した。いくつかのサンプルで緩和時間の短縮が観察され、DDS 粒子の集積があると考えられた。今後は DDS 粒子集積の条件をさらに検討し、虚血部位（ペナンプラ領域）のイメージング・治療へ展開していく予定である。また近年虚血疾患に対して開発された血管内手術の合併症である血管形成術後再狭窄に当 DDS の応用を考え、血管形成術の術後再狭窄モデルをラットの頸動脈に作製した。

○生理活性物質-アパタイト-高分子複合体を作製し、経皮デバイスとしての有用性を動物実験等により示した。

○血液中に大量に含まれるタンパク質である血清アルブミンを用いて細胞非接着性の性質を備えた水に不溶性のアルブミンから成るフィルムを作製することができた。また、このフィルムに UV 照射を施すことにより、フィルムの性質が劇的に変化し、細胞が接着するようになることを見出した。このようにアルブミンフィルムを用いることにより、細胞の接着・非接着を自在に変換し得ることを利用して、フィルム上の特定の位置にのみ UV 照射を行なうことで、その領域を細胞接着性へと変換し望みの位置に細胞を配置することにも成功した。

研究テーマ：テーマ題目 9

マイクロ・ナノ空間化学グループ

(Micro- & Nano-Space Chemistry Group)

研究グループ長：前田 英明

(九州センター)

概要：

本グループでは、マイクロリアクター技術を基礎とするマイクロ空間技術にナノテクノロジーを融合させ、新たな研究領域や研究センターの創設に連携する異分野融合性の高い新規研究・技術領域を創出することを目標とするとともに、新たな機能を有する高性能の微小流体デバイスの開発及びその応用・展開技術の確立を通して、化学産業のみならず、環境、医療、製薬、バイオ関連、食品産業、化成工業等への貢献を目指している。本年度は、無機・金属ナノ粒子の合成と特性制御、高効率酵素反応リアクターの開発、生化学分析マイクロチップの開発、並びにマイクロ流体シミュレーション技術の開発に関する検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目9

ナノシミュレーショングループ

(Nanosimulation Group)

研究グループ長：米谷 慎

(つくば中央第2)

概要：

理論・シミュレーションを先導的に用い、実験との緊密な連携を通じた、先進的・実用的なナノ材料・デバイス・プロセスの実現を目指した研究を行っている。題目2「自己組織化の学理とボトムアップ型ナノ材料・プロセスの開拓」に関連した研究としては、液晶コロイド系について、外場(磁場等)によるコロイド粒子廻りの液晶の欠陥形態の転移挙動について詳細な解析を行った結果を報告した。また、半導体液晶材料におけるキャリア移動度と凝集相ダイナミクスの関連を調べるため、ターチオフエン系液晶の結晶-液晶相転移の分子動力学計算を行い、この相転移が分子長軸廻りの回転による動的ディスオーダー(移動度の低下要因となる)によるものとの知見を得た。さらに、マイクロ流体プロセス開発のテーマに関連し、また題目4「ナノテクノロジー基礎理論の開拓とナノ機能シミュレーションへの展開」にも関連した研究として、マイクロ流路壁における濡れ現象等の解析において重要となる壁境界の数値的取り扱いについて検討し、新規で有力な数値計算手法を開発した。また、3次元的な凹凸のある境界壁を含む系の計算スキームを開発し、ナノインプリント技術の応用として重要な、凹凸形状による液晶表面配向の問題等に適用した。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4

ナノ機能合成グループ

(Nano-Function Materials Group)

研究グループ長：清水 洋

(関西センター)

概要：

関西地域のナノテクノロジー研究開発の尚一層の促進と新産業創出に貢献すべく、また国際的な視野の中で新たな情報発信拠点として材料創製及び機能システム創製のための独自の研究を行う。金属酸化物による新規かつ実用性に優れた熱電材料とモジュール化技術の研究開発、ナノ細孔を持つシリカ粒子のコントロールリリースを目指した高機能化並びに多機能化の研究開発及び液晶性材料の新規なエレクトロニクス応用を目指した分子の動的秩序制御に関する研究開発による新産業の創出及びその支援を目的とする。熱電発電の研究開発では、新規なn型高性能材料を原子配列層のナノ空間制御により開発する。ナノ細孔シリカ粒子の高機能化を推進するために細孔中や出口付近の機能付与のため細孔内部壁の化学修飾技術の開発に取り組む。また、液晶性材料の新機能開拓を目指して、電子的・イオンの電荷輸送現象の解明及びその分子配向制御法等のデバイス化技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目9、テーマ題目2

高温量子エレクトロニクスグループ

(High Temperature Quantum Electronics Group)

研究グループ長：山崎 聡

(つくば中央第2)

概要：

原子レベル・ナノレベル制御を通し、通常極低温で発現する量子効果を、高温において発現させ、エレクトロニクスデバイスとして応用することを目指している。量子効果を発現させるためには高品質材料が必要であり、高温における発現を期待できる材料としてワイドバンドギャップ半導体が考えられる。これらの条件を満たす材料として、現在、単元素半導体であるためにシリコン同様の高品質化可能であり、バンドギャップが5.5 eVであるダイヤモンド半導体を対象としている。

材料合成技術・ドーピング技術・計測技術の地道な基盤研究を通し、ダイヤモンド半導体の特徴として、1) 10^{18} cm^{-3} を超える高密度励起子状態が実現可能であること、2) 水素終端することにより伝導帯底よりも真空レベルが低い負性電子親和力を持つこと、3) 原子レベルで制御された表面状態が実現可能なこと(完全平坦表面及び理想的なシングルステップ構造を持つ表面)、を示すことができた。これらの特異な性質を利用したデバイス開発を行っている。

1)の高密度励起子状態は励起子がボーズ粒子である

ことからボーズアインシュタイン凝縮の可能性あることを示しており、量子効果の発現が期待できる。また、同時に高密度励起子を利用し、深紫外線発光ダイオードの開発を進めている。この LED の特徴は、励起子を使った新原理発光素子であること、発光波長がダイヤモンド励起子発光波長である235 nm であり、現在実用化されている360 nm 以上の可視光 LED では実現できない、小型殺菌源などの新しい市場を拓けることがある。この成果はこれまでの常識であった「間接遷移型半導体の発光素子は実現できない」という常識を覆す結果である。また、2)の負性電子親和力を利用することにより、上記の LED 構造からの電子放出を確認しており、イオン源としてのデバイス開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

メゾテクノロジー連携研究体

(Mesotechnology Collaborative Research Team)

連携研究体長：中山 景次

(つくば東)

概要：

動的トライボロジー現象を、表面電子、放出電子、放出光子の観点より計測・解析する技術を開発し、革新的なトライボロジー技術を開発している。油潤滑下の摩擦接点とその近傍から放出される紫外、可視、赤外等の光子の二次元分布を乾燥すべりにおけるそれらと対比させつつ摺動条件との関係において計測・解析した。その結果、乾燥すべりと油中潤滑においては発生するプラズマの形状が異なることが分かった。さらに、油中で発生するプラズマの紫外領域のスペクトルと空気放電プラズマの紫外領域におけるスペクトルが一致することを見出した。このことは油潤滑接点とその近傍で溶存空気のパブルが発生して空気放電プラズマが発生していることを意味する。また、摺動し合う二面のうち小物体の曲率の影響を調べてた。その結果、曲率に増大につれてプラズマの寸法が放物線的に増大すること、特に機械的入力一定、すなわち垂直力とすべ速度が一定の下で、発生するプラズマ強度がやはり放物線的に増大することが分かった。これらのことは、あらゆる機械や加工、日常生活においてプラズマがマクロなスケールで摺動接点の周辺に大きく広がって発生し、様々な寄与をしていることを意味し、今後これらの成果はあらゆる機械産業や加工産業に大きなインパクトを与えることになる。

研究テーマ：テーマ題目5

スーパーインクジェット連携研究体

(Collaborative Research Team of Super Inkjet Technology)

連携研究体長：村田 和広

(つくば中央第5)

概要：

ミニマルマニュファクチャリングコンセプトの実現のために、マイクロメートルスケールのパターンニング方法として、従来の1/1,000以下の超微細液滴を精密に基板上に配列できる超微細インクジェット（スーパーインクジェット）技術の開発を行っている。この技術は、省資源・省エネルギーの環境対応型技術であるだけでなく、従来の製造プロセスと異なり、少量多品種生産に適応した技術である。

本技術の実用化のために、ベンチャーセンターの支援を受けベンチャータスクフォースによる超微細インクジェット技術の高度化・実用化を進めている。研究開発用超微細インクジェット装置の構築と周辺プロセスの整備を行い、応用用途の開拓を中心に研究を進めた。また、2005年4月にはベンチャーを設立し、5月には産総研技術移転ベンチャーの認定を受けた。

また、本技術を応用し、高度偽造防止印刷や、超微細タグなどの実現を目指し、界面ナノアーキテクニクスセンターと共同で、同センターが開発した高輝度蛍光体の精密配置技術の開発に着手した。

研究テーマ：テーマ題目1

[テーマ題目1] オンデマンドナノマニュファクチャリング技術の研究

[研究代表者] 村田 和広

(スーパーインクジェット連携研究体)

[研究担当者] 村田 和広、前田 英明、古屋 武、

中村 浩之、上原 雅人

(常勤職員5名、他15名)

[研究内容]

目的と手段

ナノテクノロジーは材料の究極利用技術であり、材料の配置は機能性の配置と同義であるとの観点から、高機能ナノ材料の精密合成、精密計測、精密配置など、材料の製造技術と、その配列化、デバイス化までの幅広いスペクトルの研究開発により、従来型技術のロードマップとは異なる技術体系の構築を目指す。このために、ナノ流体プロセス、マイクロ空間化学、超微細インクジェットの3つの観点からの研究を推進する。

(1) ナノ流体プロセス

従来利用されることのなかった、圧力をプロセス操作パラメータとするプロセス技術の精密化により、最終的にはナノ材料ナノデバイス製造プロセスの構築を目指す。

(2) マイクロ空間化学

粒子合成反応に最適なマイクロリアクター技術を精密解析ツールとして応用し、ナノ粒子の実装化における種々の制約や必要要件を満たす最適製造プロセスの

確立と、高効率製造プロセス設計方法論を確立する。

(3) 超微細インクジェット

世界最小レベルの超微細インクジェット技術の実用化と、オンサイトファブリーケーションや、ミニマルマニュファクチャリング等のコンセプトの具現化を目指す。

進 捗

<ナノ流体プロセス>

- a) 測定対象試料を超臨界二酸化炭素中へ飽和溶解させるための循環ラインと、超臨界二酸化炭素中に飽和溶解した試料濃度を測定する高速液体クロマトグラフ (HPLC) からなる、溶解度測定装置を開発した。各種金属のアセチルアセトナト錯体の溶解度測定を行い、 10^{-6} モル分率程度の極めて低い溶解度を、迅速に測定可能であることを確認した。
- b) 極微量の試料が超臨界二酸化炭素中に飽和溶解していることを目視確認可能な「体積可変型試料飽和溶解装置」を開発中である。この装置は、可視窓を備えた内径6 mm のシリンダ状高压容器とモータにより駆動されるピストンからなっている。高压容器中に試料と二酸化炭素を導入し、ピストンを動かすことで高压容器内の圧力を制御する。可視窓から容器内の試料を観察することで試料の飽和溶解を確認可能である。

<マイクロ空間化学>

コンビナトリアル合成システム：反応温度・時間・原料濃度の制御が可能な、原料供給部、混合部、反応部、回収部からなるコンビナトリアル合成システムを設計し、プロトタイプを作成中である。

in-situ 測定技術の開発：マイクロリアクターを利用した時間分解型分析セルを用いた、XAFS 測定システムの設計と製作を実施している。

各種材料の合成：Cu、ZnO、及び Cu-フタロシアニンの反応系の探索を行い、マイクロリアクターによる合成が可能なシステムを選択中、いくつかの候補が見つかった。また、異種半導体との複合化により、量子収率が20 %以上の蛍光ナノ粒子の合成に成功した。

<超微細インクジェット>

ミニマルマニュファクチャリング：産総研内のミニマルマニュファクチャリングワーキンググループに参加し、省資源・省エネルギー・高性能な製造技術の実現のためのコンセプト作りに参加。また NEDO 先導調査研究「ナノテクノロジーによる生産技術革新」に参加した。

プリンタブルバッテリー：ワイヤレスマイクロシステムで重要な、2次電池を印刷によりチップ上に実装する技術の開発に UC パークレーと共同で研究を開始した。

[分 野 名] ナノテクノロジー

[キーワード] スーパーインクジェット、超臨界流体、マイクロ空間化学

[テーマ題目2] 自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

[研究代表者] 玉置 信之

(分子スマートシステムグループ)

[研究担当者] 玉置 信之、米谷 慎、長沢 順一、谷田部 哲夫、土原 健治、園田 与理子、秋山 陽久、甲村 長利、松澤 洋子、木原 秀元、舟橋 正浩、則包 恭央、山口 智彦、川西 祐司、井上 貴仁、西村 聡、有村 隆志、岩坪 隆、山本 貴広
(常勤職員19名、他14名)

[研究内容]

① 可逆的キラリティー誘起光反応の創成

2つのアゾベンゼンを C_2 対称に固定したビシクロ型化合物を合成した。本化合物は、アゾベンゼンユニットの両者が伸びきったトランス体であるときには、環構造に余裕がないためにキラリティーが反転する分子内の回転運動が起こらず、各エナンチオマーは熱的に安定である。一方で、2つのアゾベンゼンユニットが折れ曲がったシス体であるときには、環構造に余裕ができキラリティーが反転する分子内の回転運動が起こった。アゾベンゼンユニットを光異性化反応によってトランス体からシス体を経由して再びトランス体へと変化させることで熱的に安定なトランス体である一方のエナンチオマーをラセミ化させることに成功した。すなわち世界で初めてラセミ化反応速度の可逆的光制御に成功した。さらに本化合物のラセミ体に一方の円偏光を照射することで一方のエナンチオマーの濃度を増大することに成功した。引き続き逆の円偏光を照射することでもう一方のエナンチオマーの濃度を増大することができ、無偏光照射では元のラセミ体の状態を得た。すなわち円偏光による可逆的な絶対不斉反応を実現した。

② コレステリック液晶性半導体の開発

従来、コレステリック液晶においてはイオン伝導しか観測されてこなかったが、 π 電子共役系を拡張したフェニルクォーターチオフェン誘導体のコレステリック相において、初めて半導体的な電子伝導を観測した。また、そのキャリア移動度がコレステリック相のミクロな構造によって大きく変化することを明らかにした。さらに、キラル部位としてビナフチル基を導入した二量体型のフェニルクォーターチオフェン誘導体を合成した。この物質が室温でガラス性コレステリック相を保持でき、選択反射バンドが可視光の波長領域にあり、温度変化や、添加剤により、反射バンドを近赤外域から近紫外域に変調できること、紫外光で励起することにより、円偏光蛍光が発生することを見出した。本材料は光の波長スケールの超構造を有する有機半導体とみなすことができ、長期的には円偏光電界発光素子や

電気励起の有機半導体レーザーに応用可能である。

③ 高分子の光応答自己組織化制御

合成したアゾベンゼン部位を含む開始剤を用いてイソプロピルアクリルアミドの重合を行ったところ、重合を阻害しない構造のアゾベンゼン誘導体を使った場合、溶媒や温度、重合時間などの重合条件の最適化を行うと、分子量の制御された高分子を得ることができた。MALDI-TOF-MASS の測定結果から、高分子鎖内に1つだけアゾベンゼンユニットがあることがわかった。この高分子水溶液は照射により転移温度が変化し、その際従来の共重合体の水溶液に比べ狭い温度範囲で転移が完了して鋭い転移を持つことがわかった。照射によって引き起こされるその転移温度の変化量は、分子量やアゾベンゼン部位の分子構造に依存していたが、もっとも大きい場合で比べると共重合体の約2倍であった。またこの光相転移速度は共重合体より約5倍速かった。目の中の感光性物質(色素) 11-cis レチナールを1分子含むオプシタンパク質同様、アゾベンゼン1分子の光反応がこれと結合する高分子全体の物性変化を引き起こす点で画期的であり、高感度応答へ期待ができる。

④ 自己組織化の学理

パターン形成と熱力学の関係を検討するために、平衡近傍の熱力学的ポテンシャルとして知られるエントロピー生成の計算が可能な数理モデルを作成した。自己複製の数理モデルとして知られる Gray-Scott モデルを可逆モデルに改良し、逆反応速度が小さいときのモデルの概要はオリジナル・モデルとほぼ等しいことを確認した。このモデルを空間1次元系に適用し、細胞分裂のエントロピー仮説は一般性がないことを示した。

可逆グレイ・スコットモデルを用いて、Turing 構造に至る空間2次元系の自己複製のダイナミクスとそのエントロピー生成について検討した。エントロピー生成 σ を反応項と拡散項の寄与に分割し、拡散項の寄与がパターンの大域的な構造に貢献する可能性を指摘した。Turing 構造の近傍にはカオスが生成する領域があり、稠密になるとスポットは協同的に消滅し、消滅領域の周辺から再生する。スポット数 M の変化を伴うこの大域的なパターンダイナミクスは、全エントロピー生成 $\bar{\sigma}$ のゆらぎとして追跡できる。このことは、スカラー量であるエントロピー生成が階層構造の定量化に有用であることを示唆するものである。平衡からの距離と全エントロピー生成の関係についても検討を行い、同種のパターンが生成する条件下では両者に正の相関傾向があることを確認した。この傾向は逆反応速度が大きくなるとより顕著になる。

可逆グレイ・スコットモデルで生成する縞状やスポット状の Turing 構造に摂動を与えその一部を消去した。反応場には自己調整力があるが、パラメータ条件

により：①元のパターンに復元する、②縞状構造が断点から不安定化し新しい複合パターンが生成、③スポット状構造に縞状構造が発生する、の3つのモードが観察された。②と③は予想外の発見で、任意の位置に複合パターンを自己組織化させる新技術に繋がる可能性が高い。

[分野名] ナノテクノロジー

[キーワード] 自己組織化、液晶、光異性化反応

[テーマ題目3] 分子エレクトロニクス及び量子・スピ ンエレクトロニクスの研究

[研究代表者] 南 信次 (副研究部門長)

[研究担当者] 南 信次、片浦 弘道、水谷 亘、小倉 睦郎、秋永 広幸、奥本 肇、ハサニエン・アブドゥ、田中 寿、中村 徹、石田 敬雄、内藤 泰久、田中 丈士、柳 和宏、中桐 伸行、眞砂 卓史、高野 史好、島 久、川西 祐司、清水 哲夫、谷田部 哲夫、下位 幸弘 (常勤職員21名、他22名)

[研究内容]

計画：

- ① 直径分布の極めて狭いカーボンナノチューブ (CNT) の合成手法、特定構造の CNT を選択的に抽出する手法、CNT の化学修飾による半導体・金属分離精製手法を実現する。CNT 内部に内包した1次元分子列による新たな物性発現の可能性を検討する。非カーボン系ナノチューブ等の合成技術を確認し、CNT との複合素材のナノデバイスへの応用を試みる。CNT の均質分散技術・高品質薄膜化技術を開発し、それに基づき高性能ガスセンサーを試作する。
- ② 走査プローブ顕微鏡 (SPM) 技術やナノ電極技術を用い、分子膜トランジスタ、分子センサー、光応答素子の試作を行う。表面電位測定や単一分子電気伝導性測定の精度を高めることにより、ナノスケール分子センサーのプロトタイプ性能向上を目指す。
- ③ 新規不揮発性メモリデバイス構成材料の成膜技術と極微細加工プロセスの開発を実施する。

進捗：

- ① CNT 内に色素分子を充填することにより、CNT の光学特性を大きく変調することに成功した。ナノカーボン素材に、極めて高い1重項酸素除去能があることを見出した。首都大と共同で、水分子内包 CNT に分子の種類を選択的に通過させる、ナノバルブ機能があることを見出した。ナノカーボンセンサーと共同で、CNT に内包された分子の構造変化を直接観測することに成功した。セルロース誘導体を用いて CNT の均質分散薄膜を形成した。さらに、本技術を発展させて CNT ネットワークから成るガスセンサーを試作した。
- ② 分子膜を用いた分子センサーを試作し、その検出面

の各辺を100 nm まで小型化した。分子膜トランジスタに利用できるフォスホン酸分子膜を絶縁膜上に形成する技術を開発した。オリゴシラン分子を積層した素子の光キャリア輸送特性の測定と解析を行い、分子レベルでの機能設計を可能にした。ナノスケールの間隙を有する電極を用いて、フェニレンビニレンオリゴマー分子の導電性測定と分子構造の違いに伴う架橋成功率の違いを明らかにし、また分子なしで生じる電界スイッチング現象を発見した。

- ③ 抵抗変化型不揮発性メモリ用遷移金属酸化物薄膜を成膜するノウハウを搭載した、ラジカルアシスト蒸着装置を開発した。また、同不揮発性メモリ用の反応性イオンエッチング技術を開発した。

【分野名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 ナノチューブ

【テーマ題目4】 ナノテクノロジー基礎理論の開拓とナノ構造機能シミュレーションへの展開

【研究代表者】 阿部 修治

(ナノ構造物性理論グループ)

【研究担当者】 阿部 修治、針谷 喜久雄、下位 幸弘、川本 徹、川畑 史郎、Barzykin Vadimovich Alexander、関 和彦、今村 裕志
(常勤職員8名、他3名)

【研究内容】

通常のBCS超伝導体と高温超伝体をハイブリッドさせたジョセフソン接合における巨視的量子ダイナミクスの理論を構築し、高温超伝体同士の接合に比べて、低エネルギー準粒子散逸の影響が著しく弱くなることを示した。これによりハイブリッド接合は量子コンピュータとして高い coherence を有することを明らかにした。強磁性絶縁体及びマルチフェロイック材料から構成されるジョセフソン- π 接合の巨視的量子ダイナミクスの理論を構築した。そして、 π 接合から構成される超伝導リングにおいては、自発的に量子二準位系が形成され、外場の揺らぎの影響を受けない理想的な量子ビットが実現可能になることを示した。

ナノ構造におけるスピン蓄積・スピン流の理論構築、及びシミュレーションプログラムの開発を行った。光子の偏光自由度を用いた量子ビットから電子のスピン状態を用いた量子ビットへの量子メディア変換過程の理論解析と、高効率な量子メディア変換を行うための素子のデザインを行い、2重量子井戸構造を用いてホールを高速に引き抜く素子構造を提案した。

シクロファンを組み込んだ共役分子ワイヤについて、密度汎関数法と非平衡グリーン関数法を用いた計算により、金属原子(クロム)を包摂することで電気伝導が1桁増加することを示し、分子スケールのセンサーとしての利用可能性を明らかにした。

高分子膜中でのジアリールエテン分子の光異性化反応について、指数減衰とは大きく異なった振る舞いが観測されている。すなわち、遷移が起こらない静かな時間が経過した後、遷移が観測された。この現象は、分子の光異性化が周囲の高分子によって阻害され、複数回の光励起により光異性化が進行するために起こると考え、この機構による理論式から実験結果を解析し、光異性化に必要な光励起の回数を求めた。

共役高分子においては、電荷担体は分子振動との相互作用によってポーラロンを形成する。分子間相互作用がポーラロンの性質に及ぼす影響を、オリゴチオフェン(4量体)の2分子モデルについて第一原理計算を用いて研究し、ポーラロンの空間的広がりが、用いる密度汎関数に強く依存することを明らかにした。ポリアルキルチオフェンとポリチオフェンのポーラロンの広がりを比較・検討した。チオフェン・フェニレンのコオゴリマーの光学的性質について理論的検討を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 物性理論、シミュレーション、機能

【テーマ題目5】 高度ナノ操作・計測技術

【研究代表者】 村上 純一 (ナノ科学計測グループ)

【研究担当者】 村上 純一、菅原 孝一、時崎 高志、古賀 健司、堀内 伸、井上 貴仁
(常勤職員6名、他6名)

【研究内容】

計画：

- ・エネルギーフィルター透過型電子顕微鏡による高分子材料解析手法を産業界における利用価値の高い解析手法とするため、高分子接着界面の解析やポリマーナノコンポジット材料の構造解析へ適用し、高分子試料の電子線損傷の軽減、高分解能元素マッピング、高感度EELSを検討し、本手法の精度、信頼性を検討する。さらに、企業との共同研究を適宜実施し、実用材料への本手法を適用し、材料開発へ貢献可能な手法として確立する。
- ・強磁場、極低温条件下で動作する空間分解能50 nmの近接場光学顕微鏡を開発し、量子コンピュータへの利用が考えられる高品質半導体量子ナノ構造の光電子励起状態の観察に適用する。
- ・銅ナノ粒子の酸化速度の定量測定を行い、バルク銅表面との酸化現象の相違点を明らかにする。次に、第2元素を添加した場合の酸化現象へ及ぼす効果を調べ、耐酸化へ寄与する第2元素を見出す。第2元素の最初の候補として金を選び、5-40 %程度の範囲で導入した場合の酸化へ及ぼす効果を調べる。良好な耐酸化性が認められる添加元素が確認できた場合、ペーパースト化の検討を行う。

進捗：

- ・NEDO「精密高分子プロジェクト」及び企業との共

同研究を通してエネルギーフィルター透過型電子顕微鏡による高分子界面ナノ構造と材料特性に関する新しい成果を得ることができた。本手法により、ゴムのナノ構造、高分子界面と接着の相関、ポリマーブレンドの界面について新しい知見を得ることができ、本手法の基礎的検討、産業界への技術移転を行った。

- ・最大磁場 6 T、温度 5 K にて安定動作する近接場光学顕微鏡（空間分解能 100 nm）を開発した。これを用いて、量子ホール効果が観測される GaAs 単一ヘテロ構造中 2 次元電子ガス系の局所発光測定を行い、電子ガスに対するポテンシャルの空間変化を捉えた。
- ・銅ナノ粒子に金を導入した試料の組成依存性を XRD、XPS にて測定した結果、希薄な場合 (5 at.%) では表面酸化膜は Cu_2O 、濃厚な場合 (40 at.%) では CuO となり、酸化状態が組成により変化することが明らかになった。しかしながら、銅ナノ粒子に希薄に金を導入した場合における耐酸化性能の発現は確認できなかった。

[分野名] ナノテクノロジー

[キーワード] 電子顕微鏡

[テーマ題目 6] ナノ構造材料の創成と応用技術の開発

[研究代表者] 清水 博

(ナノ構造制御マテリアルグループ)

[研究担当者] 清水 博、清水 洋、海藤 彰、
横山 英明、李 勇進、宮内 雅浩
(常勤職員6名、他8名)

[研究内容]

研究目標：

本研究では、以下の3つに大別される課題を設定し、相互に密な連携をしながら基礎的知見を蓄積し、ナノアプリケーション技術並びにナノフュージョン技術の構築とそれら技術に基づきメゾスコピックレベルで構造が制御された高性能、高機能材料の創出を目指している。

- 1) 外場や超臨界場を用いたブロック共重合体等のナノ秩序形成技術の開発
- 2) 高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発
- 3) 無機粒子の選択的・特異的性質を利用する高分子-無機系ナノコンポジット材料の開発

研究内容：

- 1) 外場や超臨界場を用いたブロック共重合体等のナノ秩序形成技術の開発

ブロック共重合体を配列制御するための新規な手法を開発することを目的に、薄膜中における配列制御についての検討を継続している。また、ブロック共重合体の自発的な親水性表面の形成についても研究を進めている。特に海洋生物の付着防止の効果を検証するため、電力総合研究所との共同研究を開始した。

- 2) 高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発

前年度に引き続き、非相溶性のポリフッ化ビニリデン (PVDF) / ポリアミド6 (PA6) ブレンド並びにポリフッ化ビニリデン (PVDF) / ポリ乳酸 (PLLA) ブレンド系を対象に、高せん断成形加工法によりナノ分散構造を構築し、ナノ分散構造と成形加工条件との相関、さらにはナノ分散構造と物性との相関について検討した。

- 3) 無機粒子の選択的・特異的性質を利用する高分子-無機系ナノコンポジット材料の開発

無機粒子としてクレイ（層状ケイ酸塩）を選び、生分解性のポリマーブレンドである、ポリ乳酸 (PLLA) / ポリブチレンサクシネート (PBS) 系に対して、クレイ添加量とせん断速度（もしくはスクリー回転数）とをパラメータとして、この系の共連続構造の連続相サイズを制御することを試みた。

さらに、ポリマーの充填剤として無機粒子だけでなく、カーボンナノチューブ (CNT) 添加によりポリマーの性能を飛躍的に向上させるため、高せん断成形加工法を用いて CNT のポリマー中へのナノ分散化を検討した。ここではポリマーとして熱可塑性エラストマーであるスチレン-ブタジエン-ブチレン-スチレン (SBBS) を選び、CNT は未処理の多層 CNT を用いた。

高せん断成形加工法を用い、光触媒活性を有する無機粒子と生分解性ポリマーのナノコンポジットの開発を検討した。このコンポジット材料においては、太陽光等の照射によって迅速に分解することができるため、樹脂を廃棄物として処理する際に自然に崩壊させることができ、処理コストの低減や処理時間の短縮が期待できる。せん断速度、酸化チタン光触媒粒子の粒径、紫外線照射等のパラメータが生分解挙動に及ぼす効果について調べた。

進捗：

- 1) 外場や超臨界場を用いたブロック共重合体等のナノ秩序形成技術の開発

選択溶媒によるキャストと二酸化炭素による急速な膨潤により、基板に対して垂直に配向したラメラ状のシート構造を形成することに成功した。

また、海洋生物であるフジツボの非付着性は幼生を用いた試験で確認されたため、海洋でのフィールド試験を実施した。今回はサンプルが小さく結果が明確に表れなかったため、再度実施を予定している。

- 2) 高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発

高せん断成形加工により非相溶性ポリマーブレンドである PVDF/PA6 ブレンド系において 100 nm 前後の PA6 ドメインが PVDF マトリクスに均一に分散している構造を形成することに成功した。また、応力-歪曲線において 20 wt% の PA6 添加により 360 % もの顕著な破断伸びを示すなど、ナノ分散構造の形成が力学的性能向

上にも大きく貢献することが分かった。さらにこのブレンド系ではナノ構造構築に成功しただけでなく、TEM並びに小角 X 線散乱測定の結果から、両ポリマーの分子鎖が相互に貫入した、“相溶状態”を形成していることも分かった。

また、PVDF/PLLA ブレンド系においても同様なナノ分散構造を形成することに成功した。このブレンド系においても機械的な伸びが向上した。この系の強誘電性については現在、評価中である。

3) 無機粒子の選択的・特異的性質を利用する高分子-無機系ナノコンポジット材料の開発

PLLA/PBS ブレンド系においてはブレンド組成50/50近傍において相転換を起こし、海一島構造から共連続構造に変わる。ブレンド系だけで形成された共連続構造は熱処理等により連続相サイズが粗大化してしまうが、クレイを添加することにより、この粗大化を防ぐことができる。また、クレイ添加により、添加量を増やすと、その連続相サイズを小さくできるが、2 wt%以上添加しても、それ以上は小さくならず連続相サイズを広範囲には制御できなかった。一方、高せん断成形加工法はせん断を付与することにより、高分子系の熔融粘度を大きく変化させられるので、クレイ添加量とせん断速度（もしくはスクリュウ回転数）とをパラメータとしてこの系の連続相サイズを制御した。その結果、クレイ添加量0.1~12 wt%、スクリュウ回転数2000 rpm の条件でこの系の連続相をメゾスコピックレベル（0.3~100 μm）で自在に制御できることが分かった。さらに、この共連続構造を、テトラヒドロフラン（THF）等の溶媒により PLLA 相を除去することにより、PBS 相だけから成る、メゾポーラス構造を容易に形成することができた。このメゾポーラス構造はサイズに合致した物質透過膜や分離膜等に利用できるだけでなく、ポーラス部に物質を充填しておき、その後 PBS 相の生分解速度に比例してその物質が徐々に放出される、生分解性の物質除法材料として用いることもできる。

一方、SBBS/CNT 系ナノコンポジットにおいては、この系の内部構造を SEM 観察することにより、せん断速度（もしくはスクリュウ回転数）に比例して SBBS 中における CNT の分散が改善されることが分かった。即ち、スクリュウ回転数300 rpm では、CNT が凝集していて数十μm レベルの大きなドメインを形成しており、1000 rpm でもまだ数μm レベルにしか小さくならず、凝集が解けない。しかしながら、2000 rpm で作製されたナノコンポジットでは CNT 同士の凝集は無く、各々直径30~40 nm の、ほぼ孤立した分子として CNT が分散していた。元々SBBS はエラストマーであり、応力-歪曲線においては、優れた破断伸びを示す。しかしながら、CNT の分散が悪く、凝集しているものでは、その破断伸びが著しく損なわれ、スクリュウ回転数300 rpm での伸びは SBBS の 1/2にしか達せず、1000 rpm でも2/3

程度である。これに対して、2000 rpm で作製された、CNT がナノ分散している試料では、その伸びがほぼ SBBS 単体と同程度だけでなく、弾性率や強度が2倍に向上した。わずか3 wt%の CNT を SBBS にナノ分散させるだけで、弾性率等を2倍にしたのは画期的である。

光触媒粒子と生分解性ポリマーのナノコンポジットを高せん断プロセスにより作製した。高せん断性混練機を用いることにより、ポリマーに酸化チタン光触媒粒子を高度に分散させることができた。せん断速度が速く、光触媒の粒子径が小さいほど、紫外線照射時の分解速度が速いことが明らかになった。これらのナノコンポジットは生分解性を備え、光照射の併用によってさらに迅速にポリマーを分解することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー

【キーワード】 ナノファブ리케이션技術、ナノフュージョン技術、ブロック共重合体、自己組織化、親水性表面、偏斥、生物付着防止、フジツボ、メゾスコピック構造制御、高せん断成形加工法、非相溶性ポリマーブレンド、ナノ混合、高分子-無機系ナノコンポジット、無機フィラー、クレイ、カーボンナノチューブ（CNT）、ナノ分散、生分解性ポリマーブレンド、共連続構造、力学的性能、メゾポーラス構造、酸化チタン、光触媒

【テーマ題目7】 ナノプロセッシングファウンドリ・サービス

【研究代表者】 横山 浩（研究部門長）

【研究担当者】 横山 浩、秋永 広幸、中桐 伸行
（常勤職員3名、他16名）

【研究内容】

計 画：

ナノテクノロジーにおける社会基盤として、産総研ナノプロセッシング施設(AIST-NPF)をさらに拡充・整備し、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム(NPPP)等の支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者の研究開発支援を充実させる。また、超微細加工や計測技術に関するナノテクノロジー教育訓練プログラムを構築し、産学官連携のもとに、年間100名程度のナノテクノロジー産業人材の輩出を図る。

進 捗：

ナノテクノロジー総合支援プロジェクト、産総研ナノプロセス支援プロジェクトを継続・発展させ、より密度の高い微細加工・計測支援を実現し、平成18年度は122件の研究支援を実施した。また、文部科学省委託事業であるナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムにおいては、75名の受講者に対して人材育成スクールを実施した。経済産業省委託事業であるナノテク製造中核

人材養成プログラムにおいては、のべ60名の受講者に対して、電子線リソグラフィ及び表面極微細加工技術に関する講義・実習・インターンシップからなる人材育成カリキュラムを実施し、のべ22名の修了者を輩出した。

【分野名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム

【テーマ題目8】 ナノテクノロジーの社会影響の評価

【研究代表者】 阿部 修治

(副研究部門長)

【研究担当者】 阿部 修治、藤田 康元、草深 美奈子
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

「ナノテクノロジーと社会」というテーマで一般市民によるフォーカス・グループ・インタビューを実施し、調査結果を「ナノテクノロジーと社会に関するフォーカス・グループ・インタビュー調査報告書」として公表した。

インタビューにおいて、司会は配布した簡単な資料に沿いながらナノテクノロジーに関する説明を少しずつ行っていき、あらかじめ用意したいくつかの質問を行い、なるべく全員から答えを引き出すようにした。取り上げたテーマは、ナノテクノロジー全般及び具体的な応用技術の例、それらのベネフィット（利便性）とリスク、及び全体的な政策的取り組みについてである。

インタビュー後に作成した発言録をもとに以下の点に関して分析した。人々はナノテクノロジーにいかなる印象を抱いているか。何がナノテクノロジーのベネフィットと捉えられていたか。何がナノテクノロジーのリスクと捉えられていたか。行政、企業、（研究者）への信頼とそれらの責任についての意見。市民参加の可能性について、グループ間の比較、主な結果は次のとおりである。

多くの参加者はナノテクノロジーの肯定的な印象と否定的な印象の両面について語り、その語り方は多様ではあるものの、結果として、ナノテクノロジーに対する期待と不安を比べたときに、期待の方が大きいと考えていた。よって極めて肯定的なイメージが抱かれていると言える。ナノテクノロジーのベネフィットの中では、ドラッグ・デリバリー・システムによる副作用のないガン治療薬など、医薬分野の応用に対する期待が特に高い。一方、リスクに関しては、特に女性グループの参加者を中心に、ナノ粒子が身体に入った場合の安全性を懸念する意見があり、また、ナノロボットのような異物が身体に接触することの違和感が語られた。

安全性や社会的影響に関する政策的取り組みについては、アスベスト問題の例がよく引き合いに出され、行政や企業への不信感が滲み出ていたが、今後の新技術の安全性への取り組みについては、行政による監督・誘導の役割を重視する意見と、開発企業の自主的な管理・規制

を重視する意見とに分かれた。もっと一般市民が知ることが必要だという意見や、ナノテクノロジーの研究開発をどのように進めていくかについて積極的に研究者との対話を望む声も多い。

今回のフォーカス・グループ・インタビュー全体を通して、利便性とリスクを含めた“バランスのとれた冷静な議論”に一般市民が参加することが可能であり、また、それが望まれていることが明らかになった。

【分野名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 科学技術、社会的影響、意識調査

【テーマ題目9】 バイオインターフェース技術の開発

【研究代表者】 植村 寿公

(ナノバイオ・メディカルテクノロジーグループ)

【研究担当者】 植村 寿公、鶴嶋 英夫、大矢根 綾子、山添 泰宗（常勤職員4名、他16名）

【研究内容】

- ナノピラーシート上での細胞のスフェロイド化現象を間葉系細胞を用いて調べ、再生医療への応用に利用できる可能性を示した。ラット骨頭壊死モデルを作り、骨形成にかかわる転写因子遺伝子導入による治療モデルを構築した。フォスフォフォリンを用いた歯科材料への応用に関して、ブタ歯象牙質から抽出したフォスフォフォリンでは象牙質再生をも認めた。
- 糖鎖修飾リポソームに関して：高齢者の増加に伴い患者が増加している虚血性疾患に関して、当 DDS の応用開発を行なっている。昨年、虚血疾患として脳卒中を対象として、これに対応する部分脳虚血ラットモデルを作製した。臨床医学的には虚血状態ではあるが脳梗塞に陥っていない部分（ペナンプラ領域）のイメージング・治療を目的とした。これは脳梗塞が不可逆的現象で直接の治療対象にはならないが、ペナンプラ領域は可逆的で治療により神経損傷を最小限に抑えることが可能だからである。当 DDS に MRI の造影剤である Gd キレート剤を搭載できるか検討した。結果的には最大0.15 ppm (ICP による Gd 量計測で) を当 DDS に搭載できることが判明した。NMR において緩和時間を測定したところ、コントロールに比して約2秒程度の短縮が観察された。従って現在の Gd 搭載量で MRI における造影効果も期待できると思われた。部分脳虚血ラットに上記 Gd 搭載糖鎖修飾リポソームを静脈内投与、安楽死後脳組織を採取し、NMR で緩和時間を測定した。いくつかのサンプルで緩和時間の短縮が観察され、DDS 粒子の集積があると考えられた。今後は DDS 粒子集積の条件をさらに検討し、虚血部位（ペナンプラ領域）のイメージング・治療へ展開していく予定である。また近年虚血疾患に対して開発された血管内手術の合併症である血管形成術後再狭窄に当 DDS の応用を考え、血管形成術の術後再狭窄

モデルをラットの頸動脈に作製した。

- 生理活性物質－アパタイト－高分子複合体を作製し、経皮デバイスとしての有用性を動物実験等により示した。
- 血液中に大量に含まれるタンパク質である血清アルブミンを用いて細胞非接着性の性質を備えた水に不溶性のアルブミンから成るフィルムを作製することができた。また、このフィルムに UV 照射を施すことにより、フィルムの性質が劇的に変化し、細胞が接着するようになることを見出した。このようにアルブミンフィルムを用いることにより、細胞の接着・非接着を自在に変換し得ることを利用して、フィルム上の特定の位置にのみ UV 照射を行うことで、その領域を細胞接着性へと変換し望みの位置に細胞を配置することにも成功した。

[分野名] ナノテクノロジー

[キーワード] 糖鎖修飾、リボソーム

⑨【計算科学研究部門】

(Research Institute for Computational Sciences)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：池庄司 民夫

副研究部門長：三上 益弘

上席研究員：北浦 和夫

主幹研究員：長嶋 雲兵

(研究顧問：寺倉 清之)

所在地：つくば中央第2

人員：31名 (30名)

経費：230,059千円 (146,395千円)

概要：

計算科学は産業技術を支える基盤である。計算科学は、シミュレーション及びそれを用いた予測・設計技術により、研究開発の道筋を付け、生産活動を安全でかつ効率的なものにする。このような計算科学によって、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、エレクトロニクス、材料開発、製造技術などの広い分野の技術開発を促進し、社会的に解決すべき環境問題やエネルギー問題などに貢献することを目指している。

そのために、計算科学的手法の適用限界を克服し、これまで困難であった分野・対象に対しても、計算科学的手法を可能にする技術を研究開発する。材料やデバイス開発に直結する原子・分子オーダーからのシミュレーションの分野を中心に、以下の重点課題の研究開発を展開する。

1. ナノテクノロジーシミュレーション技術に関する研究：

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行うナノスケールデバイスの設計・作製を支援する統合的なナノデバイスシミュレーション技術の研究開発を実施する。量子力学及び統計力学に基づくシミュレーション技術を高機能化及び統合化して、ナノデバイス設計のための統合シミュレーションシステムを開発する

2. 生体系シミュレーション技術に関する研究：

フラグメント分子軌道法等のシミュレーション手法を発展させ、2万個程度の原子からなるタンパク質のような巨大分子の電子状態計算を可能にする。さらに、他のシミュレーション手法と組み合わせ、タンパク質工学や創薬における分子設計への適用を実現する。

3. シミュレーション基礎理論に関する研究：

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論の研究開発を実施する。単一分子を介した電子輸送や単一分子化学等の問題に適用できる新しいシミュレーション理論を構築する。

上記課題に共通的な要素として現実問題のシミュレーション、そのための並列化などの手法開発も進めて、プログラムの公開・普及に努めている。

内部グラント：

研究部門重点化予算「AIST スーパークラスタによる超並列大規模計算」

外部グラント：

文部科学省 主要5分野「統合ナノシミュレーションシステムの研究開発」ナノ複合系設計の研究開発

文部科学省 科学研究費補助金特定「第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体構造の電子機構の解析」

文部科学省 科学研究費補助金基盤 B「非経験的フラグメント分子軌道法によるタンパク質の構造最適化計算のルーチン化」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「マルチスケール・マルチフィジクス現象の統合シミュレーション DDS シミュレータの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「高速・高精度 LCAO 法の開発及び GW+DMFT の基礎理論構築」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「単一分子伝導の理論」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「電極二相界面のナノ領域シミュレーション」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発」

文部科学省 科学研究費補助金特定「LMTO 法による強相関電子系の第一原理計算」

文部科学省 科学研究費補助金特定「ナノリンク分子の電気伝導理論」

文部科学省 科学研究費補助金特定「計算科学手法によるイオン間相互作用の精密解析と分子構造と液体物性の相関の解明」

文部科学省 科学研究費補助金若手 B「第一原理分子動力学計算による非秩序相の多形の研究」

文部科学省、原子力研究「小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」

発 表：誌上発表71件、口頭発表177件、その他7件

量子モデリング研究グループ

(Quantum Modeling Research Group)

研究グループ長：内丸 忠文

(つくば中央第2)

概 要：

量子力学の原理に従って電子の振る舞いを記述し、電子機能素子や化学反応過程を高信頼度、高効率に扱う手法の開発・改良に取り組む(分子軌道法、密度汎関数法)。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 4、テーマ題目 7、テーマ題目 10、テーマ題目 13、テーマ題目 14

粒子モデリング研究グループ

(Particle Modeling Research Group)

研究グループ長：三上 益弘

(つくば中央第2)

概 要：

分子動力学法、モンテカルロ法などにおいて統計力学の新しい手法を開発し、生体高分子や自己組織化膜などの複雑な物質の構造・機能と分子間相互作用の関係を研究する。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 4、テーマ題目 7、テーマ題目 15

複合モデリング研究グループ

(Hybrid Modeling Research Group)

研究グループ長：石橋 章司

(つくば中央第2)

概 要：

材料科学における実際の問題に対して、適切な理論モデル・計算手法・計算プログラムを開発し、材料シミュレーション(バンド計算等)をすることで問題の解決を図り、産業技術の発展に寄与する。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 4、テーマ題目 5、テーマ題目 7、テーマ題目 9、テーマ題目 10

基礎解析研究グループ

(Fundamental Analysis Research Group)

研究グループ長：浅井 美博

(つくば中央第2)

概 要：

計算シミュレーションの適用範囲を拡大することを目的としたシミュレーション基礎の開発及び、それらと係わりの深い分野の物性理論研究(電子相関、励起状態、電子輸送など)を行う。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 7、テーマ題目 8、テーマ題目 9、テーマ題目 10、テーマ題目 12、テーマ題目 16

[テーマ題目 1] ナノシミュレーション技術の研究開発(重点課題 1)(運営交付金、外部資金)

[研究代表者] 三上 益弘、内丸 忠文、石橋 章司(粒子モデリング研究グループ、量子モデリング研究グループ、複合モデリング研究グループ)

[研究担当者] 三上 益弘、田中 克己、都築 誠二、橋本 保、三浦 俊明、篠田 渉、森下 徹也、手塚 明則、尾崎 泰助、小川 浩、池庄司 民夫、内丸 忠文、土田 英二、崔 隆基、織田 望、西村 憲治、片桐 秀樹、宮崎 剛英、田村 友幸、西尾 憲吾(常勤職員20名)

[研究内容]

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数100 nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行う。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範なシミュレーション研究を行い、デバイス設計の基盤を作る。

1) 密度汎関数法による第一原理計算において、誘電特性、イオン伝導などの解明のためにベリー位相を用いて電場下の計算を可能にした(QMAS、FEMTECK)。また、ノンコリニア磁性(OpenMX)、光学スペクトル等の計算を可能にした(QMAS、FEMTECK)。クリロフ部分空間法(OpenMX)及びOrbital minimization法(FEMTECK)を利用してオーダ(N)法を開発した。分子動力学においては、効率の良い位相空間のサンプリング法と汎用的な粗視化法を開発した。

2) 適用計算

- 以下の物質群について局所構造とその電子状態(分子軌道計算、密度汎関数法による)及び材料特性への影響を解明した。

分子磁性体、酸化物表面、ダイヤモンド、アモルファス-SiO₂、非鉛系強誘電体 Bi₄Ti₃O₁₂、陽電子、分子性導体等

- 以下のナノ構造体の安定性・機能と形成過程を分子動力学法により明らかにした。

自己集合化膜の分子認識機能、脂質二重層膜の安定性・低分子透過性(MPDyn)、シリコンナノクラスター・ワイヤ及びエアロディポジションによるセラミックス薄膜の形成過程等

- エネルギー・環境技術

水素結合性液体・イオン性液体の構造、高分子電解質膜中のプロトン伝導、金属表面の触媒機能、大気反応等を分子軌道計算、第一原理分子動力学計算から明らかにした。

3) 統合シミュレーションシステムのプロトタイプを完成させた。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 分子軌道計算、密度汎関数法、第一原理分子動力学計算、サンプリング法、粗視化法、ベリー位相、クリロフ部分空間法、Orbital minimization法、オーダ(N)法、誘電体、イオン伝導、ノンコリニア磁性、光学スペクトル、分子磁性体、酸化物表面、ダイヤモンド、アモルファス-SiO₂、非鉛系強誘電体 Bi₄Ti₃O₁₂、陽電子、分子性導体、自己集合化膜、脂質二重層膜、低分子透過性、シリコンナノクラスター・ワイヤ、セラミックス薄膜、水素結合性液体・イオン性液体、高分子電解質膜中

のプロトン伝導、金属表面の触媒機能、大気反応、統合シミュレーションシステム

[テーマ題目2] バイオシミュレーション技術の研究開発(重点課題2)(運営交付金、外部資金)

[研究代表者] 北浦 和夫(上席研究員)

[研究担当者] 北浦 和夫、古明地 勇人、FEDOROV Dmitri、上林 正巳(常勤職員4名)

[研究内容]

生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したバイオインターフェース技術の開発を行い、創薬、診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探索的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

- FMO法の励起状態計算法として、マルチレーヤFMOに1電子励起配置CI(CIS)法を組み込んだFMO-CIS法を開発した。

- マルチレーヤFMOを枠組みとする量子・古典融合法の開発を始めた。

- FMO/PCMによるFK506結合タンパク質とそのリガンドの結合エネルギー計算を行った。結果を解析した。

また、FMO法を用いた高次元アルゴリズム分子動力学法(FMO-HA法)の開発、グリッド技術を用いた大規模分子のフォック行列計算プログラム、H/D同位体効果の量子力学計算法の開発を行った。

[分野名] ナノテク・材料・製造(バイオテクノロジーとの融合)

[キーワード] 生体分子シミュレーション、大規模系の量子化学計算、量子・古典融合法、大規模系のシミュレーション手法、タンパク質の構造・機能シミュレーション

[テーマ題目3] シミュレーション基礎理論の研究開発(重点課題3)(運営交付金、外部資金)

[研究代表者] 浅井 美博(基礎解析研究グループ)

[研究担当者] 浅井 美博、中西 毅、ARYASETIAWAN Ferdi、伏木 誠、三宅 隆(常勤職員5名)

[研究内容]

ナノ構造伝導体等における輸送現象の理論予測を行い、強相関電子材料・光学材料の第一原理物性予測を実現する。そのためのシミュレーション基礎理論開発研究を継続して行っている。

- 単一分子架橋系において電子輸送と熱輸送・散逸を自己無撞着的に計算している。

- ・コヒーレント領域で示された熱電能の新たな構造から透過係数の位相情報を得た。
- ・DMFT+GW法の計算コストを軽減するための近似理論の研究を行っている。
- ・GW法の具体的な物質への適用研究と並行してペーテ・サルピーター方程式の効率的なプログラムの開発を行っている。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 電子輸送問題、電子相関、単一分子架橋系、強相関電子材料・光学材料

[テーマ題目4] AIST スーパークラスタのための超並列大規模計算プログラムの開発（運営交付金）

[研究代表者] 池庄司 民夫（研究部門長）

[研究担当者] 池庄司 民夫、関口 智嗣（グリッド研究センター）、横川 三津夫（グリッド研究センター）、北浦 和夫、FEDOROV Dmitri、池上 努（グリッド研究センター）、石田 豊和、石橋 章司、工藤 知宏（グリッド研究センター）、篠田 渉、尾崎 泰助、児玉 祐悦（グリッド研究センター）
（常勤職員12名）

[研究内容]

これまで開発してきた平面波基底、有限要素基底、局所数値基底の密度汎関数法による電子状態計算コードを高度に並列化してAISTスーパークラスタ上で実行した。また、分子軌道計算ではFMOによる並列化、ノード内の並列化を活かして大規模な電子状態計算を実行した。さらに、分子動力学計算においても高度に並列化して実行した。

[分野名] ナノテク・材料・製造、情報・通信

[キーワード] PC クラスタ、グリッド技術、FMO法、並列化

[テーマ題目5] 第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体の構造と電子機構の解析（外部資金：文部科学省科学研究費補助金特定）

[研究代表者] 石橋 章司
（複合モデリング研究グループ）

[研究担当者] 石橋 章司、寺倉 清之（研究顧問、北海道大学）
（常勤職員1名、他1名）

[研究内容]

単一成分で金属となる最初の分子性導体 Ni(tmdt)₂の合成以来、中心金属あるいはリガンド部分の置換により次々と新物質が合成されてきた。それらは、金属から絶縁体まで多岐にわたり磁性の有無も存在する。本年度は、

その中でも特異な物性を示して注目を集めている Au(tmdt)₂と Cu(dtmdt)₂の電子状態をさらに詳細に調査した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 第一原理計算、分子性導体、有機導体

[テーマ題目6] 非経験的フラグメント分子軌道法によるタンパク質の構造最適化計算のルーチン化（外部資金：文部科学省科学研究費補助金基盤B）

[研究代表者] 北浦 和夫（上席研究員）

[研究担当者] 北浦 和夫、上林 正巳、根本 直
（生物情報解析センター）
（常勤職員3名）

[研究内容]

フラグメント分子軌道（FMO）法を用いたタンパク質の構造最適化計算を実用化するための方法論の開発・改良を行う。アラニン10量体モデルペプチドと合成小タンパク質についてFMO法と標準Ab Initio MO法による最適化構造の比較を行いFMO法の精度を検証した。

FK506結合タンパク質と4種のリガンドとの複合体についてリガンドとその周辺のアミノ酸残基を切り出したモデルを得た。この結果はタンパク質とリガンドの高精度な結合エネルギー計算に向けた第一歩となる。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] FMO法、タンパク質の電子状態計算、フラグメント分子軌道法、タンパク質の構造計算、非経験的分子軌道法

[テーマ題目7] 統合ナノシミュレーションシステムの研究開発：ナノ複合系設計の研究開発（外部資金：文部科学省科学技術振興調整費）

[研究代表者] 寺倉 清之（研究顧問、北海道大学）

[研究担当者] 尾崎 泰助、土田 英二、池庄司 民夫、石橋 章司、香山 正憲（ユビキタスエネルギー研究部門）、田中 真悟（ユビキタスエネルギー研究部門）、橋本 保、田村 友幸、三宅 隆、西岡 圭太、Huang Sheng-Feng、Weng Hongming
（常勤職員9名、その他3名）

[研究内容]

ベタフロップス超最先端・高性能汎用スーパーコンピュータを利用することにより、次世代ナノ情報機能・材料のナノ分野におけるグランドチャレンジ問題を解決することを目的として、産学官共同研究体制の下、我が国の本分野における計算科学の総力を挙げて次世代ナノ情報機能・材料設計の学術的基盤を形成し、さらには産業技術への展開を目指して次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発を、自然科学研究機構・分

子科学研究所と共同で行う。これまでに一応の形となっている以下のソフトウェアについて、継続的に改良を進めた。

標準的第一原理分子動力学法

- ・ QMAS (Quantum Materials Simulator) : PAW 法による平面波基底の物性解析用。応力や誘電率の空間分布を計算するルーティンを開発して取り入れた。

大規模超並列第一原理分子動力学法

- ・ FEMTECK (Finite Element Method based Total Energy Calculation Kit) : 有限要素基底の第一原理分子動力学法であり、超並列計算による大規模系の動力学計算を効率的に行える。オーダ N 計算への対応を進めた。
- ・ OpenMX (Open source package for Materials eXplore) : 局在軌道を基底とした効率的計算が可能。分割統治法とクリロフ部分空間を利用したオーダ N 法のアルゴリズムを提案し、その有効性をいくつかの具体的な計算 (Al 基板の上のカーボンナノチューブ、DNA など) によって実証した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 第一原理電子状態計算、オーダ N 法、ナノ材料

[テーマ題目 8] 単一分子電気伝導の理論 (外部資金: 独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造技術)

[研究代表者] 浅井 美博 (解析研究グループ)

[研究担当者] 浅井 美博、中西 毅、Ferdinand Aryasetiawan

[研究内容]

単一分子電気伝導における非弾性散乱過程に関わる3つの問題について研究した。(1) 弾性・非弾性散乱過程に対する線形応答理論を越えた電圧効果 (電荷非平衡分布変化) の及ぼす影響。この効果を、第一原理量子化学計算手法を用いて理論的に研究した結果、線形応答計算結果の高電圧領域で見られる弾性過程の過大な優位性が、この効果を取り入れることにより大きく是正されることを見出した。(2) 非弾性過程により電子伝導、熱伝導、熱散逸は相互に関連している。電極フォノン・分子振動結合、分子振動・電子正孔励起結合等を架橋構造の境界条件を現実的に取り入れることにより、この問題を研究した。(3) 走査トンネル顕微鏡 (STM) で測定される非弾性電流に対する STM 探針構造依存性を探針の巨視的な構造を変化させることにより研究した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 電子輸送、非弾性電流

[テーマ題目 9] 高速・高精度 LCAO 法の開発及び GW+DMFT の基礎論構築 (外部資金: 独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造技術)

造技術)

[研究代表者] ARYASETIAWAN Ferdi

(基礎解析研究グループ)

[研究担当者] ARYASETIAWAN Ferdi、尾崎 泰助、五味 広喜 (常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

次世代電子構造計算シミュレーション技術の基盤整備を目的として、高精度・高信頼性 LCAO 法の研究及び GW+DMFT による第一原理電子構造手法の開発を行う。

(1) 密度汎関数理論を大規模な系に適用するために計算量・計算メモリが原子数に比例した新しい安定で高速なオーダー法を開発した。有効ハミルトニアンを近距離の詳細な寄与と遠距離の寄与に分離し、固定されたクリロフ部分空間内で埋め込まれたクラスター問題を解くことによって、分割統治法の安定性とリカージョン法の高い収束性を実現することが可能となった。電気磁気効果 (ME 効果) の第一原理からの理解を目指し、スピン軌道モーメントと軌道磁気モーメントのノンコリニア磁性を制御する制約条件付密度汎関数法を開発した。超格子モデル $(\text{LaMO}_3)_2/\text{LaAlO}_3$ (M=Ti, V, Cr, Fe) に原子変位がなくてもスピンの傾きがあると、その角度に依存して最大 $\sim 0.01 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 程度の電気分極が発生することを見出した。

(2) 有限温度下でのグリーン関数法に基づく第一原理計算を大規模系に適用するために、フェルミ分布関数の連分数表示による Green 関数の高速・高精度積分法を開発した。従来法と比較し、5~10倍程度の高速化が可能となった。

(3) 第一原理計算によるハバード U

標準的な第一原理計算手法であるコンストレインド LDA (Local Density Approximation、局所密度近似) 計算によるハバード U パラメータは実験のものとは比べると多くの場合は大きく食い違いがあるが、我々が最近開発した RPA (Random-Phase Approximation、ランダムフェイズ近似) 手法の計算によるハバード U パラメータは実験結果と一致した。理論的にこの2つの手法は同じ結果を出すべきであるがなぜ結果が違うのかその原因を調べた。

(4) VO_2 の準粒子エネルギー電子構造

LDA+DMFT (Dynamical Mean-Field Theory、動的な平均場理論) 手法を応用して VO_2 の電子構造を調べた。LDA+DMFT 手法ではルチル型構造と M1構造の電子状態が正しく記述された。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 第一原理電子状態計算、オーダ N 法、ノンコリニア磁性、LDA+U、LDA+DMFT

[テーマ題目 10] 電極二相界面のナノ領域シミュレーション (外部資金: 独立行政法人科学技術)

振興機構戦略的創造技術)

【研究代表者】池庄司 民夫 (研究部門長)

【研究担当者】折田 秀夫、伏木 誠、崔 隆基、
土田 英二、秋永 宣伸
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

電極に代表される固液界面及び界面付近の構造、電子移動とそれに伴う化学反応を、分子・原子のオーダーから第一原理シミュレーションで明らかにし、さらに実用的な意味での電極全体の挙動をシミュレーションするための計算理論を構築する。

電極反応の解析のために大規模な第一原理シミュレーションを行うために、これまで開発してきた第一原理分子動力学法プログラム“STATE”(ウルトラソフト擬ポテンシャルを用いた平面波基底密度汎関数法による電子状態計算コード)のさらなる並列化効率及び計算効率の向上を図った。

有効遮蔽体法を用いて電位をかけることで、プロトンが電子移動を伴って、中性の水素原子核として白金上に吸着する電極反応過程の第一原理分子動力学計算に成功した。

電極系を構成するもう1つの重要な要素である電解質膜についてナフィオンを例にして、プロトン伝導過程を解析して伝導度等を求めるために、第一原理分子動力学計算を行った。

界面2相部分の解析領域を、電極を含むナノからメゾ領域に拡張するために、拡散方程式版の格子ボルツマン法をイオン輸送(特にプロトン輸送)を対象とした電気化学系に適用するための方法論の構築とプログラム化を行った。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】電極界面、第一原理分子動力学、水素極、電解質膜

【テーマ題目11】「グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発」(外部資金：独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造技術)

【研究代表者】長嶋 雲兵 (主幹研究員)

【研究担当者】長嶋 雲兵、梅田 宏明、石元 孝佳、
渡邊 寿雄
(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

金属クラスターやタンパク質等の大規模分子系の現象を取り扱える系のサイズ拡大とパラメータの網羅的探索を可能とする分子シミュレーション環境の構築をめざし、グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発を行った。

具体的研究項目は以下の5項目であった。1) FMO法のGrid化と評価：GFMOの開発、2) GFMO-MOの実

装と評価：GFMO-MOの開発、3) ポテンシャル面探索分散処理システムの設計、4) プロトンの波動性を考慮した方法(MC_MO法)のFMO法への導入

1) FMO法のGrid化と評価：GFMOの開発

GFMOの評価を兼ねて、上皮細胞増殖因子受容体(EGF-R)を抗癌標的とした抗癌剤開発に有用な情報を得るために、EGF-Rの大規模シミュレーションを行った。そのためにEGF-RとそのリガンドであるEGFの複合体に対して、FMO-MO法を適用し、その解析を行う。現時点では、第一段階としてFMO法によって特異的相互作用機構を調べた。

2) GFMO-MOの実装と評価：GFMO-MOの開発

本研究では、FMO法を元に大規模系の分子軌道を求め、大規模分子系の反応中心の同定や反応機構の解明に資する情報を可能とするシステムを構築する。特にFock行列の生成はFMO-MO計算において最も計算量の大きい部分であり、これを効果的にGrid化することで高速に計算する。

プログラムはこれまで我々がやってきたEHPCプロジェクトの成果物をNinf-G(GridRPC/MPI hybrid)化し、将来的にはEHPCシステム(Fock行列生成専用計算機システム)を組み込んだ実行も可能であるように設計した。

FMO法及びFMO-MO法によって得られる分子軌道の精度検証を行うため、比較的大規模な系(STO-3G基底関数を用いたLysozyme分子129アミノ酸残基、1,961原子、6,005関数)での従来法(Hartree-Fock法)とFMO法、及びFMO-MO法で計算を行った。その結果、FMO-MO法が従来法による軌道エネルギー分布をよく再現していることが判った。また、FMO法で得られる各モノマーとダイマーの軌道エネルギー分布は、従来法のものとは違うが、フロンティア軌道の位置を推定には十分な精度を持っていることも分かった。

3) ポテンシャル面探索分散処理システムの開発

FeNC及びFeCNに対し電子基底状態 6Δ に関してMR-SDCI+Q+Erel/[Roos ANO(Fe)、aug-cc-pVQZ(C、N)]レベルで平衡点近傍の3次元ポテンシャルエネルギー曲面(PES)を計算した。そのPESからMillsらの摂動論を用いて、 6Δ の回転定数Beのみならず、スペクトルから直接出てくる B_0 、 $\Omega=9/2$ を始めとして、種々の分光定数を求めることができた。

電子相関のみの取り込みでは、HFレベルで決定した核の基底関数に比べて、大きな変化が見られなかった。一方で、電子-核相関効果により、核の広がりを表す軌道指数の値は小さくなり、非局在化の傾向にあることが明らかとなった。

【分野名】バイオサイエンス

【キーワード】グリッド化、大規模分子シミュレーション

〔テーマ題目12〕 ナノリンク分子の電気伝導理論（外部資金：文部科学省 科学研究費補助特定）

〔研究代表者〕 浅井 美博（基礎解析研究グループ）

〔研究担当者〕 浅井 美博（常勤職員1名）

〔研究内容〕

半無限電極フォノンと連成した分子フォノンを定式化し、これが電気伝導に及ぼす影響を研究した。また、分子内部でのポテンシャル降下を許すような計算を行ったとき、そのことが弾性・非弾性散乱電流にどのような影響を及ぼすかを研究した。

本年度は、単一分子架橋系と電子鎖架橋系において、伝導電子・分子振動結合、電極フォノン・分子振動（原子鎖振動）、電子・ホール冷機と分子振動（原子鎖振動）の結合を微視的に取り扱い、架橋系伝導における電子輸送と熱輸送・散逸を自己無撞着的に計算した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 単一分子膜、電気伝導度、理論・シミュレーション、弾性散乱効果、非弾性散乱効果、分子エレクトロニクス、非平衡グリーン関数、Keldysh形式

〔テーマ題目13〕 第一原理分子動力学計算による非秩序相の多形の研究（外部資金：文部科学省 科学研究費補助金若手B）

〔研究代表者〕 森下 徹也

（粒子モデリング研究グループ）

〔研究担当者〕 森下 徹也（常勤職員1名）

〔研究内容〕

第一原理分子動力学計算により過冷却による液体 Si の密度変化と構造変化を調べた。計算結果から500 Kほど過冷却できれば液体 Si の密度極大が観察できることが明らかになった。また、過冷却に伴う液体構造の変化も明らかになった。この構造変化は、実験結果とも良く一致していた。

〔分野名〕 第一原理分子動力学

〔キーワード〕 シリコン、分子動力学、第一原理計算、過冷却、液体、相転移、多形、ガラス

〔テーマ題目14〕 マルチスケール・マルチフィジクス現象の統合シミュレーション DDS シミュレータの研究開発（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業）

〔研究代表者〕 三上 益弘（粒子モデリンググループ）

〔研究担当者〕 三上 益弘、北浦 和夫、内丸 忠文、都築 誠二、古明地 勇人、三浦 俊明、Fedrov Dmitri、森下 徹也、石田 豊和、西尾 憲吾（常勤職員9名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、能動的標的指向性 DDS の有力な候補として注目されているリポソームシステムを対象にして、(1) DDS ナノ粒子設計、(2)糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析、(3)血管内における DDS ナノ粒子の流動解析を可能にするマルチスケールシミュレーション技術を開発し、DDS シミュレータに統合し、DDS の設計技術を確立する。

(1) リポソームを構成する脂質分子を親水ビーズ・疎水ビーズで粗視化し、ビーズ径、分子鎖長などを系統的に変化させた初期配置を作成し、リポソームが生成される条件を探索するために粗視化分子動力学法を実行した。

(2) 糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発

(1)糖タンパク質に関してはヒトの E、P セレクチンの2点、(2)糖鎖としてはシアリルルイス X (sLeX) を対象として、QM/MM 法により E セレクチンと sLeX 複合体のモデル化と、予備的な計算を行った。

(3) DDS ナノ粒子の血管内における流動解析の研究開発

本年度は、DDS 研究の現状を調査・検討し、解決すべき課題の絞り込みを行った。

〔分野名〕 バイオサイエンス

〔キーワード〕 レクチンと糖鎖の分子間相互作用解析、DDS ナノ粒子の血管内における流動解析、DDS ナノ粒子設計、マルチスケールシミュレーション技術

〔テーマ題目15〕 計算科学手法によるイオン間相互作用の精密解析と分子構造と液体物性の相関の解明（外部資金：文部科学省 科学研究費補助金特定）

〔研究代表者〕 都築 誠二（粒子モデリンググループ）

〔研究担当者〕 都築 誠二、三上 益弘（常勤職員2名）

〔研究内容〕

高精度の Ab Initio 分子軌道法を用い、イオン間相互作用の解析を行い、イミダゾリウム系カチオンのアルキル鎖長は相互作用の強さに大きな影響を与えないこと、イミダゾリウム2位の CH 結合アニオン間の水素結合は通常の水素結合と性質の異なる相互作用であることを調べた。またイオン液体の力場の拡張及び精密化を行った。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 イオン液体、分子間相互作用、分子動力学、液体物性、分子軌道法、静電相互作用

〔テーマ題目16〕 LMTO 法による強相関電子系の第一原理計算（外部資金：文部科学省 科学

研究費補助金特定)

【研究代表者】三宅 隆 (基礎解析研究グループ)

【研究担当者】三宅 隆、Aryasetiawan Ferdi
(常勤職員2名)

【研究内容】

標準的な第一原理計算手法である局所密度近似 (LDA) の困難のひとつとして電子相関の強い系の電子状態が挙げられる。強相関電子系に対する現状の計算手法の限界を明らかにし、新しい手法開発を行うために ZnS の d バンドのエネルギー準位計算を行い LDA、GW 近似 (半導体のギャップを正確に記述する多体論的手法) のいずれでも実験値と大きくずれることを明らかにした。格子模型と融合した強相関電子系に対して有効な計算手法構築のため、LDA の電子構造から出発して格子模型の有効パラメータを計算する方法を開発して 3d 電子系に適用した

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】第一原理計算、強相関電子系

⑩【生物機能工学研究部門】

(Institute for Biological Resources and Functions)

(存続期間：2002.9～)

研究ユニット長：巖倉 正寛

副研究部門長：中村 和憲、丹羽 修

所在地：つくば中央第6

人員：69名 (67名)

経費：880,027千円 (485,015千円)

概要：

1. ミッション

広い意味でのバイオプロセスに関連する技術体系等の整備に努め、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化等への貢献を目指すとともに、研究部門一般に課せられた共通のミッションであるプラットフォーム機能を果たすために、国内外のライフサイエンス、バイオテクノロジー分野の動向把握に努め、将来に向けた技術の芽を発掘・育成するとともに人材育成に取り組む。

2. 研究の概要

今後の我が国におけるバイオテクノロジー／ライフサイエンス分野における真の産業活性化においてバイオプロセス産業の本格化に対する期待感是非常に大きい。そのため、「バイオプロセスにかかる技術体系を整備し社会に提供すること」との認識のもと、その実現を目指し、バイオプロセスを構成する技術要素の分析、すなわち、技術を構成する基礎原理の理解・解明、技術レベルの現状、未来展望、社会的要請等の理解・分析により戦略

的に課題を設定し研究開発を進めている。また、本研究部門の研究活動は、社会資本の活用を基本とすることから、高い倫理観と社会に対する説明責任の観点を重視するとともに種々の観点での社会貢献のあり方を模索し実践している。

具体的には、以下の7つの項目に研究項目を絞り研究開発を推進することによりバイオプロセスに係る技術体系の整備において、生物機能利用のアウトカムを見据えた「ボトムアップ・アプローチ」と「フィードバック・アプローチ」の有機化という理念を提示し、その理念のもとに活動に取り組んだ。

1. バイオマーカーの同定・検出・評価の研究

生物個体もしくは生細胞の概日リズム分子及び行動に関する測定系の開発、それを利用したマーカー探索、同定及び機能評価技術の開発、また、このような技術を利用し時計から睡眠への分子機構の解明を目的に、バイオターゲット発掘に繋がるバイオマーカーとして時刻依存的疾患発症制御の観点で研究を進め、時計遺伝子欠損マウスを用いた肥満の解析、時計遺伝子 Per2 の日周発現制御機構の解析による負の転写因子 E4BP4 の関与、ショウジョウバエの生殖リズム中枢が日周行動の中枢と異なることなどを見出した。

2. 高機能化学物質・酵素・食品素材の研究

亜熱帯植物を対象に、機能性食品に繋がるペプチドやポリフェノールの探索を行い、それに含まれる特定のポリフェノールが血管内皮細胞あるいは皮膚ケラチノサイトのエンドセリン合成を抑制することを確認した。クミスクチン抽出物については、美白試験、ヒトへの安全性試験などを経て、化粧品原料への活用に寄与した。さらに、各種抽出物について血圧上昇抑制作用などの効果を調べた。

3. 高効率遺伝子資源開発の研究

未培養微生物の培養技術の確立、環境中に生息する多様な微生物から直接有用遺伝子を探索する手法の確立、昆虫内部共生微生物等、難培養共生微生物の解析手法の確立、植物の物質生産プロセスを制御する遺伝子の探索とその利用技術の開発を目的に、未知遺伝子資源からのターゲット発掘に至る方法としてのメタゲノム手法の開発、新規培養基材の開発、難培養・共生関係に関与する生物現象の解明にゲノム解析及び生物種間伝達物質の解析、環境応答などの解析に取り組んだ。

4. バイオプロセス高度化の研究

生体内でのターゲット分子生産に関与する遺伝子群の分子機構解明・解析とその利用、ダウンストリーム関連技術としての、アフィニティリガンドの開発とそのためのリガンド設計技術開発にお

いて計量言語学や情報工学的手法によるタンパク質セグメントの開発を進め、タンパク質分子設計アルゴリズムに適用した。アフィニティリガンドを固定化したアフィニティ担体の開発に取り組んだ。

5. バイオ製品管理技術の研究

製品の分析、性能評価、管理等に係る技術体系を整備するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列-構造-機能相関の理解とそれに基づく品質管理方法の開発、生体分子の安定性の解析と安定化機構に基づく生体分子のクオリティコントロールに係わる技術開発、細胞機能の評価方法の開発並びそのためのナノ材料とマイクロ加工技術の融合化により、各種センシングデバイスの開発に取り組んだ。

6. バイオ環境評価・リスク管理技術開発の研究

微生物群集全体を、構成種あるいは機能という観点で捉えることができる分子遺伝学的プロファイリング手法の開発において、複雑微生物系における組換え微生物の挙動を詳細に解析する手法を確立した。リボソーム RNA を標的とした微生物活性に基づいた新たな特定微生物の迅速検出手法を開発し、ヒト動物消化管内微生物相の解析やメタン発酵リアクターの解析などに適用し、その有効性を明らかにした。また、PCR や LAMP を増幅手法とする、簡便かつ高感度な特定遺伝子・微生物群の定量手法を開発した。また、光学活性を有する生分解性プラスチック開発に向けた技術開発、DNA チップもしくは抗体チップを利用した環境モニタリング手法の開発に取り組んだ。

7. バイオ計測国際標準化の研究

様々な長さを有する標準 DNA を作製し、その保存性や純度の検定法に関する検討を行った。また、阻害物質を含む不純物混入条件下で有効な定量 PCR 手法を確立し、その計測精度をモデル定量系を用いて明らかにした。DNA 計測手法の国際標準制定においては、国際度量衡委員会のワーキンググループに参加し、穀物からの DNA 抽出法、定量 PCR 法の国際標準制定に貢献した。

外部資金：

環境省 受託研究費（公害）「石油流出事故等海洋の汚染や浄化に係わる環境微生物の分子遺伝子学的解析・評価に関する研究」

環境省 受託研究費（公害）「生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究」

文部科学省 受託研究費（科学技術振興調整費）「構造形成要素に基づくタンパク質構築原理の解明」

経済産業省 受託研究費（支援型）「パスウェイ解析用 DNA チップ並びに簡易型 DNA チップ解析装置の開発」

NEDO 受託研究費「生物機能活用型循環産業システム創造プログラム／植物利用エネルギー使用合理化工業原料生産技術開発」

NEDO 受託研究費「新機能抗体創成技術開発／高効率な抗体分離精製技術の開発」

（独）科学技術振興機構「食草・薬草・香草を生きた品質で長期保存できる OK 迅速乾燥法の実用化」

（独）科学技術振興機構「生体分子検出用ナノ構造電極の開発」

（独）科学技術振興機構「骨髄高転移性マウス乳癌細胞の樹立」

（財）日本産業技術振興協会 産総研イノベーション「ジャガイモそうか病の土壌・病斑部診断技術と新規防除手法の確立」

（財）エンジニアリング振興協会「海洋性メタン酸化細菌の微生物学的解析」

JSPS 外国人特別研究員試験研究費「アブラムシの寄生植物特異性に非必須共生体を与える影響の解析」

研究助成金 クイーンズランド大学「Modifying mosquito population age structure to eliminate dengue transmission」

研究助成金 三菱財団自然科学研究助成「RNA とタンパク質の協同による塩基認識特異性切り替えの分子基盤研究」

科研費補助金「生物時計による性選択の分子機構」

科研費補助金「RNA とタンパク質の複合体によるヌクレオチド選択の分子進化基礎研究」

科研費補助金「フォールディング・エレメント間相互作用に基づくタンパク質構造形成機構の解明」

科研費補助金「巨大粒子ボールトの機能解析」

科研費補助金「海洋微生物群集の解析と利用」

科研費補助金「転写制御タンパク質による転写終結領域の構造変化と機能解析」

科研費補助金「イオンチャンネル機能を持つ無機-有機複合膜の構築」

科研費補助金「脂質膜を安定に保持するブレンド型 SAM 膜の構築」

科研費補助金「糖尿病性血管障害の発症に関わる新規原因分子の解明」

科研費補助金「唾液腺細胞における末梢時計機構の解明」

科研費補助金「鋳型非依存性 RNA 合成酵素の分子機構、進化の分子的基盤研究」

科研費補助金「ショウジョウバエを用いたポリ (ADP-リボース) 代謝の生理的意義の解明」

科研費補助金「デオキシリボザイムを用いた特定微生物の検出法の開発」

科研費補助金「電極表面における金属配位結合を利用したナノキャビティデザインとそのサイズ制御」

科研費補助金「時計遺伝子変異によるメタボリックシンドローム発症機構の解明」

科研費補助金「ポリ A ポリメラーゼの構造基盤」

科研費補助金「終止コドンに欠失した mRNA の特異的分解に関与するヒト遺伝子群の網羅的検索と解析」

科研費補助金「昆虫による植物の形態操作の機構への実験生態学及び分子遺伝学からのアプローチ」

科研費補助金「共生微生物によって賦与される昆虫の寄生植物特異性の機構の解明」

科研費補助金「ノーナフチルメチルアミン塩の形成する有機層構造を用いた分子計算機」

科研費補助金「ホソヘリカメムシにおける宿主-共生細菌相互作用に関する研究」

科研費補助金「嫌気性廃水処理におけるバルキング原因微生物の網羅的解析と迅速モニタリング技術創成」

NEDO 平成18年度産業技術研究助成事業「蛍光消光現象を利用した革新的な遺伝子定量技術の開発と微生物産業利用における安全性評価・リスク管理への応用」

公益信託林女性自然科学者研究助成「社会性アブラムシの兵隊階級に見られるゴール修復の分子基盤の解明」

発 表：誌上发表127件、口頭発表326件、その他33件

生物資源情報基盤研究グループ

(Microbial and Genetic Resources Research Group)

研究グループ長：中村 和憲

(つくば中央第6)

概 要：

1) 未知微生物・遺伝子資源の探索・解析

メタン発酵リアクター、水処理活性汚泥、海洋地下圏、湖沼底泥、海洋熱水環境などを中心に新規微生物資源の探索、並びに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析及びこれら微生物群の機能解析に関する研究を継続的に実施した。また、これまで全く培養されてこなかったものの、環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離を行った。さらに、特定環境の全ゲノムから、ゲノムライブラリーを作製し有用遺伝子を探索するメタゲノム手法の検挙尾を開始した。その結果これまでに知られていなかった未知化合物を要求する新規な共生微生物、分類系統的に新規な微生物群を多数純粋に培養することに成功するとともに、環境ゲノムライブラリーからの有用遺伝子探索技術の確立にも成功した。

2) 複合微生物系の解析並びに複合微生物群中の特定微生物の検出手法の開発

環境浄化を目的に遺伝子組換え体微生物が環境に放出されることを想定して、リスク評価等モニタリングが可能な標識化微生物を創製し、この微生物を活性汚泥等複合微生物群に接種し、その挙動を詳しく追跡した。また、特定微生物(群)をSSU RNA 含量をもとに迅速かつ定量的にモニタリングするための新規な手法を、上向流嫌気汚泥床法の微生物相解析に適用した。未解明な環境微生物試料からの核酸抽出法や遺伝子解析法、定量的な群集解析法、新規培養法等についての検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

生物共生相互作用研究グループ

(Biological Interactions and Symbiosis Research

Group)

研究グループ長：深津 武馬

(つくば中央第6)

概要：

非常に多くの生物が、恒常的もしくは半恒常的に他の生物（ほとんどの場合は微生物）を体内にすまわせている。このような現象を「内部共生」といい、これ以上ない空間的な近接性で成立する共生関係のため、極めて高度な相互作用や依存関係が見られる。このような関係からは、しばしば新規な生物機能が創出される。共生微生物と宿主生物がほとんど一体化して、あたかも1つの生物のような複合体を構築することも少なくない。

我々は昆虫類におけるさまざまな内部共生現象を主要なターゲットに設定し、さらには関連した寄生、生殖操作、形態操作、社会性などの高度な生物間相互作用を伴う興味深い生物現象について、進化多様性から生態的相互作用、生理機能から分子機構にまで至る研究を多角的なアプローチから進めている。

我々の基本的なスタンスは、高度な生物間相互作用を伴うおもしろい独自の生物現象について、分子レベルから生態レベル、進化レベルまで徹底的に解明し、理解しようというものである。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5

酵素開発研究グループ

(Enzyme Exploration Research Group)

研究グループ長：宮崎 健太郎

(つくば中央第6)

概要：

本グループは、微生物スクリーニング・ゲノムインフォマティクス・メタゲノム等のアプローチにより、産業上有用な微生物、酵素、遺伝子をスクリーニングすることを目的とする。また、進化分子工学や立体構造に基づいた理論的なアプローチによりタンパク質の機能改変を行い、その構造-機能相関を明らかにするとともに、産業上有用な形質の付与を行う。本年度は、微生物スクリーニングとメタゲノムライブラリのスクリーニングを重点的に研究を進めた。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

機能性核酸研究グループ

(Functional Nucleic Acids Research Group)

研究グループ長：富田 耕造

(つくば中央第6)

概要：

ポストゲノム時代において、近年、生体内におけるRNAの持つ新たな機能が発見され、RNAが多岐にわたる遺伝子発現及び高次生命現象に深く関与していることが明らかになりつつある。RNAは単なるDNAのコピーとしての役割以上に、遺伝子発現にお

いて重要な役割を担っていると認識されつつある。したがって、生体内での機能を持ったRNAの機能解析、及び機能を持ったRNAができるまでの分子装置の解析は重要課題であると考えられる。今年度、当グループは生体内に実在する、機能を有したRNA合成のプロセス装置の分子基盤研究に取り組んだ。当グループが研究対象としているRNAプロセスの分子装置は、機能を有したRNAへの成熟化システム、及びRNAの品質管理システムである。これらの機能構造相関を明らかにすることにより、生体内での機能性RNAの発現制御システムの構築が可能になり、将来的には、RNAを介した遺伝子発現を利用した新規遺伝子制御が可能になると期待できる。また、このRNAプロセス過程にはRNAとタンパク質の相互作用が重要な役割を果たすことも考慮して、RNA結合タンパク質とタンパク質の相互作用の機能構造解析をも平行して行った。

研究テーマ：テーマ題目11

タンパク質デザイン研究グループ

(Protein Design Research Group)

研究グループ長：巖倉 正寛

(つくば中央第6)

概要：

タンパク質デザインにおいて、欲しい機能を有するタンパク質を思いのままに創成することは究極の目標である。我々は、配列空間探索というコンセプトのもとに新しい観点からのタンパク質デザイン手法の開発に取り組んでいる。そのため、網羅的にタンパク質に1アミノ酸置換を行い、得られる変異体タンパク質の特性解析を行うとともに、タンパク質をデザインすることは変異空間における地形解析であるとのコンセプトのもとに個々の変異の効果について曖昧な加算性を仮定した適応歩行法の広範な利用を推進している。このような独自のタンパク質デザインコンセプトの精緻化を進め、デザインされたタンパク質の有用性の実証としては、アフィニティクロマトグラフィー用担体開発に適用可能なアフィニティ・リガンドの設計を目指す。また、当グループで開発したタンパク質の配向制御固定化技術を用いて、タンパク質医薬品製造における支援技術としてその分子精製のプラットフォーム技術としてのアフィニティ精製技術開発に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目12

脂質工学研究グループ

(Functional Nucleic Acids Research Group)

研究グループ長：芝上 基成

(つくば中央第5)

概要：

脂質は生体内で重要な働きをするバイオ分子のひとつである。その機能は様々な生理活性から膜タンパク質の機能発現のための「場」の提供、さらには生体膜の構築まで広い範囲にわたっている。このように脂質が本来有する機能は極めて魅力的であるが、その供給源を天然に求める限り、いくつかの問題は避けられない。ひとつは天然には存在しない脂質は決して得られないこと、もうひとつは時として高効率に得ることが困難であることが挙げられる。このような背景から、当グループは自在に脂質を合成（生産）しうる2つの代表的な手法、すなわち有機合成法及び微生物による生物生産法を採用し、有用な脂質の効率的生産法の確立、及び得られた脂質の応用を目標に設定する。有用脂質の創製という目標に対して有機合成と微生物による生産という2つの方向からアプローチすることが当グループ最大の特徴である。この多角的な合成（生産）手法により、広範な脂質の合成（生産）、そしてその応用を視野に入れることができるものと考えている。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目14

健康維持機能物質開発研究グループ

(Physiologically Active Substances Research Group)

研究グループ長：丸山 進

(つくば中央第6)

概要：

高血圧症、動脈硬化症、2型糖尿病などの生活習慣病の予防やその軽度な段階での改善のための機能性物質を開発し、特定保健用食品などとして実用化することを目標とする研究を行っている。以前の研究で見出した食品由来の血圧降下ペプチドを含有する飲料は「血圧が高めの方の特定保健用食品」の表示が初めて許可された食品として実用化され、最近では海外でも広く商品化されている。

本研究では亜熱帯生物資源などを材料として、エンドセリン産生抑制物質、アディポネクチン産生促進物質などを探索し、機能メカニズムの解明を行いつつ、血糖値上昇抑制作用などの動物試験、あるいは皮膚3次元モデルでの美白試験で効果を確認し、企業による実用化を行うことを目的としている。

研究テーマ：テーマ題目15

生物時計研究グループ

(Clock Cell Biology Research Group)

研究グループ長：石田 直理雄

(つくば中央第6)

概要：

研究目的：

生体には生物時計（体内時計）が存在し、睡眠・覚

醒・血圧・体温など様々なホメオスタシスのサーカディアンリズムをコントロールしている。その分子的正体は、ここ数年の我々を含む国内外の研究室の研究の結果、主に4種類の体内時計（CLOCK / BMAL / CRY / PER）による転写活性化と不活性化の日周的繰り返し発現機構であることが明らかになってきた。

我々は、疾患の発症及び治療薬の薬効・副作用を時間生物学的な観点から解明することを目的とする。具体的には様々な生理的日周リズムを支配している体内時計のリズム形成機構を哺乳類からショウジョウバエまでのモデル動物を用い分子レベルで解明する。時計遺伝子改変動物を用いて体内時計と細胞周期（癌）、脂質代謝との関連性について調べる。さらに積極的に輸液時刻、投薬時刻等サーカディアンリズムを操作するための方法を模索するとともに、サーカディアンリズムの新規バイオマーカーシステムの開発に着手し、個人々のサーカディアンリズムを考慮に入れた国民の健康医療の増進に資する。

研究手段、方法論：

モデル動物としてマウス、ショウジョウバエなどを用いた時計分子機構の研究により、疾患発症時間を制御する哺乳動物サーカディアンリズム形成機構の解明、体内時計により支配される細胞周期とその異常（ガン化）の分子機序の解明、高脂血症／糖尿病と体内時計の関連性の解明を目指した。平成17年度は、バイオターゲット発掘に繋がるバイオマーカーとして時刻依存的疾患発症制御の観点で研究を進めた。これをもとに平成18年はモデル動物では、ホヤ、ショウジョウバエを用い時計分子機構を解明した。哺乳動物では新規時計分子を同定した。さらに、時計と脂質代謝の分子機構を解明するためのターゲット分子を同定した。

研究テーマ：テーマ題目16

分子認識研究グループ

(Molecular Recognition Research Group)

研究グループ長：岡田 知子

(つくば中央第6)

概要：

生体内におけるすべての生命現象は、様々な分子と分子との認識応答によって担われていると言える。我々のグループでは、各種のバイオツールを開発・利用し、タンパク質、脂質等の生体分子における精緻な分子認識機構の解明を目指している。今年度は、癌の骨髄転移機構に関わる細胞産生分子の解析、アミロイドの構造形成における分子間認識の解析、生体膜における分子認識の場であるマイクロドメイン形成機構解明のための、ウイルス膜タンパク質発現系の開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目17

分子細胞育種研究グループ

(Molecular and Cellular Breeding Research Group)

研究グループ長：本田 真也

(つくば中央第6)

概要：

細胞や生体分子が有する高度な機能の広範な産業利用を促すため、これらを合目的に改良する新たな基盤技術（分子細胞育種技術）の研究開発を行う。その遂行においては、細胞や生体分子が高い機能を実現する合理的な機械であるという側面とそれらが長久の進化の所産であるという側面を合わせて深く理解することを重視し、そこに見出される物理的必然性と歴史的偶然性を有機的に統合することで、新たな「育種」技術の開拓を図ることを基本とする。また、技術開発課題の立案においては、内外のライフサイエンス・バイオテクノロジー分野における技術ニーズを把握し、現実的な社会還元が期待される適切な対象と方法論を選択することに努める。

研究テーマ：テーマ題目18、テーマ題目19

バイオセンシング技術研究グループ

(Biosensing Technology Research Group)

研究グループ長：丹羽 修

(つくば中央第6)

概要：

分子認識・バイオセンシングのための基盤技術となる、ナノ材料薄膜、ナノ構造単分子膜修飾基板、蛍光プローブの開発を行った。昨年度に引き続き、糖鎖部分など特定タンパクを認識する部位を有する分子種と基板への非特異的な吸着を抑えるための分子とで共吸着薄膜基板を作製し、この基板上でのタンパク質の効率的な吸着が起こることを表面プラズモン共鳴（SPR）法により解析した。また、膜タンパクの機能を理解するためのラフト構造を認識するための蛍光プローブを新規に数種類合成し、実際の細胞膜への適応を試みた。原子間力制御型電気化学顕微鏡のカンチレバーを利用したナノセンサーの定量化と実材料への適用を行った。

研究テーマ：テーマ題目20

環境保全型物質開発・評価研究グループ

(Environmentally Degradable Polymer Research Group)

研究グループ長：常盤 豊

(つくば中央第6)

概要：

持続可能な循環型社会の実現に貢献するため、環境調和型高分子素材の開発及びその評価技術の確立を目標として、生分解性高分子素材の高機能化技術の開発を行うとともに、微生物や酵素等の機能を活用して、

高分子素材の生分解性評価及び生物学的処理に関する新規技術を開発する。

環境調和型高分子素材の評価技術の確立のため、高分子合成、高分子特性分析などの高分子化学的な観点と同時に、環境中の微生物の分離培養、微生物の機能解析、微生物酵素利用などの応用微生物学的な観点の両面を調和させながら研究を推進する。

研究テーマ：テーマ題目21

バイオメジャー研究グループ

(Bio-Measurement Research Group)

研究グループ長：関口 勇地

(つくば中央第6)

概要：

(1) 生体由来物質（核酸、ペプチド・タンパク質、代謝物、細胞、その他個体としての生命活動など）を検出・定性・定量するための新しい有用な基盤技術の創成

核酸や動物細胞を中心に、それら生体由来物質の計測（バイオメジャー）技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法を開発した。また、微生物由来 RNA の検出技術開発、動物細胞のバイアビリティーを評価するための新規手法の開発を行った。また、上記で開発された方法を小型化、あるいはセンサー化して、簡便かつ迅速にバイオ計測を行うための技術開発を行った。

(2) 開発技術等を実際の産業・医療分野などにおけるバイオメジャー項目に適用するための要素技術開発

課題(1)において開発した基盤技術を実際の分野における計測に活用するための技術開発を行った。核酸の定量技術においては、遺伝子組換えダイズ等の混入率計測、特定の一塩基多型検出のための技術開発や、遺伝子発現量の解析技術の開発を進めた。また、遺伝子組換え微生物の環境中モニタリング技術の開発とガイドライン策定のため、土壌からの DNA 抽出技術の開発を進めた。

(3) 産業や医療分野などでのバイオメジャー項目の国内及び国際的な標準化（標準プロトコールの作成、標準物質の整備、リスク標準の評価など）に資する技術開発と基盤整備

バイオメジャー標準化に向け、そのための課題整理とニーズ調査を進めるとともに、そのために必要な技術的検討を行った。国際度量衡委員会、物質質量諮問委員会におけるバイオ計測の国際標準化においては、計測標準研究部門と共同でその検討ワーキンググループに参加するとともに、定量 PCR の国際比較に参加した。また、核酸標準物質の供給に向け、その安定性等の試験を行った。

研究テーマ：テーマ題目22、テーマ題目23

細川 貴弘、菊池 義智、牧野 純子
(常勤職員2名、他4名)

[テーマ題目1] 未知微生物・遺伝子資源の探索・収集・解析

[研究代表者] 中村 和憲 (副部門長)

[研究担当者] 木村 信忠、玉木 秀幸、中村 和憲
(常勤職員3名、他4名)

[研究内容]

メタン発酵リアクター、水処理活性汚泥、海洋地下圏、湖沼底泥、海洋熱水環境などを中心に新規微生物資源の探索、並びに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析及びこれら微生物群の機能解析に関する研究を行った。また、これまで全く培養されてこなかったものの、環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離を行った。その結果これまでに知られていなかったメタン生成古細菌、未知生育因子を要求するような微生物、芳香族化合物類を分解する絶対嫌気性共生微生物などの新規微生物群を純粋に培養することに成功した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 環境微生物、未知微生物、難培養微生物、遺伝子資源

[テーマ題目2] 複合微生物系の解析並びに複合微生物群中の特定微生物の検出手法の開発

[研究代表者] 中村 和憲 (副部門長)

[研究担当者] 布施 博之、丸山 明彦、中村 和憲
(常勤職員6名、他7名)

[研究内容]

組換え DNA 技術を用いて環境汚染化学物質分解菌が創製されており、化学物質や重金属を分解・除去する環境浄化微生物としての実用化が期待されている。しかしながら、環境中に解放した微生物の生残性や浄化活性を長期間にわたってモニタリングする手法はまだ確立していない。そこで、汚染物質分解微生物を特異的に検出し、追跡できる手法の確立を目指した。特定微生物が持つ物質分解遺伝子へマーカー配列を導入し、その特異的検出を試みた。土壌や堆積物、掘削コア、熱水ブルーム等を対象に、環境微生物の効率的な採取法や試料調製法、定量的な分子・細胞解析法、培養解析法等についての検討を行った。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 環境浄化微生物、プロセス診断、微生物検出技術、マーカー遺伝子

[テーマ題目3] 共生細菌が宿主昆虫に賦与する新規生物機能の解明

[研究代表者] 深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

[研究担当者] 深津 武馬、古賀 隆一、土田 努、

[研究内容]

昆虫類の内部共生細菌について、それらの存在が宿主昆虫の生存、繁殖、生理、機能にどのような影響を与えているのかを実証的に明らかにし、もってその新規生物機能の解明と利用をはかる。

エンドウヒゲナガアブラムシの任意共生細菌 *Serratia*、*Regiella*、*Rickettsia* などについて、抗生物質処理による選択的感染除去技術を確立し、その利用によって、植物適応への影響、必須共生細菌との相互作用、宿主適応度への影響などを検討した。

マルカメムシ類においては、必須腸内共生細菌 *Ishikawaella* の感染をカプセル除去法により妨害することにより、この共生細菌が宿主昆虫の正常な成長、生存、形態形成や繁殖に必須であることを明らかにした。

ホソヘリカメムシについては、腸内共生細菌 *Burkholderia* の再接種実験等により、この共生細菌は宿主昆虫の生存や繁殖に必須ではないが、その成長を促進する効果を有することを明らかにした。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 共生細菌、生理機能、植物適応、操作技術開発

[テーマ題目4] 共生細菌が宿主昆虫の生殖に与える影響の解明

[研究代表者] 深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

[研究担当者] 深津 武馬、安佛 尚志、周防 佐知江、戸塚 典子 (常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

ショウジョウバエ及び内部共生細菌である *Spiroplasma* をモデル系として、雄殺しなどの生殖操作や、宿主体内における共生の分子機構に関与する遺伝子の解析を行い、さらにはそれらの遺伝子を改変・操作することによって、宿主昆虫の生殖表現型や内部共生系を操作できる系の確立を目指す。

ショウジョウバエの EP 因子挿入突然変異体の作製、スクリーニング、さらには GS 系統の導入とスクリーニングが進行中で、*Spiroplasma* による雄殺しを部分的に抑制する突然変異体の候補が相当数単離された。*Spiroplasma* の個体群動態や、共存する共生細菌 *Wolbachia* との関係、さらには宿主免疫系との相互作用などについての解析から、共生細菌の宿主体内における増殖の調節に関する理解が進展した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ショウジョウバエ、雄殺し、*Spiroplasma*

〔テーマ題目5〕昆虫共生細菌の形質転換系の開発

〔研究代表者〕 深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

〔研究担当者〕 深津 武馬、古賀 隆一、田中 康次郎、
菊池 義智 (常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

多くは難培養性のため取り扱いがむずかしい共生細菌について、遺伝子を導入したり、ノックアウトしたりという、形質転換技術を開発し、もって宿主昆虫との相互作用や機能解析にブレークスルーをもたらすことを目指す。

スジコナマダラメイガの共生細菌 *Wolbachia* について、ファージ粒子及びプロファージの構造解析を行い、もって *Wolbachia* のゲノム中に挿入され組み込まれる分子機構の解明を目指している。

ホソヘリカメムシの腸内共生細菌 *Burkholderia* については例外的に培養可能であることが判明し、トランスポゾンを用いた形質転換系の開発が進行中である。

アブラムシの任意共生細菌 *Serratia* についても、形質転換ベクターの設計を行っている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 共生細菌、形質転換、ベクター

〔テーマ題目6〕先進バイオプロセス用新規遺伝子資源の開発

〔研究代表者〕 中村 和憲 (副部門長)

〔研究担当者〕 宮崎 健太郎、末永 光、大貫 努
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

酵素スクリーニングの新たな方法として、微生物の分離・培養を介さないメタゲノム手法に取り組んでいる。微生物の大部分が実験室での培養が困難であることが判明して以来、メタゲノム手法の潜在的な将来性に期待が集まり、現在、多くの研究者がメタゲノム研究に参入し始めている。我々は、前年度までに、高感度かつハイスループットな液体評価系を構築したことを報告した。本年度は、得られたクローン解析と詳細な機能評価を行い、我々のアプローチにメタゲノム「らしさ」が見出されているかどうかの検証を行った。

一昨年度来手がけているコークス炉ガス廃液処理活性汚泥を DNA ソースとし、フォスミドを用いてライブラリを構築し、カテコール分解活性 (Extradiol dioxygenase, EDO) を指標にスクリーニングしたところ、85のヒットウェルを同定し、最終的には91の陽性フォスミドクローンを得た。このうち、38クローンに関し DNA のショットガン解析を行った。その結果、(1) 全てのクローンに少なくとも1つの EDO 遺伝子が存在し、疑陽性の混入のない鋭敏かつ信頼性の高いスクリーニングがなされたことが確認された。また(2) 半数以上のクローンが培養をベースに得られた既知遺伝子とは類似性

の低いものであり、特に新規サブファミリーを4つ提案するに至った。またサブファミリー-I. 2. G に関しては、新規遺伝子群であるにもかかわらず、環境中の約半数を占め、また遺伝子の由来微生物を推定する SOM 法によっても帰属を明らかにできなかったことから、未知微生物由来である可能性が強く示唆された。このように、高感度スクリーニング系により、新規遺伝子を数多く発見することができたことから、未知微生物を含む遺伝子資源からの遺伝子取得に成功し、メタゲノムらしさを言うにたる結果であったと考えている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 環境 DNA、メタゲノム、産業酵素、ハイスループットスクリーニング

〔テーマ題目7〕先進バイオプロセス用新規遺伝子資源の開発

〔研究代表者〕 中村 和憲 (副部門長)

〔研究担当者〕 宮崎 健太郎、内山 拓
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

メタゲノム手法による酵素スクリーニングの方法として、PCR をベースとした方法に取り組んだ。これまで、メタゲノムライブラリの PCR スクリーニングは、既知遺伝子と近縁の遺伝子を捕捉するばかりで、新規性に乏しい手法であるとの考察がなされていた。また保存配列をもとに PCR 法で部分配列を取得しても、全長 DNA を取得するのが困難であったため、事実上、本方法を採用する研究者は皆無に近かった。一方、我々は、メタゲノムウォーキングに適した IAN-PCR 法を開発し、メタゲノムのように複雑な組成の DNA から、効率的に目的 DNA を取得する方法を開発し、あわせてターゲットを吟味することで有用遺伝子の網羅的スクリーニングを試みた。ターゲットとしては、わずかな遺伝子変異でも表現型として表れやすい二次代謝系に関わる遺伝子群を念頭に置いた。特に本年は、シトクロム P450 をターゲットにした。保存配列より縮退プライマーを合成し、96のクローンを得た。部分配列の解析により、これらは22の遺伝子に分類された。さらに相同性のより離れたものから12種を選び、メタゲノムウォーキングにより全長 ORF の取得を試みた。結果、11種の遺伝子に関し、全長配列を得た。今後、発現系を構築し、機能多様性の解析を進める。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 環境 DNA、メタゲノム、産業酵素、PCR

〔テーマ題目8〕先進バイオプロセス用新規遺伝子資源の開発

〔研究代表者〕 中村 和憲 (副部門長)

〔研究担当者〕 宮崎 健太郎、末永 光、森 智夫

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

カテコール分解遺伝子をスクリーニングしたのと同様のライブラリを用い、抗生物質耐性遺伝子のスクリーニングを行った。キノン骨格を有する抗生物質の一種であるメナジオンは、細胞内で還元/酸化されるサイクルにおいて活性酸素種を発生する。このため、高濃度メナジオンの存在は細胞に致死的であり、スクリーニングにより何らかの耐性遺伝子が得られる可能性がある。通常、活性分子種の除去には酸化還元に関わる酵素が知られているが、今回我々がスクリーニングした結果、UDP-グルコース4-エピメラーゼが耐性遺伝子として振る舞うという結果が得られた。本酵素は UDP-グルコースから UDP-ガラクトースの相互変換に関わり、ペプチドグリカン生合成系酵素の1つである。そのため、細胞表層の構造が変化することで、疎水的なメナジオンが細胞内に進入できなくなったために耐性化したと推察された。

またこれとは別に、放線菌の産生する抗生物質の一種、プレオマイシンに対する耐性遺伝子のスクリーニングを行った。非常に高濃度のプレオマイシンの存在下 (800 µg/ml) でも耐性を示す3クローンを得た。最も高い耐性濃度を示した1つに関し、フォスミドクロンのショットガン解析を行ったところ、既知のプレオマイシン耐性タンパク質と弱いながらも相同性を示す領域が見つかった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、薬剤耐性遺伝子

【テーマ題目9】 有用微生物触媒の開発

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 宮崎 健太郎、望月 一哉

(常勤職員2名)

【研究内容】

D-ホモセリンは医薬品の一部をなす化合物であり、その簡便かつ安価な製造法は、有用医薬品の開発を促進すると期待される。一方、D, L-ホモセリンラク톤は比較的安価に入手できる化合物であり、我々は、本ラセミ体化合物の L 体のみを選択的に資化する微生物をスクリーニングすることで、D 体の培地中での蓄積を行う系を考えた。化学的に D, L-ホモセリンラク톤を開環した後、本基質を唯一の炭素源、窒素源として土壤菌をスクリーニングした結果、*Arthrobacter* 属で効率的に L-ホモセリンを資化分解する一方、D 体には作用しない菌株を得た。本微生物を用い、高濃度の D, L-ホモセリンラク톤から D-ホモセリンを蓄積する系を確立した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ホモセリン、微生物触媒、微生物スクリーニング

【テーマ題目10】 有用酵素触媒の開発

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 宮崎 健太郎、矢追 克郎

(常勤職員2名)

【研究内容】

植物の二次細胞壁の構成成分であるキシログルカン分解する酵素を鋭意研究しているが、本年度は細菌由来イソプリメベロース生成酵素の遺伝子クローニングと機能発現を行った。土壤試料をもとに、キシログルカンオリゴ糖による集積培養を行い、固体培地にてコロニーを単離した。各コロニーを液体培養し、キシログルカンオリゴ糖の分解性並びにイソプリメベロースの生成能を評価したところ、イソプリメベロース生成酵素を産生する放線菌を一株単離することができた。部分アミノ酸配列からプライマーを設計し、PCR 法により部分配列を増幅し、さらにインバース PCR を行い、全長の ORF を得た。コード領域をベクターに連結し、大腸菌内での発現を試みたところ、活性を有する組換え酵素を得ることができた。従来イソプリメベロース生成酵素の報告はなされていたが、遺伝子レベルで明らかにしたのは本研究が最初である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イソプリメベロース、キシログルカン、微生物スクリーニング

【テーマ題目11】 RNA とタンパク質の協同による遺伝子発現システムの分子基盤研究

【研究代表者】 富田 構造 (機能性核酸研究グループ)

【研究担当者】 富田 耕造、Penmetcha Kumar、

秋光 信佳、須藤 恭子

(常勤職員4名)

【研究内容】

近年報告されつつある、RNA の持つ新たな機能に注目し、機能を持った RNA が合成されるまでの生体内での過程、すなわち RNA プロセッシング装置と RNA の品質管理装置に焦点を絞り研究を展開した。RNA のプロセッシングに関しては RNA の3'末端の成熟化に関与する鋳型非依存的な RNA 修復酵素である CCA 付加酵素、及びポリ A ポリメラーゼに注目し、その反応機構の機能構造相関を解析した。今年度はこれらの酵素の結晶化、及び構造解析を行い、いくつかの酵素に関してはその構造を決定し、CCA 付加酵素に関して分子機構の全解明を行った。また、RNA の品質管理装置に関しては、異常な(終結コドンを含まない等) mRNA が選択的に翻訳が阻害されることを見出し、その分子機構を提唱した。さらに、タンパク質の代謝に関与する RNA 結合タンパク質の結晶化を行い、構造を決定し、その基質認識機構を提唱した。また、転写制御に関わる RNA 結合タンパク質の RNA との複合体構造解析、機能解析を行い、遺伝子発現制御の分子基盤を提唱した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 RNA、プロセス、機能、成熟化、品質管理、RNA-タンパク質相互作用

〔テーマ題目12〕 タンパク質デザインに関する研究

〔研究代表者〕 巖倉 正寛

(タンパク質デザイン研究グループ)

〔研究担当者〕 巖倉 正寛、末森 明夫、広田 潔憲、新井 宗仁、竹縄 辰行、横田 亜紀子
(常勤職員6名、他7名)

〔研究内容〕

我々が欲する機能を有するタンパク質を確実に創成するための技術としての配列空間探索によるタンパク質デザインというコンセプトの実証研究、デザインしたタンパク質利用としての配向制御固定化による生体外でのタンパク質利用技術開発研究を行っている。さらに、タンパク質がどのようにして高次構造を形成してその機能を発揮するのかの機構解明を目指し研究を行っている。配列空間探索によるタンパク質デザインというコンセプトの実証研究において、ジヒドロ葉酸還元酵素と p-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼを対象に変異解析を進めているが、前者に関しては、網羅的に一アミノ酸置換変異体の作製とその特性解析として、酵素活性、補酵素特異性、熱安定性などを解析した。後者に関しては、系統的に作製した一アミノ酸置換全変異体の特性データを利用し、複数の特性を同時に改良する方法の開発を行った。特性解析から、変異空間の機能地形を明らかにし、デザインコンセプトの精緻化に利用した。デザインしたタンパク質の生体外での利用技術の観点から、アフィニティ精製のためのリガンド開発を推進するとともに、タンパク質構造形成機構の解明研究において、構造形成能(フォールダビリティ)獲得において必須な配列の役割とその配列要素それぞれの特性について実験及び理論の両面から解析を進めた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質デザイン、配列空間探索、配向制御固定化、タンパク質構造形成機構、アフィニティ・リガンド

〔テーマ題目13〕 脂質の化学合成とその応用

〔研究代表者〕 芝上 基成 (脂質工学研究グループ)

〔研究担当者〕 芝上 基成、村上 梯一
(常勤職員2名、他7名)

〔研究内容〕

本項目の目的は、天然に存在する脂質をモデルとして、有用な脂質を化学合成しそれを有効利用することにある。具体的なモデル脂質としては古細菌に見られる環状脂質や真核生物、真正細菌の細胞膜表面に見られる糖脂質等である。

極限環境下に棲息する古細菌の生体膜には、ユニーク

な形状の環状脂質が含まれている。そしてこの環状脂質が高度な耐環境性の源と考えられている。研究代表者らは「環状脂質を模した人工環状脂質は、機械的・熱的に安定な集合体(脂質ナノ構造体)を構築する」という作業仮説を設定した。この作業仮説を基に人工環状脂質の合成を行っている。平成18年度は環状骨格が飽和の長鎖アルキル基で構成された、複数の飽和型環状脂質の合成ルートの確立に成功した。続いてこの飽和型環状脂質の熱物性の検討を行うことで、ジアセチレンが環状脂質の物性に及ぼす効果について検討を行った。その結果、ジアセチレン基は、この官能基を持つ従来型の環状脂質膜が室温において膜流動性を呈するために重要な役割を果たしていることが明らかとなった。さらにジアセチレン基を含む環状脂質と二本鎖脂質からなる脂質膜を平面基板上に展開し走査プローブ顕微鏡観察を行ったところ、両者は互いに識別し合い、ドメインを構築することを見出した。一方、糖脂質合成については入手容易なグルコノラクトン为原料としてスフィンゴファンジン類(微生物から得られるものは A~F の6種)の共通中間体の化学合成法を確立した。その中間体からスフィンゴファンジン B と D、及びそれらの疎水部デオキシ体アナログの合成を検討し、立体選択的合成法を見出すことができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 脂質、有機合成、環状脂質、糖脂質

〔テーマ題目14〕 脂質の生物生産の高効率化

〔研究代表者〕 神坂 泰 (脂質工学研究グループ)

〔研究担当者〕 神坂 泰、木村 和義、植村 浩、横地 俊弘 (常勤職員4名、他3名)

〔研究内容〕

微生物によって、脂質を高効率に生産するシステムの開発を目指す。ターゲットを、生理活性を有する高度不飽和脂肪酸におき、遺伝子解析が進んでおり、遺伝子改変が容易な出芽酵母を宿主として、高度不飽和脂肪酸を合成する酵素の遺伝子を導入して、高度不飽和脂肪酸を生産するシステムを構築する。また、この出芽酵母の脂質生産性を向上させるために、脂質含量に関与する遺伝子の解析、発酵能を向上させるために、解糖系などのエネルギー生産系の解析を行う。さらに、脂質合成遺伝子に関わる新たな資源の開発を目指して、種々の酵母、糸状菌での脂質生産過程の解析を行う。また、もう1つのターゲットとして、熱的に安定な物性を持つと考えられるテトラエーテル脂質におき、この脂質の好熱性古細菌からの分離精製についても解析を行う。平成18年度は、以下の結果を得た。

- 1) 出芽酵母の SNF2遺伝子を破壊し、脂質合成酵素の遺伝子を過剰発現して、脂質生産性を向上させた株に、不飽和化酵素遺伝子を導入し、高度不飽和脂肪酸をより高濃度に生産させる系を構築した。

- 2) クルベロミセス・ラクチス酵母より同定した $\Delta 12$ 不飽和化酵素遺伝子と発現プロモーターの領域を改変することにより、出芽酵母に発現させたときの不飽和化酵素活性を顕著に上昇させた。
- 3) 出芽酵母の SNF2を破壊した株に、2種類の脂質合成酵素の遺伝子を過剰発現させることにより、培地中の脂肪酸を高濃度に取り込む能力を持つ株を取得した。
- 4) サルフォロバス属好熱性古細菌を増殖させるための培養条件、細胞から脂質を抽出する条件の最適化を行って、この古細菌からのテトラエーテル型脂質の生産性を顕著に向上させた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脂質生産、微生物、高度不飽和脂肪酸、遺伝子組み換え

【テーマ題目15】天然物由来の機能性食品素材の開発

【研究代表者】丸山 進（健康維持機能物質開発研究グループ）

【研究担当者】丸山 進、山崎 幸苗、河野 泰広、市村 年昭（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

皮膚の健康維持や糖尿病など生活習慣病の予防・改善のための機能性物質を開発し、実用化することを目標として研究を行った。

エンドセリン-1は強力な血管収縮物質であると同時に紫外線刺激による皮膚のメラニン合成に関わることが知られている。培養ヒト表皮角化細胞への紫外線刺激により促進されたエンドセリン-1合成を、ルテオリンなど数種のフラボノイドが抑制すること、亜熱帯植物（クミスクチン）抽出物もエンドセリン-1合成を抑制することなどを確認した。そして、企業との共同研究でクミスクチン抽出物がヒト皮膚3次元モデル実験でメラニン合成を抑制すること、さらにヒトへの安全性を確認した。関連特許の実施契約を締結し、化粧品会社向けの美白化粧品原料「クミスクチンエキス BG」として企業が商品化した。

アディポネクチン遺伝子の発現機構に基づき、転写因子 PPAR γ のリガンドとその類似物を中心に活性化化合物を検索した。その結果、魚油に含まれるドコサヘキサエン酸等の高度不飽和脂肪酸やゲラン酸等の不飽和モノテルペンカルボン酸等が昨年度までに見出されたフェルラ酸誘導体やジングロールによるアディポネクチン産生促進作用を相乗的に強化することを培養細胞レベルとマウスによる動物実験で見出し特許出願した。この知見は食用されている安全なドコサヘキサエン酸等を併用することによりフェルラ酸誘導体等の必要濃度を低減させられる点で、本技術の実用化上重要である。さらに、各種の食用植物に含まれる天然カルコン類がアディポネクチン産生誘導作用を持つことを確認し、次いで合成的に得られる簡単なモノヒドロキシカルコン類も当該活性を持つ

ことを見出した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】皮膚美白、糖尿病、エンドセリン、アディポネクチン、ポリフェノール

【テーマ題目16】体内時計を利用した健康医療の研究

【研究代表者】石田 直理雄（生物時計研究グループ）

【研究担当者】大西 芳秋、大石 勝隆、宮崎 歴、花井 修次、富田 辰之介（常勤職員6名、他6名）

【研究内容】

モデル動物を用いた時計分子機構の解明；ホヤで網羅的遺伝子解析の結果、ホヤの分子時計の存在を網羅的遺伝子解析と酸素消費量の両面から明らかにした。マウスの系でユビキチン分解系の時計制御を見出した。哺乳動物サーカディアンリズム形成機構の基盤研究；哺乳類新規時計分子 GSK3 β （Glycogen Synthase Kinase 3 β ）を同定したがさらに GSK3 β が抗うつ剤 LiCl により脳内で発現調節を受けその機序の一端を見出した。Per2遺伝子改変トランスジェニックマウス作製により、Per2が生物時計の周期を決める役割を持つことを明らかにした。per2mRNA の24時間振動発現に負の転写因子 E4BP4が関わることを見出した。（Nucl. Acid. Res. 2007, 35, 648-655. B.B.R.C. 2007, 354(4) 1010-1015）

体内時計により支配される細胞周期とその異常（ガン化）の分子機構の解明；時計遺伝子過剰発現した癌細胞のヌードマウスでの腫瘍形成抑制能を見出した。レチノイン酸が clock/Bmal を介した時計遺伝子発現に影響を与えることを見出した。今後、核内受容体を介した時計制御研究が展開すると思われる。

高脂血症/糖尿病と体内時計の関連性の解明；クロック変異マウスと ob/ob マウスを交配させると体重、中性脂肪、血中コレステロールの増加が見られ、この機序に脂肪細胞のサイズの増加が関することを明らかにした。（J.Thrombosis Haemostasis. 2006, 4, 1774-80, Neurosci. Res. 2007. 57, 483-490）糖尿病に伴う梗塞の原因として時計分子が制御する PAI-1 遺伝子の関与を、（J. Thrombosis Haemostasis. 2006, 4, 1566-74）脂肪酸分解に関する転写因子（PPAR- α ）が時計分子に直接転写制御されていることを見出した。（Thrombosis and Haemostasis. 2007, 5, 428-31）

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】体内時計、時計遺伝子、転写因子

【テーマ題目17】細胞・タンパク質の分子認識の解析とウイルス膜タンパク質発現系の開発

【研究代表者】岡田 知子（分子認識研究グループ）

【研究担当者】岡田 知子、森井 尚之、小川 昌克（常勤職員3名、他4名）

〔研究内容〕

1. これまで癌の骨髄転移機構を解明するために、骨髄高転移性癌細胞と骨髄由来内皮細胞、及び生理的条件下で骨を溶かす細胞である破骨細胞との三者の細胞間相互作用を解析して来た。骨髄高転移性癌細胞は骨髄由来内皮細胞を刺激して、内皮細胞からの M-CSF（マクロファージコロニー刺激因子）及び IL-6（インターロイキン6）の産生を増強させていることが、mRNA レベルでもタンパク質レベルでも明らかとなった。これにより骨髄高転移性癌細胞が、間接的に破骨細胞の誘導を増強させていることが示唆された。
2. タンパク質の集積化によって生成するアミロイド物質は各種の疾患の原因に深く関係していることが知られている。これまでの研究で、アミロイド線維が基本的に一軸方向に非常に長い膜状の分子集合体であることを、合理性の高い構造モデルとして提案してきた。今回さらに、分子内でどのような相互作用がアミロイド形成をもたらしているのかについて詳細な検討を行った。その結果、線維構造をステム（幹）領域と非ステム（側枝）領域に分けてとらえ、アミロイド性分子間認識における両者の効果が、ともにアミロイド構造形成に重要であることを見出した。特に非ステム領域に関して、荷電の効果とともに疎水性の効果を実験的に見出し、さらに体積効果の理論を構築した。
3. 培養細胞上でウイルスが出芽する際に形成される膜マイクロドメインの形成機構の解明を目指して、蛍光タンパク質が結合したウイルス膜タンパク質の発現系を作成した。作成したウイルス膜タンパク質発現細胞を用いて、当該膜タンパク質の特異的結合リガンドである糖鎖を有する赤血球との結合能を、蛍光タンパク質を有さない天然型の膜タンパク質と比較したところ、蛍光タンパク質が結合したウイルス膜タンパク質は、天然型と同等の赤血球結合活性を有することが明らかとなった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 骨髄転移性癌細胞、アミロイド繊維、膜タンパク質、生体膜

〔テーマ題目18〕 タンパク質の分子育種技術の開発

〔研究代表者〕 本田 真也

(分子細胞育種研究グループ)

〔研究担当者〕 本田 真也 (常勤職員1名、他4名)

〔研究内容〕

タンパク質医薬等のバイオ製品の製造プロセスにおける低コスト・高効率生産、及びそれらの品質管理に係る技術体系の整備に資するため、タンパク質の立体構造及び構造安定性の解析、タンパク質の構造多様性の解析、配列-構造-機能相関の解析等を進め、これらの理解に基づく、有用タンパク質の構造安定性及び凝集性評価技術の開発、有用タンパク質の機能改変技術の開発、進化

分子工学的手法による機能性人工タンパク質の創出等を行う。

昨年度まで進めた短鎖セグメントの構造多様性の統計言語学的解析において得られた基盤情報を公開するための配列構造相関データベースの開発を行った。構築したデータベース ProSeg は、「単語」に相当する、4,000個以上の短鎖セグメントクラスタの構造と配列情報を網羅し、関連の統計情報とあわせて数 GB のデータを包含している。現在、インターネット (<http://riodb.ibase.aist.go.jp/proseg/>) を介して、無料で公開している (ただし、学術目的に限る。) また、開発したデータベースを「構造-配列辞書」とみなして利用する新たな分子設計技術、局所構造最適化法を考案し、この方法をもとに抗体医薬等の精製や検出に実用的に利用されている抗体結合性タンパク質プロテイン G の機能改変に着手した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質、分子設計、配列構造相関、データベース、自然言語

〔テーマ題目19〕 微生物及び植物における細胞育種技術の開発

〔研究代表者〕 進士 秀明

(分子細胞育種研究グループ)

〔研究担当者〕 進士 秀明、鈴木 馨

(常勤職員2名、他4名)

〔研究内容〕

植物の物質生産系に関与する酵素等の遺伝子発現を統括的に制御する転写因子遺伝子を利用することにより有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤及び技術基盤の整備を目的とする。

シロイヌナズナのゲノム情報を基に、転写因子遺伝子について情報の更新を行い、1,869個の転写因子遺伝子を同定した。ERF、DOF、CO、MYBL、STK、BRX、NIN の転写因子ファミリーから分子系統解析等に基づいて選抜した転写因子遺伝子の cDNA のエントリークローンを作成した。シロイヌナズナ培養細胞を用いて、転写因子遺伝子の過剰発現体を作成して発現プロファイル解析を行い、各転写因子遺伝子の代謝系制御機能を推定した。植物体での機能解析のために、20遺伝子の過剰発現植物体を作成した。形質転換植物体を用いた解析によって、バイオマス生産の効率化に役立つ有用機能を有する転写因子遺伝子を見出した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 循環産業システム、植物、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御

〔テーマ題目20〕 バイオセンシング技術に関する研究

〔研究代表者〕 丹羽 修

(バイオセンシング技術研究グループ)

〔研究担当者〕 飯島 誠一郎、平田 芳樹、澤口 隆博、

田中 睦生、佐藤 縁、吉岡 恭子、
吉本 惣一郎、栗田 僚二、横田 淑美
(常勤職員9名、他1名)

【研究内容】

自己組織化膜修飾法により、基板上にナノレベルで構造を制御した膜を構築し、高い分子認識能を有する薄膜作製と機能発現を目指している。昨年度に引き続き、糖鎖を有するアルカンチオールを用いて、特定のタンパク質(コンカナバリンA: Con A)を選択的に認識する薄膜を作製した。糖チオール(タンパク認識分子)と、末端に水酸基を有するチオール(非特異吸着抑制分子)とにより共吸着膜を形成し、両者の組成と Con A との相互作用の関係を表面プラズモン共鳴(SPR)法により調べた。さらに今年度は、非特異吸着抑制分子として、ポリエチレングリコール基を有する分子を新規に合成し、鎖長と非特異吸着抑制の効果も検討した。走査型トンネル顕微鏡を用いて、これら生体類似界面ナノレベルでの構造の評価と、その界面上におけるレクチンの吸着状態の探索を行った。その結果、糖チオールが極めて少ない混合チオール単分子膜上で、レクチンが単分子レベルで吸着している様子を観察することに成功した。

膜蛋白1分子の構造と力学的な性質を調べることを目的に、原子間力顕微鏡(AFM)を用いた1分子ナノ力学計測技術開発については、前年度に作成したカンチレバーセンサーの定量化と、実試料(膜タンパク)への適用を試みた。

昨年度に引き続き、膜タンパク質機能調節における分子機構解析法の1つとして、コレステロールに相互作用する膜タンパク質をターゲットとした分子プローブの開発を進めた。平成18年度は、コレステロールを基本骨格とし、ベンゾフェノンとローダミンを導入した分子プローブを数種類行い、合成した分子プローブの細胞における分布を検討した。分子プローブはラフト部分に特異的に集積することが見出され、より細胞内器官・物質の分布を反映するための分子構築を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】金薄膜、自己組織化膜、相互作用、糖鎖、表面プラズモン共鳴(SPR)、ナノセンサー、蛍光プローブ、膜タンパク

【テーマ題目21】生分解性高分子素材の高機能化と評価・処理技術の開発

【研究代表者】常盤 豊

(環境保全型物質開発評価研究グループ)

【研究担当者】常盤 豊、土井 明夫、平栗 洋一、
中島 健二、カラビア・ブエナビントラ
ーダ、五島 たか子
(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

生分解性高分子素材の高機能化技術の開発:

生分解性を有する洗剤ビルダーを開発するため、2-メチレン1,3,6トリオキソカンと無水マレイン酸からなる交互共重合体型水溶性ポリマーを合成した。このポリマーは、非生分解性の洗剤ビルダーであるポリアクリル酸ソーダとほぼ同等のpH緩衝能を示すことが明らかとなった。

また、ポリ乳酸の高融点化に必要なポリD-乳酸の原料となるD-乳酸を得るため、米糖化液に乳酸菌を接種するとともに糖化酵素を添加して、同時糖化発酵を行い、高濃度のD-乳酸を生産するシステムを構築した。

高分子素材の生分解性評価技術の開発:

プラスチックの生分解性を簡便かつ迅速に評価するため、種々の市販リパーゼを用いて、ポリカプロラクトンの分解活性を評価し、糸状菌のリパーゼに強い分解活性を見出した。また、種々の市販プロテアーゼのポリ乳酸分解活性も評価し、プロテネースKの他に、ポリ乳酸分解活性を示すプロテアーゼを見出した。

ゴム分解菌の静置培養では、振とう培養に比べて生育速度は遅いが菌糸の分散性が良好なため、種培養に適していることが明らかになった。

生分解性高分子素材の生物学的処理技術の開発:

ポリヒドロキシ酪酸(PHB)を酵素分解することによって、光学活性な単量体やオリゴマーを効率的に生産する技術を確立するため、好熱性放線菌由来のPHB分解酵素を誘導生産について検討した。その結果、PHBの他に、DL-3-ヒドロキシ酪酸やそのエステルがPHB分解酵素を強力に誘導生産できることが明らかとなった。

天然ゴムラテックスは保存中に徐々に凝集沈殿するため、濃度及び平均分子量が低下することが明らかになった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生分解性プラスチック、洗剤ビルダー、
ポリ乳酸、ゴム分解菌、ラテックス

【テーマ題目22】バイオメジャー基盤技術の開発

【研究代表者】関口 勇地

(バイオメジャー研究グループ)

【研究担当者】関口 勇地、川原崎 守、水野 敬文、
陶山 哲志、藤井 紳一郎、野田 尚宏
(常勤職員6名、他15名)

【研究内容】

核酸や動物細胞を中心に、それら生体由来物質の計測(バイオメジャー)技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法を開発した。特に核酸の検出、定量技術開発においては、簡便かつ低コストな新規遺伝子定量技術であるABC-PCR法を開発し、その有用性を実証した。また、微生物由来RNAの検出技術の開発を複数種進めるとともに、動物細胞のバイアビリティーを評価す

るための新規手法の開発を行った。また、これらで開発された方法を小型化、あるいはセンサー化して、簡便かつ迅速にバイオ計測を行うための技術開発（マイクロデバイス、あるいはセンサー開発）を行った。また、これらの開発した基盤技術を実際の分野における計測に活用するための技術開発を行った。核酸の定量技術においては、遺伝子組換えダイズ等の混入率計測、特定の一塩基多型検出のための技術開発や、遺伝子発現量の解析技術の開発を進めた。また、遺伝子組換え微生物の環境中モニタリング技術の開発とガイドライン策定のため、土壌からの DNA 抽出技術の開発を進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子、DNA 定量、PCR、マイクロチップ、DNA 標準物質、細胞機能評価、動物細部、凍結保存、バイアビリティー、バイオイメージング、高選択性、高分子膜、夾雑物質

【テーマ題目23】 バイオ・メディカル分野におけるバイオ計測の標準化に向けた研究

【研究代表者】 関口 勇地

(バイオメジャー研究グループ)

【研究担当者】 関口 勇地、川原崎 守、水野 敬文、陶山 哲志、藤井 紳一郎、野田 尚宏
(常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

バイオメジャー標準化に向け、そのための課題整理とニーズ調査を進めるとともに、そのために必要な技術的検討を行った。また、国内のバイオ計測の標準化に関する窓口を統一化するため、産総研内の関連する各部門、あるいは国内の各組織間の連携体制の構築に向けた取り組みを行った。国際度量衡委員会、物質質量諮問委員会におけるバイオ計測の国際標準化においては、計測標準研究部門と共同でその検討ワーキンググループに参加するとともに、定量 PCR の国際比較に参加した。また、核酸標準物質の供給に向け、その長期安定性等の試験を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 標準化、遺伝子、DNA 定量、PCR、マイクロチップ、DNA 標準物質、細胞機能評価、動物細部、凍結保存、バイアビリティー、バイオイメージング、高選択性、高分子膜、夾雑物質

⑪【計測フロンティア研究部門】

(Research Institute of Instrumentation Frontier)

(存続期間：2004.4～)

研究部門長：秋宗 淑雄

副研究部門長：山田 家和勝、山内 幸彦、

大久保 雅隆

主幹研究員：高坪 純治

所在地：つくば中央第2

人員：61名 (59名)

経費：1,268,087千円 (582,611千円)

概要：

本研究部門は、特に“遷移・変移現象”を、そしてそれが産業技術に大きく係わる“信頼性”をキーワードとして取り上げ、それに係わる計測・評価技術と、そこから派生する制御技術の開発を目指して2004年4月に設立された。この開発に向けた2つのアプローチ法として、産業や科学の発展に貢献する先進的な計測制御機器・システム開発（ツール開発）や、計測技術を高度に活用した評価・解析技術開発（知識開拓）を取り上げ、計測・評価技術のフロンティア開拓を進めている。併せて、知識開拓を基にした規格化・工業標準化への貢献や、ツール開発を基にした将来的な計量標準の創出に繋がる研究開発も視野に入れて展開している。

平成18年度は部門の目標を大きく2つに整理した上で、それぞれの目標実現に向けて3つの重点課題を設定し、平成17年度に新たに1グループを設立後、4月に2グループを1グループに統合し、6月から1グループを新センター設立のために送り出したため、全部で8の研究グループ（以下 RG と略記）体制で推進した。重点目標と重点課題、担当研究グループは下記の通りである。

【目標1】 新たな評価軸の開拓に向けた先端的計測ツールの開発

1-1 活性種計測制御技術の研究（活性種計測技術 RG、超分光システム開発 RG）

主としてプローブ、検出器の立場から新規な計測要素技術開発とシステム化を進める。特に今年度は原理的にイオン検出量子効率分分子量、分子種によらず100%を担保できる超伝導イオン検出器、定量分析に適したインクジェットイオン源、イオン光学系のコンポーネント開発を行い、計測ツールとしての多次元情報質量分析装置として統合する。

1-2 光・量子ビームイメージング技術の研究（光・量子イメージング技術 RG、極微欠陥評価 RG）

光・量子ビームを活用した新しいイメージング技術・装置開発と利用技術開発を進める。特に今年度は、発電プラントなどで利用可能なパルス X 線を発生させる超小型電子線加速装置を開発するとともに、フェムト秒テクノロジー研究開発プロジェクトにおいて産総研と民間企業とが共同で開発したフェムト秒パルス X 線発生装置（LCS 硬 X 線発生装置：NEDO 資産）を移管・移設し、当該装置を核として、加速器を利用

した新しい光・量子源技術・小型装置開発を開始する。
1-3 ナノ物質計測技術と規格化の研究（ナノ標識計測技術 RG、活性種計測技術 RG）

ナノ粒子の適合性評価に向けて、新たに設立した重点課題であり、担当するナノ標識計測技術 RG も新たに発足したグループである。ナノ物質修飾用極安定ラジカルの開発及び極安定ラジカルに適合した磁気計測手法の開発に着手するとともに、想定される極安定ラジカルとナノ物質の相互作用を明らかにする。また、ナノ粒子・構造体評価のために AFM を用いた評価法も想定し、AFM の探針形状評価の最適な手法を検討する。

【目標2】信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の開発と標準化展開の研究

2-1 構造体劣化診断・予測技術の研究（構造体診断技術 RG）

FBG を用いた超音波・AE 検出システムの改良を目的として、ファブリ・ペローフィルタ (F-P フィルタ) を利用した超音波・AE 検出システムの開発を行う。FBG の反射特性を超音波・AE 検出に適するように調整し、F-P フィルタを利用したシステムと組み合わせ、超音波・AE 計測を行う。また1箇所複数の FBG (マルチプル FBG) を加工し、温度・ひずみを同時計測する FBG センサシステム開発に着手する。

2-2 移動拡散現の計測・評価と規格化の研究（ナノ移動解析 RG、水素脆化評価 RG）

水素の遷移・変移現象に関して、燃料電池自動車関係企業への開放型研究施設として、水素脆化評価ステーションの整備を行い、水素脆化エンジニアリングの構築に向けた展開を開始し、安全・安心な社会の発展に貢献する。

2-3 材料プロセスの信頼性評価と規格化の研究（不均質性解析 RG、無機粉体評価 RG）

物質移動の物理・化学分析技術及び、局所物性解析技術の高度化及びそれらの技術をもとにした材料・プロセス技術の信頼性確立に向けた研究開発として、機能性複合酸化物における変移現象の予測、異種材料界面の分光学的解析を行う。また、産業界と一体となった標準化ロードマップ作成におけるリーダーシップ機能を発揮する。

またこれらの課題推進に向けて、産総研内外の研究推進課題に積極的に応募した。獲得した主要課題は下記の通りである。

重点課題1-1

JST 先端計測分析技術・機器開発事業（主担当）；
「質量分析用超高感度粒子検出技術」

JST さきがけ研究事業；「位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開」

重点課題1-2

JST 先端計測分析技術・機器開発事業（共同提案）；「走査型陽電子顕微鏡」

部門重点化予算；「オンサイト量子放射源用小型加速器技術の研究開発」

重点課題1-3

JST 先端計測分析技術・機器開発事業（主担当）；
「AFM 探針形状評価技術の開発」

NEDO グラント；「AFM を用いたナノ物質形態の精密評価手法の ISO 国際標準化」

重点課題2-1

財団予算；「鋼構造物の FBG マルチセンシング非破壊検査技術の開発」

重点課題2-2

部門重点化予算；「水素脆化評価ステーション実現のための基盤研究」

重点課題2-3

工業標準化基盤研究「ISO/TC206（ファインセラミックス）の戦略的運営のための基盤研究推進」

外部資金：

経済産業省受託

「生体その場観察用超音波顕微鏡システムの開発」

「平成18年度産業技術研究開発委託費（有機薄膜の高精度組成分析のための標準化）」

「転動部材用ファインセラミックスの破壊特製手法の標準化」

「生分解性プラスチック製造過程の解析評価と連続熔融重合装置の開発」

「極浅不純物注入半導体の深さプロファイル分析のための標準化」

文部科学省受託（原子力）

「軟 X 線領域における蛍光収量分光分析法に関する研究」

「自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究」

「SR-X 線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究」

「コンパクト偏光変調放射光源の開発とそれを用いた分光計測技術の高度化に関する研究」

「高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究」

「トリチウム吸蔵材料における蓄積ヘリウムの非破壊観測技術の開発」

「小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究」

石油安定供給受託研究費

「石油・天然ガス資源情報基盤研究」

エネルギー需給構造高度化受託研究費

「水素貯蔵システムの水素脆化及び材料データベースの研究」
「マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法の標準化」

「プロトン拡散速度の赤外分光計測手法の開発と硫酸水素セシウム結晶多形への適用」
「超低エネルギーイオン注入による半導体極浅ドーピング技術の開発」
「超音波ガイド光ファイバセンサの開発」

電源多様化受託研究費

「発電プラント配管を伝わる超音波映像化方法及び亀裂検査方法の標準化」

研究補助金

「CFRP 構造体の全方位損傷モニタリングシステムの開発」
「AFM を用いたナノ物質形態の精密評価手法の ISO 国際評価」

NEDO 受託研究費

「キャラクターゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」
「水素結合系を利用した無加湿固体電解質材料の研究開発」
「動的計測技術に関する調査」

発表：誌上発表158件、口頭発表291件、その他17件

活性種計測技術研究グループ

(Active State Technology Research Group)

研究グループリーダー：野中 秀彦

(つくば中央第2、第4、第5)

財団等受託研究費

「位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開」
「質量分析用超高感度粒子検出技術」
「AFM 探針形状評価技術の開発」
「透過型陽電子顕微鏡」
「中性子捕獲実験用レーザー逆コンプトン光の研究開発」
「シリコン酸化膜形成プロセスにおける高濃度オゾンの効率的利用」
「地層処分における光ファイバセンサを利用したモニタリングシステムの適用可能性研究」
「防爆・耐電磁ノイズ対応 FBG 圧力・温度複合センタの研究開発」
「低環境負荷型高効率帯電分離式フロン再生装置の研究開発」
「光フロンティア領域を支える次世代光機能性光学材料及び素子の開発」
「鉄鋼構造物の FBG マルチセンシング非破壊検査技術の開発」

概要：

高い反応性や短寿命などの特性を持つ活性種は、反応の促進、超高速現象の伝達・制御などの機能があるため、先端プロセス技術において重要な役割を果たしている。当グループでは、活性種の計測技術と、それに基づいた活性種の制御・利用技術の開発を目指す。特に独自性の高い計測・制御手法と装置の開発と、研究成果の実用化・規格化（工業標準化）を通じた社会基盤への貢献に資することを目標とする。具体的には、酸化活性なオゾンを用いた均一薄膜・界面の低温形成と計測技術の開発、金属クラスター錯体などの大質量イオンと表面との相互作用の計測・評価技術及び分子配向や内部自由度を制御した活性種の発生・計測技術の開発、パルスレーザー光を用いた半導体中の活性種及びその周辺物質との相互作用を高時空間分解能・高感度で計測する技術の開発、生体内活性種の計測に向けた電子顕微鏡や SPM などを用いたナノ構造の計測技術と標準試料及び巨大分子の検出技術等の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目

6

科研費補助金

「電子・正孔の光検出による界面光化学反応計測」
「光イオン化分光法によるイオン液体中のイオン・電子の溶媒和エネルギー評価」
「圧子力学に基づく知能獲得型触覚センサに関する研究」
「分子間相互作用による光学分割能の評価手法の開発」
「強いレーザー場における分子イオン化過程のコヒーレント制御に関する研究」
「真空紫外線領域における生体高分子の自然円二色性測定システムの開発」

超分光システム開発研究グループ

(Super-Spectroscopy System Research Group)

研究グループリーダー：大久保 雅隆

(つくば中央第2)

概要：

急速に高度化する産業分野、科学技術分野において、従来の分光分析手法の限界を越える性能の実現が必要不可欠になっている。分光法とは、ある軸（変数）に対して物理量（測定法が規定できるもの）の変化を測定する手法で、その分光精度限界の革新的向上、新たな

な分光軸の追加は、我々が認知、分析できる観測対象の拡大を意味している。先端分析機器に必要な、ナノ構造を有する超伝導分光センサー開発、極低温動作可能な計測用半導体増幅回路開発のようなデバイス開発を柱に、超分光先端分析機器開発を推進する。

生体高分子と X 線を観測対象として、ノイズを完全に排除して、アミノ酸から免疫グロブリンのような、100 Da-1 MDa といった広い分子量の分子を、100 % の感度で検出できる質量分析性能や、超精密に元素の分離を軟 X 線で可能とする性能を実現する。

研究テーマ：テーマ題目 7、テーマ題目 8

ナノ移動解析研究グループ

(Nano-Dynamics Analysis Research Group)

研究グループリーダー：本田 一匡

(つくば中央第5)

概要：

産業技術において重要な移動拡散現象のうち、燃料電池開発に重要なプロトン拡散について、その計測・解析技術開発と機構解明を目的とした研究を行う。具体的には、固体 NMR 測定・解析技術、高圧力を用いた構造制御技術、精密 X 線構造解析技術等を駆使して、次世代の燃料電池固体電解質材料として期待されている無機固体酸塩の拡散係数と構造との相関を明らかにし、中・低温型無機プロトン伝導材料の探索・機能向上指針の提示を目指す。また、高エネルギー化学物質の状態変化から安全性を定量的に評価あるいは予測する技術の開発を目指し、火薬類及びエアバッグガス発生剤等の加温・加圧による構造変化を分光測定、X 線回折測定等を用いて解析する手法を構築する。

研究テーマ：テーマ題目 9、テーマ題目 10

構造体診断技術研究グループ

(Structural Health Monitoring Research Group)

研究グループリーダー：高坪 純治

(つくば中央第2)

概要：

構造体に生体神経網に倣った損傷検知・診断機能を付与することを究極の目標として、FBG (Fiber Bragg Grating) 光ファイバセンサやレーザーを利用した構造体健全性評価システム技術の研究開発を進めている。

FBG センサはひずみセンサとしてすでに実用化されているが、当グループでは、ひずみだけでなく弾性波も測定できる技術を開発し、ひずみ、超音波を同時に計測監視できるセンシングシステムを構築した。本システムを用いて疲労き裂試験を行い、従来の圧電センサによる方法よりも高精度にき裂進展を監視できることを確認した。また、パルスレーザーを利用して超音波が伝わる様子を映像として観察しながら検査でき

る超音波可視化探傷技術の研究も進めている。レーザーは非接触で高速走査が可能なので、従来、検査が困難であった狭い部や表面凹凸部などの検査を迅速に行うことができる。また、映像による分かりやすい検査であることから、欠陥エコーの見逃しや誤認の防止にもつながる。現在、試作装置を作成し、3次元任意形状物体表面を伝わる超音波を映像化できることを確認するとともに、様々な人工欠陥材を伝わる超音波を映像化し、非破壊検査への適用性を検討している。

研究テーマ：テーマ題目 11

不均質性解析研究グループ

(Inhomogeneity Analysis Research Group)

研究グループリーダー：兼松 涉

(中部センター)

概要：

材料の不均質性に由来する特性変化、機能発現機構に関する知識体系の構築と、その知識体系を基にした工業標準策定に向けた基盤的研究の推進及び工業標準策定への主体的貢献を目標とする。今年度は、前者については主に次の2つのテーマについて研究を行った。一つは「機能性無機酸化物デバイスの設計指針構築及びナノ・マイクロ粒子の複合材料中での分散性評価手法の開発」で、昨年度作製したラマン分光測定セルを用い、加熱・反応ガス導入条件下での計測を行って、反応活性点の分布は電極からの距離やデバイスの製造方法に由来する表面の凹凸等の影響を受け、機能の発現は場所依存性があり、均一ではないことが明らかになった。これらの結果は、新たに不均質性の解析手法開発への取り組みを始める端緒となった。また、量子化学計算により窒素酸化物の分解モデルを提案した。他の1つは「生分解性プラスチック製造過程の解析評価と連続熔融共重合装置の開発に関する研究」で、当該装置により製造された高分子材料のマクロな機械的特性と核磁気共鳴装置による特性評価結果との相関について調べた。工業標準については、次の4つのテーマについて研究を行った。標準基盤研究「ISO/TC206 (ファインセラミックス) の戦略的運営のための基盤研究推進」においては、当該分野での規格化戦略策定に向けて「バイオセラミックスとその複合材料の化学分析方法」について調査研究を行った。基準認証研究開発「転動部材用ファインセラミックスの破壊特性試験手法の標準化」においては、ステップワイズ荷重方式ボールオンフラット試験の試験条件を規定するため、潤滑油の影響、試験片の破壊検出手法、試験片数等について詳細な検討を行った。エネルギー標準基盤研究「マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法の標準化」については、鉄鋼材料の酸素分析法として開発された不活性ガス融解-赤外線吸収法をマグネシウムに適用するために、多段階昇温法を考案した。標準物

質開発については、窒化ケイ素1種類の NMIJ 認証を受けるとともに、アルミナ原料粉体の標準物質開発に着手した。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目12

光・量子イメージング技術研究グループ (Quantum Radiation Research Group)

研究グループリーダー：小池 正記

(つくば中央第2)

概要：

次世代の計測プローブとして期待される光・量子放射源及び計測システムの開発と利用研究を行う。具体的には、他に類を見ない小型蓄積リングを用いた発振型自由電子レーザー (FEL) の世界最短波長 (190 nm) の更新とそれを用いた表面化学反応実時間観測技術の開発、世界的に希少なレーザーコンプトン散乱 (LSC) γ 線装置を用いた CT 技術による高密度構造体非破壊検査技術開発、他所では不可能な交流偏光変調アンジュレータ放射利用円偏光二色性測定装置による生体分子のキラル識別法の研究、軟 X 線微視的イメージング技術研究を進めるとともに、これらのツールを用いて物質表層における欠陥分布、化学反応の動的計測、生体原子・分子の構造解析・機能ダイナミクス追跡等のイメージング技術開発とその信頼性解析の研究を行う。いずれの光・量子放射源も計測プローブ源として世界最高性能あるいは世界には無い独自の特徴を有するものを開発し、それを革新的な計測に応用すること目標とする。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目13、テーマ題目14

極微欠陥評価研究グループ (Advanced Defect-Characterization Research Group)

研究グループリーダー：鈴木 良一

(つくば中央第2)

概要：

先端デバイスや高機能材料の開発では素子や材料中の原子レベル～ナノレベルの欠陥や空隙がその特性に大きな影響を及ぼすため、これらの極微構造を詳しく分析・評価できる技術が望まれている。そこで、当研究グループでは主に加速器を用いて高品質の陽電子ビームやイオンビームを発生し、これらを計測プローブとした新しい極微構造評価技術の開発を行っている。本年度は特に、陽電子マイクロビームによる局所領域の極微空隙評価を実現するため、電子加速器で発生した陽電子ビームを効率的に集束して陽電子減速材に入射し、減速材で再放出した陽電子を再度加速・集束する技術の実験を行い、0.1 mm オーダーの陽電子ビームの集束に成功した。また、陽電子ビームを用いた

材料評価法の有効性を検証するため、企業等と協力して半導体用の銅薄膜材料など高機能材料のプロセス条件と空孔構造との関係を探った。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16

ナノ標識計測技術研究グループ (Nanolabelling and Measurement Research Group)

研究グループリーダー：小野 泰蔵

(中部センター)

概要：

ナノテクノロジーの健全な発展を促すため、ナノ物質についての適切な計測評価技術の開発を行い、ナノ物質の生体安全性に関する基礎的データを取得することを目的としている。具体的には、産業界で大量に使用されることが想定されるカーボンナノチューブ (CNT) 類やフラーレン類などのナノ物質を研究の中心課題としている。こうしたナノ物質は、従来の有機化合物や無機化合物の概念の中間的な性質を有しており、これまでの一般的な計測手法では生体内に取り込まれた状態で計測することは極めて難しく、有効な生体内分布計測手法が存在しない。当研究グループでは、ナノ物質を感度良く測定するためのナノ標識手法を開発し、動物へ暴露したときの生体内移行性を含めた動態解析を行うとともに主要臓器へのナノ物質の生体影響評価を行うための電子スピン共鳴 (ESR) イメージング手法の開発研究を行う。また、ナノ物質の分散化、分析、分級、標準化などのナノ物質評価を支援する基礎技術開発も同時に進める。こうして得られた結果を総合的に検討し、ナノテクノロジーへのアレルギーや安全性への過信などが起こらないよう適切なリスク評価に資する情報を発信する。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目17

[テーマ題目1] オンサイト量子放射源用小型加速器技術の研究開発

[研究代表者] 山田 家和勝 (副研究部門長)

[研究担当者] 山田 家和勝、黒田 隆之介、
豊川 弘之、清 紀弘、安本 正人、
小川 博嗣、小池 正記、田中 真人、
渡辺 一寿、座間 達也、池浦 広美
(常勤職員11名、他1名)

[研究内容]

計測フロンティア研究部門では、小型の電子加速器を用いて偏光変調アンジュレータ、レーザーコンプトン散乱 (LCS) 準単色 γ 線、広帯域自由電子レーザー、低速陽電子ビームなど、他機関では開発が難しい特徴的な量子放射源とそれらの利用技術開発を行っているが、これらの技術をベースとして、工場や病院など産業・医療の現場に導入可能なコンパクト加速器を用いたオンサイト量子放射源開発も進めつつある。このため、従来の S

バンド加速器や蓄積リング技術に加えて、より小型の C バンド加速器の開発、X バンド加速器の検討等も始めている。本研究課題では、これらの中で技術的に最も成熟した S バンドリニアックを用いた小型量子放射源とその産業利用技術の研究開発を行う。

この目的のため、NEDO プロジェクト「フェムト秒テクノロジーの研究開発」（平成16年度終了）の中で、住友重機械工業と産総研光技術研究部門の協力により開発された、LCS フェムト秒硬 X 線発生装置を、LCS 準単色 X 線の発生・利用に関して高い実績を有する当研究部門に移設し、バイオ・医療分野への利用を目指したコンパクト計測システムとして製品化するための研究を平成17年度より開始した。NEDO プロジェクトで前年度までに構築された LCS 硬 X 線発生装置では、小型 S バンドリニアックから得られるピコ秒電子ビームに高出力フェムト秒レーザー光を衝突・散乱(LCS)させることにより、150 fs~3 ps の準単色硬 X 線発生が可能であるが、X 線収量は 10^7 photons/s 程度と実用上は不十分である。しかし今後さらに2~3桁の収量増加が実現できれば、現在 SPring8等の大型放射光施設で行われているタンパク質立体構造解析や生体イメージング等へも適用可能と考えられ、この様な小型装置の普及により、ビームタイムや地理的制約を受けていたユーザーの利便性が格段に向上するものと期待できる。

この目標を達成するため、リニアック電子ビームのマルチバンチ化、電子バンチ当りの電荷量増大、そして LCS 用高出力レーザーのマルチパルス化が重要な課題である。これらの課題に対してはそれぞれ、リニアック電子銃の光陰極照射用レーザーのマルチパルス化技術、光陰極材質の最適化による電子ビーム大電流化技術、増幅媒質挿入型キャビティによるマルチ衝突高出力レーザー技術の開発が必要となる。これらの技術開発を当部門と住友重機械工業が分担して進める。また LCS 硬 X 線利用技術に関しては、当面タンパク質立体構造解析と X 線屈折コントラスト法を用いた生体イメージング技術の構築を目標とし、そのための X 線利用実験ステーションの設計・製作を行う。さらに本研究で用いるリニアックの電子バンチを制御することにより、コヒーレントテラヘルツ電磁波の発生も可能となる。テラヘルツ波は気体・液体・固体・生体高分子などの物性や構造解析に加えて、皮膚癌診断など生体表層近傍イメージングやパッケージ内の危険物無侵襲イメージング等を可能とするツールとして有望であり、LCS 硬 X 線と併用することで、より汎用性のある診断技術が構築できる。加速器を用いるテラヘルツ波発生法は、テラヘルツ領域の標準場の供給にも貢献できると考えられる。本課題では LCS 硬 X 線と同時にテラヘルツ波発生利用も視野に入れた研究開発を行う。

平成18年度は、リニアックからのマルチバンチ電子ビームの発生とその加速・輸送技術を開発するとともに、

LCS 用マルチ衝突高出力レーザーシステムの設計・製作を開始した。これらにより一桁程度の LCS-X 線収量増加($10^7 \rightarrow 10^8$ photons/s(全エネルギー) @~20 keV)を見込んでいる。平行して LCS-X 線による高分子や生体材料の高コントラストイメージング研究を開始した。さらに偏向電磁石からの THz 電磁波(0.3 THz 近傍)の観測に成功した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】オンサイト量子放射源、小型 S バンドリニアック、レーザーコンプトン散乱、単色硬 X 線、テラヘルツ波

【テーマ題目2】新技術のリスク評価・管理手法の研究
— ナノテクのケース研究 —

【研究代表者】小野 泰蔵

(ナノ標識計測技術研究グループ)

【研究担当者】小野 泰蔵、横山 秀克 他

(常勤職員3名)

【研究内容】

研究目的・研究手段・方法：

新技術の社会的受容度を上げるためには、技術の開発過程・市場化に先んじて潜在的リスクが検証され、標準化を含めた評価・管理体系が提示されることが必要である。こうしたことを背景に、ナノテクノロジーをモデルケースと位置づけ、産総研内の分野を横断した協力関係の中、産総研部門重点課題として取り上げられた研究である。この大きなプロジェクトの一端を担う研究課題「生体計測用電子スピン共鳴装置を用いた生体影響評価」として、ナノ物質のリスクについての適切な評価技術の開発を行うことを目的としている。具体的には、産業界で大量に使用されることが想定されるカーボンナノチューブ(CNT)類やフラーレン類などのナノ物質を研究の中心課題としている。こうしたナノ物質のリスク評価を行う上で二つの要素技術開発を行う。一つは、ナノ物質を電子スピンで標識し、標識したナノ物質を実験用小動物に投与し、電子スピン共鳴(ESR)による画像化を行い、その画像から、生体内分布情報を *in vivo* で得るという手法である。もう一つは、ナノ物質を投与した実験動物の生体内部位別の還元能を計測し、生体影響評価をするという手法である。

ナノ物質の生体影響評価を行う上で、ナノ物質を標識して生体内分布情報を得ることは、ナノ物質の生体内分布が未知である現状においては是非とも必要と思われる。この手法の開発においては、標識に使用する電子スピンは安定であることが望ましく、極安定ラジカルであるパーフルオロアルキルラジカル(PFR)はその有力候補である。PFR は、反応性の高いガスである純粋フッ素ガスとも反応をしない極めて安定なフッ素化合物ラジカルであり、その高い安定性から、ESR 信号陽性標識としての応用が期待される。昨年度は、PFR をラットの腹

空内に投与して ESR イメージングが可能であることを確認したが、本年度は CNT の PFR による標識化を検討した。CNT とパーフルオロ系化合物の相互作用に関しては文献的に知られていないので、まずは種々の CNT へのパーフルオロ系化合物の取り込み反応を詳細に調べた。その結果を元に CNT の PFR によるピーポッド化を検討した。

生体計測用 ESR 装置を用いたもう1つのナノ物質の生体影響評価法は生体内部位別の還元能計測である。フラーレン、カーボンナノチューブなどのナノ物質は酸化活性を有していることが知られており、生体の還元能に影響を及ぼすことが危惧されている。そのため、生体影響評価として生体内還元能を計測することは重要である。ESR 法を用いた還元能評価法は、比較的安定なフリーラジカルであるニトロキシドラジカルが生体内の還元性を有する物質により還元され、ESR 信号を出さない物質に変わる、という性質を利用したものである。したがって、生体内部位別の還元能を評価するためには、部位別の信号強度の時間変化を *in vivo* で計測できる手法の開発が必要とされる。そのような方法として昨年度開発した生体内部位別の還元能を計測できる RSID (Region-Selected Intensity Determination) 法をラット脳の *in vivo* 計測から、さらに肺の計測に適応できるよう方法論の拡張を行った。また、この計測手法をフラーレンや CNT のポジティブコントロールとして選択した酸化ニッケルナノ粒子を暴露したマウスの肺に関して適応した。年度進捗状況：

パーフルオロ化合物は熱処理により末端を開口した CNT には容易に取り込まれることが元素分析、熱重量分析 (TGA)、GC-MS など確認された。しかも超音波処理しても CNT 内に補足された状態を維持できる程安定であるが判った。これらの知見を元に PFR の CNT への取り込みを検討し、CNT への取り込みを ESR 測定で確認した。しかしながら、現状ではシグナルのブロードニングなどで ESR イメージングに使用できる程のシグナル強度は得られていない。今後、導入方法や CNT のサイズを検討し ESR イメージングが可能強度を達成する必要がある。

昨年開発した ESR 周波数700 MHz マウス全身計測用 ESR 画像化装置と RSID 法を用いて、マウス肺における還元能評価手法について検討した。これは、工業ナノ粒子の進入経路である肺における生体影響評価をする上で重要な技術である。肺は空隙が大きく種々の困難を伴ったが、還元能変化検出限界としてアスコルビン酸換算で0.4 mM を達成した。今回の0.4 mM という値は研究目的に対し十分な精度と考えられた。実際、産業医科大学との共同研究で、酸化ニッケルナノ粒子を暴露したマウスに関して本方法を適用し、肺の還元能が低下していることを見出した。

また、ラット全身計測用 ESR 装置の高周波回路部の

開発も行った。ESR 周波数を400 MHz とし、その周波数で共振する共振器を作成し、模擬試料(ファントム)及びラットで Q30以上で負荷することができた。さらに、ホモダイナミック検波が、後段の回路がクリップしないレベルで可能であることが示された。【分野名】標準・計測

【キーワード】電子スピン共鳴 (ESR)、画像化、生体イメージング、極安定ラジカル、ナノテクノロジー、ナノ物質、カーボンナノチューブ、生体影響評価、リスク評価、生体内酸化還元反応、無侵襲生体計測

【テーマ題目3】不透明障害物内化学物質検知装置の開発 —水際薬物検査に向けた多光子励起レーザー走査過渡吸収顕微分光の展開—

【研究代表者】古部 昭広
(活性種計測技術研究グループ)

【研究担当者】古部 昭広、加藤 隆二、井藤 浩志
(常勤職員3名)

【研究内容】

フェムト秒レーザーによる多光子励起過程を用いた過渡吸収顕微鏡を応用して、不透明障害物内の化学物質を検知するための分光装置のプロトタイプの開発研究を進めている。18年度では、システムの小型化・高速化のために新規導入するレーザーのスペックを決定した。また、現有のレーザーを用いて、顕微鏡光学系の改良を進めた。具体的には、空間分解能を上げるために対物レンズの倍率を上げ、測定感度を上げるためビーム導入光学系にビーム平行度調整機構を加えた。空間分解能と感度ともに約2倍に向上した。さらに、障害物越しの測定の実証例として、これまでの着色ガラスと磨りガラスに加え紙越しの測定が可能であることを確かめた。危険試薬の類似化合物として、合成麻薬 MDMA と同じ骨格を有するいくつかの化合物の過渡吸収スペクトル及び時間応答の測定を行った。他方、安全物質がどのようなスペクトルを示すかを調べるため、いくつかの一般の飲料を測定した結果、飲料ごとに違うスペクトルを示すことが確かめられた。今後、多くのモデル化合物や疑似試薬での実証実験を、装置の開発と並行して進めていく。封筒や着色瓶に入れた試料の測定の実証も進める。装置操作性向上や測定時間短縮のためデータ取得・解析ソフトの改良も行う予定である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】顕微鏡、フェムト秒レーザー、過渡吸収、多光子励起

【テーマ題目4】ISO/TC206 (ファインセラミックス) の戦略的運営のための基盤研究推進

【研究代表者】一村 信吾 (研究部門長)

【研究担当者】一村 信吾、兼松 渉、阪口 修司、

宮島 達也、森川 久、柘植 明、
上蓑 義則、山内 幸彦、川原 みゆき、
村上 一乃（常勤職員7名、他2名）

【研究内容】

本研究は、わが国が ISO/TC206において国際規格化をリードしていくための ISO 新業務項目提案のための技術基盤確立（ISO 化を視野に入れた JIS/TS 素案の作成）及び、国際規格化の戦略案提示を目的とする。本年度は次のような成果が得られた。マグネシア原料粉体の化学分析に関しては、(1) 前年度に確立した①強熱減量測定法、②試料分解法（金属成分）及び③試料分解法（非金属成分）について、それぞれの方法の妥当性を実証した。②に関しては、含まれているケイ素が SiO_2 として沈殿して溶け残りを生じる試料があるため、まずケイ素定量法を確定した。さらに実際試料への適用を行って、これら測定法及び分解法の妥当性を検証し、分析方法を確立した。以上の結果を基に、JIS 原案素案を作成した。セラミックスの亀裂進展抵抗特性（R 曲線）の試験方法については、TS 原案作成委員会を組織し、原案を作成した。また、国際標準化戦略に関しては、「バイオセラミックスとその複合材料の化学分析方法」について調査研究を行い、原料粉体におけるヒ素・水銀等有害物質の非含有証明、ジルコニア中のイットリアなど機械的特性に直接影響を及ぼす主成分の定量分析において化学分析手法の標準化ニーズがあることを明らかにした。

【分野名】標準・計測

【キーワード】破壊靱性、R カーブ、マグネシア、蛍光 X 線分析、二次イオン質量分析、熱重量分析、試料分解法、有害物質、ジルコニア、イットリア

【テーマ題目5】フェムト秒過渡吸収 SNOM の波長域拡大及び高空間分解能化

【研究代表者】野中 秀彦
（活性種計測技術研究グループ）

【研究担当者】野中 秀彦、古部 昭広、加藤 隆二、井藤 浩志（常勤職員4名）

【研究内容】

目標：

中期目標の半導体中活性種の高感度計測技術及び制御技術の確立を目指して、開発を進めている開口型カンチレバー-SNOM（Scanning Nearfield Optical Microscope：走査型近接場光学顕微鏡）を用いたフェムト秒過渡吸収顕微鏡において、測定波長域と空間分解能を向上させることが研究目的である。一般的な光ファイバー式 SNOM に比べて時間分解能が高くなることが本手法の利点である。日本及びイタリアの他グループも同様の手法の研究開発を進めているが未だ過渡吸収測定には成功していない。我々は、既に可視域において空間分解能500 nm、時間分解能約200 fs の性能を達成している。屈折率分

散の問題を避けることができない光ファイバースロープ方式と比べて、開口型カンチレバー方式は波長範囲と時間分解能については優位性があることを既に証明しているが、空間分解能ではまだ同等のレベルに達していない。本研究では、これまでよりさらに波長範囲を広げること、及び問題となっている空間分解能を改善することを目標とした。具体的には、測定波長域をこれまでの可視域から近赤外領域に広げること、空間分解能を500 nm から100 nm に上げることを目指した。

平成18年度進捗状況：

これまでに検出感度向上を制限する要因の1つになっていた集光したレーザー光によるカンチレバーチップの照射ダメージを回避するため、低強度高繰り返しレーザー（80 MHz、 \sim nJ）を用いた新たなシステムを構築し、検出感度を大きく向上することができた。この結果、可視光よりも波長が長いために光の回折限界により測定が難しい波長800 nm の近赤外光に対して、金ナノ粒子を用いた測定において、100 fs 以下の時間分解能（70 fs）を保持しながら400 nm の空間分解能を達成した。しかしながら、現在のシステムでは、時間分解能では不利な光ファイバースロープ方式において報告されている最高分解能100 nm 及び可視光領域における性能の向上を達成することはできなかった。空間分解能のさらなる向上のためには、微弱光検出の光学系及び開口への集光方式、迷光除去のさらなる改良が望まれることが分かった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】顕微鏡、近接場、フェムト秒レーザー、過渡吸収

【テーマ題目6】活性種検出のための分子カウント技術の開発

【研究代表者】野中 秀彦
（活性種計測技術研究グループ）

【研究担当者】野中 秀彦、中永 泰介、永井 秀和、鈴木 淳（常勤職員4名）

【研究内容】

目標：

中期目標の半導体中活性種の高感度計測技術及び制御技術の開発として、スパッタされた中性極浅不純物の光イオン化によるアトムカウント技術を開発してきたが、その派生技術として、環境中の有機分子を高感度定量検出することが可能となる分子カウント技術を開発する。分子の場合、完全イオン化のために励起光のパワー密度を増やしていくと、原子とは違って解離性イオン化を起こし、イオン信号強度と実際の分子数が一致しない問題が生じる。そのため、非解離性イオン化技術を用いた分子カウント技術を開発する。

研究手段：

真空中に導入された分子の励起準位に共鳴する非集光レーザー光による多光子イオン化または、真空紫外光1

光子イオン化により分子を解離することなくイオン化し、高感度に検出する。共鳴イオン化法ではレーザー波長により分子を同定することが可能であるため、分析器が不要となる利点がある。一方、1光子イオン化法では、飛行時間質量分析計の併設により分子質量の選別を行う。平成18年度進捗状況：

紫外レーザー光による共鳴多光子イオン化において、同時に非共鳴の赤外レーザー光（1,064 nm）を加えることで、分子の解離が抑制され、イオン化が促進される現象を、ヨウ化メチルや、二硫化炭素分子のイオン化において観測した。このイオン化法を一連のヨウ素化合物 $C_nH_{2n+1}I$ ($n=1\sim4$) に適用したところ、すべての分子において赤外レーザーの添加により、フラグメントのヨウ素イオン強度が減少することが確認された。このことは、赤外レーザーにより、多光子励起過程の際に分子の解離が抑制されたことを示している。分子の親イオン強度は増加して観測されたが、分子が大きくなる程、親イオンがさらに光解離してしまうため、フラグメント化を防ぐのは困難であった。親イオンの解離を防ぐには、レーザーを集光しないでイオン化できる条件（2光子以内）が重要であることがわかった。大気環境に微量に存在する環境ホルモンなどを前処理なく実時間、超高感度で測定するために質量分析計を用いたシステムの構築を行った。オリフィス径0.8 mm、バルブ開時間200・s のパルスバルブを10 Hz で用いることにより1気圧の試料を超高真空中に導入することが可能となった。試料はパルスレーザーを用いた光イオン化飛行時間質量分析計で測定した。トルエンなどの芳香環を持つ分子を選択的にイオン化するため、レーザー光の波長を250 nm とし、共鳴2光子イオン化法を用いた。フラグメント化を避けるため、レーザー光はレンズで集光せず照射した。その結果トルエン分子において、数分の積算でサブ ppb の検出感度を得られた。さらにフラグメント化しやすい分子をイオン化するため、真空紫外レーザー光による1光子イオン化法を試みた。真空紫外レーザー光の発生には共鳴4波混合を用いた。キセノンを用いた250 nm のレーザーで2光子励起し、Nd:YAG レーザーの基本波（1,064 nm）でプローブすることにより141 nm の真空紫外光を得た。この方法により、従来法では分子イオン化が困難とされているアミノ酸のような分子でもイオン化が可能であることを示した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】超高感度検出、レーザーイオン化、分子線、飛行時間型質量分析、真空紫外レーザー、トルエン、ヨウ化メチル、二硫化炭素

【テーマ題目7】高品質金属酸化膜トンネル障壁形成技術の開発

【研究代表者】大久保 雅隆

（超分光システム開発研究グループ）

【研究担当者】黒河 明、浮辺 雅宏、陳 銀児、大久保 雅隆（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

近年、質量分析、X線分析以外に、可視域の単一光子分光を使った多波長分離蛍光色素検出（ライフ分野）、テラヘルツ検出、サブミリ波検出への応用が考えられている。しかし、現在のトンネル接合の品質では、例えば1 μm の波長の光子に対するエネルギー分解能 ($E/\Delta E$) は10 %程度である。また、分子状酸素の酸化によって、1 cm 程度の面積に渡って作製されるトンネル接合アレイ検出器の歩留まりは、数10 %に止まっている。X線、可視光、テラヘルツといった分野のために、高いジョセフソン DC 電流密度を大規模アレイ検出器にて実現するためには、酸化膜トンネルバリアー作製技術のブレークスルーが必要である。

オゾンガスは酸素よりも酸化力が極めて高く、シリコンの酸化に用いると酸化膜と基板の界面が原子レベルで急峻であることが実証されている。特にナノメートルの薄膜酸化膜においてはオゾンガスが表面で解離してできる原子状酸素がその低い活性化エネルギーによって酸化に有効に作用することが知られている。そのためオゾンで酸化すると酸化が不完全な部位があれば完全に酸化（不動態化）することが期待される。そこで酸素分子とオゾンガスにより、酸化アルミニウムトンネルバリアーを形成して、酸化状態を比較したところ、オゾン酸化では酸素分子では見られない第2の酸化状態を得ることができた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】超伝導デバイス、トンネル接合、酸化膜

【テーマ題目8】高生体高分子構造解析のための解離技術開発

【研究代表者】大久保 雅隆

（超分光システム開発研究グループ）

【研究担当者】浮辺 雅宏、大久保 雅隆（常勤職員2名）

【研究内容】

たんぱく質等を壊さずにイオン化する技術とともに、分子の解離技術は、ライフサイエンスのみならず、環境分野においても必要不可欠な技術となっている。イオンを質量分析装置内で壊して構造解析を行うトップダウンプロテオミクスが、今後のライフサイエンスの主流を占めることになると思われる。そこで、高効率な解離技術と検出技術の確立が重要となる。従来は、解離した後のイオンのみが分析の対象であったが、超伝導検出器を用いるとイオンだけでなく電荷を担わなかったフラグメントである中性粒子も分析可能となる。二重収束質量分析計に解離チャンバーと超伝導粒子運動エネルギー分光器を設置して、特定の分子種を選択して、粒子の運動エネ

ルギー測定による、解離粒子検出が可能な装置を構築した。

原子から分子量1,000程度までのイオンが検出器に衝突したときに検出器に付与されるエネルギー測定を実現し、検出性能の分子量依存性を明らかにした。また、一価のプリカーサーイオンが解離した後に生成されるイオンフラグメントと中性フラグメントの検出に成功した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 超伝導デバイス、トンネル接合、酸化膜

【テーマ題目9】 分子プロトニクス開拓のための基盤研究

【研究代表者】 本田 一匡

(ナノ移動解析研究グループ)

【研究担当者】 本田 一匡、林 繁信、山脇 浩、
藤久 裕司、坂下 真実、石黒 恭子
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

次世代の燃料電池固体電解質材料として期待されている無機固体酸塩のプロトン伝導機構を解明するため、以下の研究を行った。まず、固体 NMR を用いて原子レベルでのミクロな運動を解析し、表面状態などに左右されない物質本来のプロトン拡散定数を決定するとともにプロトン伝導の機構を解明した。対象として、ゼロ次元水素結合系無機固体酸塩である硫酸水素アンモニウム $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ を取り上げた。化学式 $\text{M}_3\text{H}(\text{AO}_4)_2$ ($\text{M} = \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}, \text{NH}_4$; $\text{A} = \text{S}, \text{Se}$) で表されるゼロ次元水素結合系無機固体酸塩では、二つの AO_4 四面体が水素結合により結び付けられ、室温相では孤立した2量体 $[\text{AO}_4\text{-H}\cdots\text{AO}_4]^{3-}$ を形成している。代表的な無機固体酸塩である硫酸水素セシウム CsHSO_4 に比べ、 AO_4 当たりの水素結合数が少ないため、 AO_4 四面体の回転が容易に起こりうると期待される。 $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ のプロトンのスピン-格子緩和時間を測定・解析して、高温相における acid proton の拡散定数を決定した。この結果、 $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ の高温相ではプロトンの二次元並進拡散が起きており、プロトンがあるサイトにとどまっている平均時間(平均滞在時間)が CsHSO_4 より短く、プロトンの動きがより速いことがわかった。これは、前年度に測定したゼロ次元水素結合系無機固体酸塩 $\text{Rb}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$ と同様の結果である。

構造とプロトン伝導の関係をより詳しく調べるため、高圧力を用いて構造を変化させプロトン伝導度の測定を行った。無機固体酸塩は温度-圧力状態により様々な結晶形をとることが知られており、高圧力の利用は組成変化と並んで構造を変化させる有効な手段である。高圧発生装置(ダイヤモンドアンビル・セル)を利用したプロトン伝導度測定手法の測定域を300 °C、5 GPa まで拡大した。これにより、ラマン散乱測定を用いて常圧では211 °Cで融解する CsHSO_4 超プロトン伝導相が3 GPa

では300 °C以上の高温でも安定に存在することを見出した。 CsHSO_4 の圧力による伝導度変化を調べたところ、2 GPa 付近で高温高压相(HPHT2相)に転移するまでは明確な変化は見られなかった。室温相について粉末X解析により構造変化を調べたところ、プロトン伝導の経路である一次元水素結合鎖内の硫酸イオン同士が圧力上昇とともに方向を変えつつ接近することがわかった。以上の結果は、2 GPa 以下では加圧でイオン同士が接近するものの、プロトン伝導の律速である回転運動へ与える影響がまだ小さいことを示している。一方、2 GPa 付近で HPHT2相へ転移すると伝導度は圧力とともに減少し、水素結合ネットワークに大きな変化が生じたことを示唆した。

この他、四硫酸三水素五セシウム $\text{Cs}_5\text{H}_3(\text{SO}_4)_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 室温相の含水物と無水物の構造解析を行い、結晶水の存在が硫酸イオン間の距離を保つ役割をしており、プロトン伝導性に影響を与えていることを明らかにした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 プロトン拡散、固体 NMR、ナノダイナミクス、高圧(構造)制御技術、精密 X 線構造解析

【テーマ題目10】 化学物質の構造変化と爆発性予測のための基盤研究

【研究代表者】 本田 一匡

(ナノ移動解析研究グループ)

【研究担当者】 本田 一匡、山脇 浩、藤久 裕司、
坂下 真実(常勤職員4名)

【研究内容】

高温高压下での粉末 X 線構造解析を高度化するため、ソフトウエア群の整備を進めるとともに、構造未知試料の構造解析を行った。自動車用エアバッグのガス発生剤として使われる無水5-アミノテトラゾールの構造を解析するとともに10 GPa までの圧力変化を調べた。格子定数の圧力依存性は、分子平面が積層した方向の圧縮率が高く、水素結合を形成する方向の圧縮率が低いという顕著な異方性を示した。昇温過程においても粉末結晶構造解析を行い、分子積層方向の膨張率が大きく、水素結合方向の膨張率が小さいという結果を得た。これらの結果は、分子の積層方向とその他の方向では分子間相互作用の大きさと内訳が異なっていることを示唆している。分子動力学計算による昇温過程のシミュレーションを行い、既存の分子間力パラメータでは実験を再現できないが、静電力部分のパラメータを改善すれば実験に近い結果が得られることを明らかにした。

火薬類の一種である HMX は常温常圧でイス型の分子構造を持った β 相が最も安定である。これに衝撃を加えると、ボート型の分子構造を持った δ 相へ相転移してから爆発すると報告されている。一方、静的な高圧下では β 相は12 GPa で δ 相とは異なる ϵ 相に転移すると報告

されている。我々は大学と共同で β 相の FT-IR 測定と粉末 X 線構造解析を行い、分子構造、結晶構造の圧力変化を調べた。FT-IR では50 GPa まで分子構造の転移を示すスペクトルの大きな変化は見られなかった。粉末構造解析では20 GPa まで結晶構造は β 相のままであることが分かり、 ϵ 相の存在は否定された。圧力により分子間距離は連続的に減少した。

硝酸アンモニウムは窒素肥料として用いられているが、大規模な爆発事故も発生している高エネルギー物質でもある。我々は大学と共同で硝酸アンモニウムの FT-IR 測定と粉末 X 線構造解析を行い、相転移の有無、格子定数と分子間距離の圧力変化を調べた。FT-IR では50 GPa まで相転移を示すスペクトルの大きな変化は見られなかった。粉末構造解析では11 GPa まで結晶格子の NO_3 平面分子が弱くスタックしている b 軸が、a 軸や c 軸よりもよく縮むことが分かった。

構築した高圧粉末構造解析手法の有効性を検証するため、大学及び公的研究機関と共同で基礎物理の分野で重要視されている元素超高压相の構造解析に挑戦した。その結果、酸素 ϵ 相、リン IV 相、水銀 γ 相の構造を新たに解くことに成功した。酸素 ϵ 相解析の成功は Nature 誌で紹介された。

【分野名】標準・計測

【キーワード】精密 X 線構造解析、赤外分光計測、高圧（構造）制御技術、高エネルギー物質、相転移

【テーマ題目11】構造体神経網の開発に関する研究

【研究代表者】高坪 純治

（構造体診断技術研究グループ）

【研究担当者】高坪 純治、宮内 秀和、卜部 啓、岡部 秀彦、津田 浩、永井 英幹、遠山 暢之、李 政律

（常勤職員8名、他2名）

【研究内容】

現状の超音波探傷法の問題点は、(1)狭あい部、表面凹凸部、湾曲部、などの複雑形状部の検査が難しい、(2)検査に時間を要する、(3)測定者の技量によって検査結果がばらつく、等の欠点を有している。本研究ではこれらの問題を解決するために、レーザーを利用した超音波可視化探傷法を提案する。本手法は、固体内部に存在する欠陥からの散乱波が表面を伝播するときの映像を計測・解析して欠陥の位置や寸法を検出しようというもので、パルスレーザービームを被検体表面に向けて照射・走査しながら熱励起超音波を発生させ、固定点に取り付けた圧電センサーで伝播波形を検出し、測定された各点の超音波信号波形を再構成することによって動画映像を取得する。本手法の特長は、受信側のレーザーではなく発振側のレーザーを走査させているので、レーザービームの焦点距離や入射角を調整することなくレーザービーム

を自由に振れる点にある。このため、受信プローブを走査する従来の可視化法では不可能であった三次元複雑形状物体を伝わる超音波の映像化が可能になる。

本年度は、パルスレーザー光を被検体上で高速走査して熱励起超音波を発生させ、その伝播信号を固定点に取り付けた受信センサーで検出することにより超音波伝播映像を短時間で取得できる計測技術を開発した。本手法は、非接触走査なのでどのような複雑形状物体にも適用でき、また、レーザービームの焦点距離や入射角度の調整が不要なので作業性が非常に良く、現場での実構造物の超音波伝播の可視化を可能にするものである。本可視化技術を用いて、航空機翼のハットストリング試験体のはく離検出や、厚板鋼の底面スリットき裂の検出を試みたところ、測定映像に欠陥による超音波伝播の変化がはっきりと現れ、欠陥の非破壊検査に十分適用可能であることが確認された。また、光ファイバーを被検体表面に貼り付け、ファイバー自身を弾性波の伝播媒体とした超音波受信方法を開発した。本手法とレーザーを組み合わせた超音波映像化法を検討し、欠陥検出のための有効な手法であることを確認した。

超音波が伝わる様子を映像として目で観察しながら探傷できれば、欠陥の見逃しや誤認を防止できるだけではなく、一次元の信号エコーからは得られない多くの画像情報を得ることができるので、欠陥検査の大幅な信頼性向上が期待される。

【分野名】標準・計測

【キーワード】非破壊検査、構造体ヘルスマニタリング、超音波、欠陥、き裂、レーザー、可視化

【テーマ題目12】機能性無機酸化物デバイスの設計指針構築及びナノ・マイクロ粒子の複合材料中での分散性評価手法の開発

【研究代表者】兼松 渉（不均質性解析研究グループ）

【研究担当者】兼松 渉、山内 幸彦、上巻 義則、森川 久、柘植 明、阪口 修司、宮島 達也、西田 雅一、深谷 治彦、丸山 豊、鳥山 和美、佐野 直樹、川原 みゆき、菅井 美登里、村上一乃、庄司裕子、山田 敬子、安田 資子
（常勤職員10名、他8名）

【研究内容】

酸化還元機能、センシング機能、誘電特性など無機酸化物の優れた機能が注目を集めているが、その実用化を図るためには、材料固有の機能をデバイスレベルで確実に発現させなければならない。このためには、材料の機能を向上させるだけでは不十分で、温度、電場などの外部環境とデバイス性能との関係を基にデバイス設計技術を確立する必要がある。しかしながら、種々の外部環境の下で性能を発揮させるメカニズムを完全に解明するには基礎的かつ長期間の研究を必要とすることから、研究

の遅れによって市場化の機会を失うことが危惧される。そのため本研究では、デバイス開発を加速することを目的に、分光学的手法と計算科学的手法を駆使して、デバイス性能を支配する要因と強い相関を有する指標を抽出し、その指標に関連した計測及び解析手法に関する知識を体系化したデバイス設計支援ツールを開発することを目標とする。これらの目標を達成するため、実験的手法としては温度、電流及び雰囲気中の酸素分圧を変化させてラマン分光測定を行う技術を開発する。また、計算科学的手法としては、材料表面における NO_x や O₂ 分子の吸着・解離・再結合・脱離・移動反応等を量子化学計算により解析し、NiO/YSZ 表面における反応機構を明らかにする。平成18年度においては、昨年度整備したラマン分光測定セルを用い、加熱・反応ガス導入条件下での計測を行った。得られたラマンスペクトルのスペクトル分解を行い、NiO と YSZ との組成比の数値化を行った。その結果、NO_x 還元活性点となる Ni (NiO の還元により生成される) の分布が、膜形成プロセスで生じる表面の凹凸や電極からの距離に依存して不均一となることを明らかにした。これによりラマン分光により NiO の還元の度合いをマッピングすることによって、機能発現の最適化に資する NO_x 還元の指標を抽出できる可能性を示すことができた。

上記の結果は、材料機能はバルクな領域で一様に発現するわけではなく、場所的な不均質性を有することから、発現機構を明らかにするには、位置情報を伴う解析（マッピング）が不可欠であることを示している。しかも、その不均質性は測定スケールに依存することから、これを数値化するには多階層スケールで測定が必要になる。これらのことから、材料の不均質性を考慮した材料設計支援の新しい方法論「材料機能インフォマティクス」の概念を着想するに至った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】無機酸化物、ナノ細孔材料、分光学的手法、マッピング、計算科学的手法、量子化学計算、触媒

【テーマ題目13】放射光の偏光特性を利用した新規物性計測技術開発：温度制御真空紫外 CD 測定システムの確立と高度化

【研究代表者】小池 正記
(光・量子イメージング技術研究グループ)

【研究担当者】小池 正記、渡辺 一寿、田中 真人
他(常勤職員11名、他2名)

【研究内容】

本研究の目標は真空紫外領域における溶液試料の自然円二色性(CD)測定システムを構築し、特に糖鎖水溶液の円二色性測定からその高次構造に関する微視的な領域での情報を得ることである。糖鎖や、糖鎖とタンパク質

が結合した糖タンパク質はポストゲノム研究の中心的役割を果たす物質であると認識され、内外の研究機関において盛んに研究されている物質である。糖鎖はタンパク質と結合した糖タンパク質として、様々な役割を生体内で果たす。しかし結晶化が困難であるために、タンパク質のようにX線構造解析などによってその構造を知ることが不可能である。そのためあらゆる試料形態においてその構造情報を得ることができる CD は有力なツールと期待できる。糖鎖は波長180 nm より短波長の真空紫外領域に主な光吸収と CD を持つ。現在、偏光アンジュレータを光源とした真空紫外領域における CD 測定設備が産総研の電子蓄積リング TERAS BL-5 に整えられつつある。この装置は世界唯一の施設であり、産総研の誇る最先端測定設備の一つである。しかし現状の CD 測定は、いまだ固体試料のみに留まっており、溶液試料ではまだ行われていない。本提案課題はそれに応えるべく水溶液試料の CD 測定設備を整えて、様々な糖鎖試料の CD 測定を行う。糖鎖の構造はタンパク質や DNA のように厳密ではないが、様々な疾患に伴い、その構造が変化することが知られている。本研究により、その糖鎖構造変化に関する情報を得ることで疾患のメカニズムなどを分子レベルで明らかにでき、その治療法の確立に大きな知見を与えると期待できる。

平成18年度は、温度制御(10~80 °C程度)可能な水溶液試料測定セル開発とその周囲の測定システム整備並びに新規偏光度測定方法の確立による CD スペクトルの高精度化を行った。光学系の改良等により約5 mdeg の感度が得られた。また上記の方法により校正したアミノ酸薄膜の CD スペクトルと Gaussian プログラムによる分子軌道計算結果の対応付けを行い、構造既知試料において CD スペクトルの理論予測が十分に可能であることを示した。アミノ酸薄膜を対象にした分子軌道計算法と実測した波長120 nm までの CD スペクトルの対応を行い、構造既知試料において実験と理論がよく対応することを明らかにした。加えて偏光特性評価装置を用いた新規の VUVCD スペクトル校正方法を開発し、精度の高い CD スペクトルが得られるようになった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】円二色性測定、真空紫外領域、放射光、偏光可アンジュレータ放射、電子蓄積リング、糖鎖、糖タンパク質

【テーマ題目14】電子ビームの大電流化及びマルチバンチ化を目的としたフォトカソード開発

【研究代表者】小池 正記
(光・量子イメージング技術研究グループ)

【研究担当者】小池 正記、黒田 隆之助他
(常勤職員11名、他2名)

【研究内容】

当グループでは、これまで BNL-SHI タイプの1.6セルレーザーフォトカソード RF 電子銃と S バンド小型リニアック (3 m)、及び TW-Ti:Sa レーザーシステムを用いたレーザーコンプトン散乱硬 X 線源 (10 keV~40 keV) により、屈折コントラストイメージング等による生体試料、及び産業試料のイメージング技術の開発を行ってきた。しかし、大型の放射光施設や X 線管球と同等、またはそれ以上の短時間イメージングを行うためには、2桁以上の X 線収量の増強が必要である。これまでに開発した RF 電子銃は、フォトカソードに従来型の銅カソードを用いているため、シングルバンチで尚且つ 1 nC/bunch 程度の電子ビーム生成しか行えない。しかし、X 線の収量増強のためには、高量子効率小型電子源を用いた大強度なマルチバンチ電子ビームの生成技術が必要不可欠である。銅カソードでは量子効率はたかだか 0.005 %~0.01 % 程度と低いため、オフラインで高量子効率 (0.1 %~1 %) のカソードをテストし、最適な材料、寿命、環境条件を模索するテストベンチが必要不可欠である。実際には、銅ベースのカソードピースにマグネシウムやセシウムテルライド (Cs-Te) 等の高量子効率材料を蒸着し、UV レーザーを照射、500 V 程度の引出し電圧をかけ、ピコアンメータで量子効率を測定する装置である。単なるテストベンチではなく、本体のビームラインにカソードピースを取り付けられる機構を設け実用化を目指す。本研究の主目的は高輝度レーザーコンプトン散乱 X 線源を実現するため、大強度マルチバンチ電子ビーム生成技術を開発することである。さらには、レーザーコンプトン散乱 X 線によるイメージング技術開発に関する研究に発展させていく。

平成18年度は、S バンド小型リニアック LCS-X 線発生装置において、電子銃フォトカソードのコンパクトロードロックシステムを製作し、蒸着装置の立ち上げまで行った。真空中で蒸着したカソードを真空中に封じたまま装着できる機構となっている。今後は、モリブデンカソードプラグへ Cs-Te の蒸着を行ったものについて実際にテストし 0.1 % 以上の量子効率を目指した開発をおこなっていく。また、カソードの使用前からテスト終了まで適宜、光電子分光顕微鏡で表面の状態を観察し、最適な材料、寿命、環境条件を模索する。これまで、量子効率の使用における急激な変化 (低下) については実験的な検証が行われておらず、推測に基づく議論がなされていただけである。この問題の解決のため、真空紫外域の自由電子レーザー等を光源とする分析システムの構築も行い、予備実験でカソード表面の動的な評価を行える配置とした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 オンサイト量子放射源、小型 S バンドリニアック、レーザーコンプトン散乱、単色硬 X 線、フォトカソード、電子銃

【テーマ題目15】 弾性反跳粒子検出法による金属材料中の水素の高精度分析

【研究代表者】 木野村 淳

(極微欠陥評価研究グループ)

【研究担当者】 木野村 淳、鈴木 良一、大平 俊行、大島 永康、福山 誠司、横川 清志、安 白 (常勤職員7名)

【研究内容】

高エネルギー (2 MeV) の He または H イオンビームを用いて、透過型の弾性反跳粒子検出 (ERDA) 法を単結晶金属材料に対して適用し、水素の検出感度・測定精度の評価を行うと同時に、イオンビームを結晶軸方向から入射して、水素原子の格子位置同定が可能なことを示す。本研究は、水素エネルギーを利用する機器に向けた材料開発を念頭に置きながら、水素と金属結晶格子に関わる基礎物性解明のための計測手法の開発を目的としている。透過型の弾性反跳粒子検出法の手法自体は、まだ広く用いられるに至っておらず、さらにチャネリング法 (ビームを結晶軸方向に入射する方法) を併用して、水素の格子位置を同定した報告の例はない。このため、本測定法の有効性を確認することはイオンビーム分析法の展開を図る上で非常に重要である。実際の研究内容としては、透過型 ERDA 分析を行うことができるよう既存のイオンマイクロビームラインを改造し、それを用いて、3種類の異なる手法の透過型 ERDA 分析を試みて、それぞれの手法の可能性と限界を調べた。試料には、マイラーとポリイミドの高分子膜と、厚さ約 0.4 μm の (100) 面単結晶 Ni 膜を用いた。Ni 中への水素チャージは 200 $^{\circ}\text{C}$ 30 MPa で 22 時間行った。第1の手法は、He を入射して、反跳 H と散乱 He を二つの半導体検出器で同時に検出する He-H 同時計数 ERDA である。この場合、計算により決定される特定の角度に He 用と H 用の検出器を配置した。第2の手法は、H を入射して、反跳 H と散乱 H を二つの半導体検出器で同時に検出する H-H 同時計数 ERDA である。この場合には、二つの半導体検出器を $\pm 45^{\circ}$ の位置に配置すると、同じエネルギーで反跳 H と散乱 H が検出される。第3の方法では同時計数を行わず、He を入射して、散乱 H を試料の後方 (0度の位置) に置いた半導体検出器で検出する。これは、広く用いられている反射型 ERDA の試料と検出器の配置だけを変えた形である。透過 He の検出器への入射を防ぐため、H は透過し、He が通過できない厚さの金属膜 (ストッパー膜) を検出器の前に置いた。チャネリングに関しては、フィルム状の単結晶 Ni に対してもビームを結晶軸に合わせる事が可能であることが実験で示された。ただし、散乱収率の変化がバルクの場合より小さく、膜質や膜の平坦度の影響と考えられ、試料の最適化が望まれる。実験結果から3つの手法の水素の検出限界の概算値を求めたところ、第1と第2の方法では 4 at.%、第3の方法では 0.4 at.% という値が得られた。 μm

オーダーのさらに厚い試料の場合には、透過力の大きい第2の方法（H-H同時計数ERDA）が適しており、水素の感度を重視する場合には、第3の方法（ストッパー膜使用透過型ERDA）が適していることが分かった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】イオンビーム分析、チャネリング、水素分析、水素脆化

【テーマ題目16】超小型電子加速器の開発

【研究代表者】鈴木 良一

（極微欠陥評価研究グループ）

【研究担当者】鈴木 良一、大平 俊行、木野村 淳、大島 永康（常勤職員4名）

【研究内容】

X線による非破壊検査は、検査対象物の内部を画像として得ることができ、検査結果がわかりやすいという特徴を有している。X線を用いた工場や発電所プラントの非破壊検査では、金属製の比較的肉厚が厚い構造物を検査しなければならず、エネルギーが高く、容易に持ち運び可能なX線源が望まれている。300 keV程度までは、高圧電源の昇圧により発生した電子ビームをターゲットに入射して発生するポータブルなX線源が実現可能であるが、300 keV以上では絶縁体が大きく実用敵ではなくなるため、小型化するためには高周波加速を用いる必要がある。加速器のコンポーネントをできるだけ小型にするため、Xバンド（9.4 GHz/11.4 GHz）のマイクロ波を用いた超小型電子加速器の設計を行い、この加速器に必要なコンポーネントの開発を行った。

電子ビーム加速用のマイクロ波源としては、マグネトロン管を用いたものと、クライストロン管を用いたものがあり、マグネトロン管は小型・軽量だが複数の管を同期できない、クライストロン管はマグネトロン管ほど軽量ではないが、複数の管を同期させてエネルギーをあげることができるというように、それぞれ特徴がある。そこで、マグネトロン管とクライストロン管双方について試験を行うため、これらのドライブ回路（パルス電源及びクライストロン管用高周波増幅器）を製作した。このドライブ回路でマグネトロン管の出力試験を行ったところ、重量が2 kg程度のもので20 kW以上のマイクロ波の出力が可能であることを確認した。また、このマイクロ波管用の加速管の設計と試作を行い、低電力マイクロ波を用いた試験にて、2空洞の加速キャビティの共振周波数をマグネトロン管の発振周波数に合わせることができると確認した。しかし、300 keV以上のエネルギーの電子ビームを得るには、加速管の空洞の数を増やすかマイクロ波のピークパワーを上げる必要があることがわかった。クライストロン管については、50 kW以上のマイクロ波の出力が可能で管のドライブ回路を整備した。このクライストロン管を複数同期させれば、1 MeV以上の電子ビームの加速も可能であると考えられる。次

年度にこれを用いてクライストロン管のマイクロ波の出力試験及び電子ビーム加速試験を行う予定である。また、超小型加速器のための電子銃は、小型化するために加速エネルギーや電子銃の形状を検討する必要があり、電子軌道シミュレーションを行いながら電子銃の形状の最適化を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】非破壊検査、X線発生、電子加速器

【テーマ題目17】-CNTの分散化と分級-

【研究代表者】太田 一徳

（ナノ標識計測技術研究グループ）

【研究担当者】太田 一徳、小野 泰蔵、早川 由夫（常勤職員3名）

【研究内容】

CNTは、長さ、径、層の多重度、ヘリカル構造の有無など構造にバラエティがあり、それらをコントロールして一定の構造のもののみを合成することは困難である。また、合成に使用した金属触媒、無定形炭素などの不純物の存在は、さらに問題を複雑にし、CNTの物性や毒性を研究する上での障害となっている。我々は、こうしたことを背景として、CNTの精製がCNTのナノサイエンスとしての確立に極めて重要であるとの認識を持ち、そのサイズ（長さと径）による分級方法について新規な方法論を提供することを目指した。分級方法は、固体のままで行う方法も考えられるが、我々は、CNTが強い凝集傾向を有するためバンドル構造を取ることで、固体状態での分級ではこのバンドル構造が大きな障害になると考え、CNTの溶媒への分散化が分級方法の開拓に関して必須であると考えた。従って、まずCNTの分散化の検討を行った。具体的には、日本エマルジョンとの共同研究で界面活性剤によるCNTの分散化に関してスクリーニングを行った。検討した界面活性剤は、エーテル型（82種）、エステル型（47種）、エーテル・エステル型（90種）、ポリエチレングリセリツエーテル脂肪酸エーテル型（53種）、ポリオキシエチレン硬化ヒマシ油脂肪酸エステル（31種）、ポリオキシエチレントリメチロールプロパン脂肪酸エステル（15種）、アミノ酸誘導体（13種）、ポリグリセリン脂肪酸エステル（17種）、シリコン系界面活性剤（3種）、化粧品用の界面活性剤（17種）、工業用の界面活性剤（2種）の370種である。これらの界面活性剤の1%（w/v）濃度水溶液を調整し、1 mgの単層のCNT（SWCNT）に対して調整した界面活性剤水溶液10 mLを加え、室温で1時間バス型超音波洗浄器で超音波照射を行った。得られたSWCNT分散液を5日間室温放置し、上澄み部分の色を目視で比較した。その結果、文献的に知られている分散性の高い1%コール酸ナトリウムより遥かに分散性の良い界面活性剤が一種見つかった。このものの構造を元に構造一分散性相関を研究し、さらに優れた界面活性剤を数種見出した。今後

は、これらの界面活性剤で分散した SWCNT の水溶液の分散性を超遠心法と濁度法、光散乱法、ラマン分光、赤外分光などの分光測定法や SEM、TEM などの顕微鏡法と組み合わせて計測し定量的に把握する予定である。また、バンドル構造がほどけて完全に溶解していることが確認されたら、さまざまなクロマトグラフィー手法を駆使してサイズ分布を測定する方法を確立するとともに分級を行い、SWCNT の単分散標品の作成を目指す。

【分野名】標準・計測

【キーワード】CNT、界面活性剤、分散化、可溶化、単分散、分級、標準品、クロマトグラフィー、分析

⑫【ユビキタスエネルギー研究部門】

(Research Institute for Ubiquitous Energy Devices)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究ユニット長：小林 哲彦

副研究部門長：谷本 一美

上席・主幹研究員：香山 正憲、宮崎 義憲

所在地：関西センター

人員：45名(43名)

経費：881,907千円(226,722千円)

概要：

情報技術の急速な発展やこれに伴うユビキタス情報社会の到来、また少子高齢化に伴う個人生活の多様化が進む中、パーソナル、ウェアラブル、モバイル、マイクロ等で形容される多様な新しいエネルギー供給形態、新電源技術(ユビキタスエネルギー技術)の開発が不可欠になってきている。また発展途上国等においては、エネルギーの供給が情報伝達を律速している場合も多い。情報通信機器のみならず、ロボットや輸送機器用のエネルギー源、医療福祉用途や生体内電源などにおいても、ユビキタスエネルギー技術の用途や需要の拡大が予想される。ユビキタスエネルギー技術は、利便性の観点から高エネルギー密度化、高出力化が進められているが、わが国の情報通信分野でのエネルギー需要拡大が予想される中、「Sustainable Development」や「安全・安心な暮らし」という観点からも、高効率、安全性、環境適合性を満足する新技術開発が不可欠である。

さらに太陽電池や Ni-MH 電池、Li イオン二次電池等は、コストや寿命などの技術的ハードルが低い情報機器用電源(ユビキタス用途)として発展して技術が確立された結果、今や新・省エネルギー技術として重要な、家庭用及び自動車の分散電源としての地位を築こうとしている事実も見逃せない。「浪費による豊かな時代」から「Sustainable Development」へ

とパラダイムシフトが進行する時期であるからこそ、ユビキタスエネルギー技術が生活密着型の新エネルギー技術として、従来概念にとられない大きな変貌(イノベーション)を遂げる可能性を秘めている。

現状のユビキタスエネルギー技術の中核の一部をなす固体高分子形燃料電池や二次電池については、日本及び米国が世界の中でトップランナーである。しかしながら、世界的にもこれらの小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発競争は、極めて激化してきている。この中で新しい技術の展開を行うには、新材料開発がボトルネックとなっている場合が多い。国際競争力の確保の点からも、産業界からはハイリスクで長期的な取り組みの必要な新材料開発を、大学や国立研で行うべきとする要望が強い。また、実用化に向けての共通技術として劣化要因解明や評価技術、標準化に関する技術などの産業基盤技術の提供と言う点でも、国立研への期待は大きい。

地域性の観点からは、ユビキタスエネルギー技術に関連する家電産業や電池産業が関西経済圏内に集積されている点や、また論文引用総数20傑にランクされる京大、阪大、神戸大のほか、大阪府大、同志社大、立命大、関西大等のレベルの高いアカデミアにおける当該分野の集積を重要視すべきである。産総研におけるユビキタスエネルギー技術の産学官連携の戦略拠点(NOE、Network of Excellenceの要)として、関西センターの位置づけは極めて重要と判断される。産総研関西センターの技術戦略の一つである「くらし情報産業」の創出においても、くらし情報機器の新しいパワー供給技術としてその一翼を担うと言う役割は大きい。

上述のような社会情勢に鑑み、また産総研のミッションである「持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、産業政策の地域展開への貢献、産業技術政策の立案等に貢献」などを達成することを目標に、ユビキタスエネルギー研究部門は2004年4月1日に設立された。究極の目標は、人類が平等かつ持続的にエネルギーを共有するために必要な、多様な小型・移動型のエネルギー変換技術及びエネルギー貯蔵技術を開発することである。

当面は、高度に発展する情報技術や個人生活の多様化に伴う新しいユビキタスエネルギー需要等に資するため、高効率、高密度と安全性、環境適合性を満たす燃料電池、二次電池を始めとする小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発を、材料基礎研究からシステム化研究まで有機的に取り組む(本格研究体制)。以って、分野ミッションである「ライフスタイルに応じ、安心して生活できる快適環境を維持しつつ、持続的なエネルギーの利用が可能な社会の実現」に貢献する。

外部資金：

経済産業省

試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）

「粗悪燃料を用いる船用及び固定発生源からの大気汚染物質除去」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）

「ナノコーティング技術」

燃料電池自動車等リチウム電池技術開発

高性能リチウム電池要素技術開発

「電池の難燃化・固体化のための新規電解質の研究」

「ベースメタル元素を活用した新規酸化物正極材料開発」

「電池総合特性並びに加速的耐用年数評価技術の開発（解体試験等による電池構成部材からの評価技術確立のアプローチ）」

水素安全利用等基盤技術開発

水素に関する共通基盤技術開発

「メカノケミカル法グラファイト系及びリチウム系水素貯蔵材料の研究」

「超高压合成法による高容量水素吸蔵合金の研究」

国際共同研究

「超高压水素圧を利用した高水素密度貯蔵物質の研究開発」

「多孔質金属錯体系水素貯蔵材料技術の研究開発」

「超高压水素化合物合成技術に基づく高密度水素貯蔵物質設計に関する研究開発」

固体高分子形燃料電池実用化・戦略的技術開発

基礎的・共通的課題に関する技術開発

「固体高分子形燃料電池スタックの劣化・解析基盤研究（スタック劣化メカニズム解明に関しての基礎的支援研究）」

固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

次世代技術開発

「ガス拡散電極用高性能触媒担体の研究開発」

「電子伝導性酸化物材料を用いた高耐久性触媒担体の研究開発」

「アンモニアボラン利用燃料電池の開発」

新利用形態燃料電池標準化等技術開発

「新利用形態燃料電池の基盤研究開発（性能及び安全性試験）」

平成18年度知的基盤創成・利用促進研究開発事業

「電池・燃料電池設計のためのイオン拡散挙動評価手法の確立に関する研究開発」

産業技術研究助成事業

「バイオマス由来燃料を用いた小型燃料電池の研究開発」

その他（NEDO 経由）

「合金系水素貯蔵材料の耐久性研究」

文部科学省

科学研究費補助金（特定）

「配位空間場制御材料の創製とそのエネルギーデバイスへの応用展開」

「パノスコピック形態制御された希土類系酸化物固体電解質の創製と応用」

「イオン液体の電解質機能設計」

「第一原理計算による高密度格子欠陥構造の電子論的解明と材料設計」

科学研究費補助金（基盤 B）

「ペロブスカイト型混合伝導性材料の in situ 精密構造解析」

「金属と小分子との反応に関する研究：金属単原子からクラスターへ」

「金属/酸化物ナノヘテロ界面の雰囲気依存構造変化のメカニズムに関する研究」

特別研究員奨励費

「新しい水素貯蔵材料の研究」

「新しい多孔質金属錯体の水素貯蔵材料としての研究」

「エネルギーデバイス用固体電解質材料の構造・導電メカニズムに関する研究」

「新規水素貯蔵材料の研究」

発 表：誌上発表109件、口頭発表294件、その他26件

ナノ材料科学研究グループ

（Materials Science Research Group）

研究グループ長：香山 正憲

（関西センター）

概 要：

ユビキタスエネルギーデバイス開発の鍵を握るのは、ナノ界面機能材料（触媒、燃料電池電極、コーティング、電池材料、水素吸蔵材料等々）など優れた機能材料の開発であり、特に金属/無機ナノヘテロ界面は優れた機能が期待される。電子顕微鏡観察と理論計算との連携は、こうした材料機能の基礎的解明や設計技術に威力を発揮し、また、こうした基礎解析を積極的に新規材料開発に生かす取り組みも重要である。当グループは、第一に、電子顕微鏡観察や第一原理計算など、ナノ・ミクロの解析技術を用いて、金属/無機ナノヘテロ界面系をはじめとするナノ界面機能材料の原子・電子構造や機能のメカニズムの解明を行い、ナノ材料科学のフロンティアを切り拓く。第二に、ユビキタスエネルギーデバイスの新機能材料開発や蓄電池、PEFC の機能や劣化メカニズムの解明など、材料開発・デバイス開発に基礎解析からの具体的貢献を行う。

第三に、ナノ・マイクロ解析技術とコンビケム技術の連携・融合により、基礎解析を材料開発に積極的に活かして効率的に新材料を開発する新しい方法論—マテリオミクス—の基盤技術の確立を図る。以上により、当ユニットの本格研究の一翼を担い、ユニットのコア技術の醸成を図る。

新エネルギー媒体研究グループ

(New Energy Carrier Research Group)

研究グループ長：栗山 信宏

(関西センター)

概要：

高いエネルギー密度を有し、同時に高い安全性を確保する次世代電源デバイスの提案し、燃料電池のユビキタス電源としての利用範囲を拡大するため、水素製造マイクロリアクタや新規水素吸蔵材料による持ち運び可能な水素供給技術「ポータブル水素」の開発に取り組む。そのために、従来系貯蔵材料の機能向上に加えて、新規材料としての水素錯体系材料や新コンセプトの軽元素主体材料の探索、その利用システムの設計・提案、並びに、低温作動化とコンパクト化に資する改質器用触媒を提案する。また、燃料電池自体の低コスト化のために貴金属触媒の使用量を低減した新規電極材料の開発や、燃料電池システムに必要な電力貯蔵素子のひとつであるキャパシタへのナノ構造材料の適用を行う。さらに、内燃機関で最も高い効率を有するディーゼルエンジンからの環境負荷物質の排出量を抑えるために、硫黄含有燃料を用いた場合でも十分な耐久性を有する窒素酸化物除去触媒の開発に取り組む。

次世代燃料電池研究グループ

(Advanced Fuel Cell Research Group)

研究グループ長：安田 和明

(関西センター)

概要：

次世代燃料電池新技術の基礎技術研究を進めるとともに新たなコンセプトの萌芽的研究テーマに取り組んでいる。PEFC はより高いセル電圧で効率よく発電することが望まれるが、電極触媒担体であるカーボンには電位が高いほど酸化腐食が進行し易く、デバイスの材料に対しての要求特性が背反している。そこで、Pt 微粒子を担持した Pt/Ti₄O₇触媒を開発し、これが 1.5 V のような高電位においても、サイクリックボルタモグラムや電気化学的活性表面積に大きな変化は見られず安定した挙動を示すことを発表した。また、有機錯体系で一酸化炭素 (CO) 酸化活性の高い電極触媒を開発し、これを使って固体高分子形のダイレクト CO 燃料電池を開発した。この他にアスコルビン酸等バイオマス由来の燃料を使ったダイレクト燃料電池の特性や、エネルギー密度の高い水素化物燃料の酸化特

性に関する研究結果を報告した。また、PEFC の劣化メカニズムに関する基礎的な研究を行っており、腐食反応で生じる二酸化炭素を検出することにより触媒担体時カーボンの電気化学的な腐食挙動を明らかにした。

燃料電池機能解析研究グループ

(Fuel Cell Durability Analysis Research Group)

研究グループ長：谷本 一美

(関西センター)

概要：

ユビキタス社会での電源デバイスとして期待される固体高分子形燃料電池 (Polymer Electrolyte Fuel Cell : PEFC) について実用面から耐久性確保は重要な課題であり、自動車用で 5,000 時間、家庭用では 40,000 時間の稼働時間の目標が与えられており、特に早期実用化が期待されている家庭用コージェネレーション用燃料電池では耐久性が重要な課題と産業界でも認識されている。そこで、本研究グループでは PEFC の性能劣化メカニズムを解明するとともに、寿命評価の技術方針としての加速劣化手法確立を検討する。これらによって、長寿命化の方策への道筋が得られると期待される。実際には、発電での性能劣化メカニズム解明のために発電過程にある PEFC に対しての *in-situ* (その場) での材料特性を調べるために分光学的手法、電気化学的手法、分析化学的手法などの適用性を進める。さらにそれにより得られた劣化メカニズムに対する対策方法とその検証に展開して長寿命化に資する研究を進める。

蓄電デバイス研究グループ

(Advanced Battery Research Group)

研究グループ長：辰巳 国昭

(関西センター)

概要：

携帯型電子機器の利用拡大や電動クリーンエネルギー自動車の利便性・効率向上のためには、更なる高エネルギー密度化を図りつつ、十分な信頼性・安全性を確保した低コストの蓄電池が必須であることから、リチウム系電池を中心とする新規電極・電解質材料の創製に関する研究を行うとともに、共通基盤技術としてリチウム電池の加速的耐用年数評価技術の開発に取り組んでいる。

新規電解質として開発したリチウム電池に適用可能なイオン液体電解質については、セパレータ部分の電解質の固体化・薄膜化手法として、高分子複合化膜の適用により、出力特性と漏液抑制性を兼ね備えた小型実電池を構築できる可能性を見出した。また、当該電解質に適用する電極厚さについても検討し、高い電池特性と高い安全性を両立可能であることが確認された。正極材料については、鉄含有 Li₂MnO₃において、Ti

固溶により、室温以下での充放電特性及び出力特性が著しく向上し、 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ での放電作動と1/10時間率での高容量化を達成した。

電池劣化機構解明においては、正極活物質表面層近傍でリチウム欠乏型の立方晶相が生成すること見出すとともに、X線光電子分光測定によって炭酸リチウム及びアルキル炭酸リチウムから成る被膜の存在量が増えることも明らかとした。

電池システム研究グループ

(Battery System Collaborative Research Group)

研究グループ長：境 哲男

(関西センター)

概要：

本研究グループでは、二次電池や燃料電池など電池システムの飛躍的な高性能化や低コスト化、信頼性の向上を目指して、長年培われた材料技術や電極化技術、システム評価技術などをベースにして、産学官連携研究を行い、次世代電池技術の早期の実用化を推進するとともに、基礎から応用までカバーできる研究開発人材の育成を図った。1)ニッケル水素電池の高容量化・低コスト化技術；次世代のLa-Mg系超格子系水素吸蔵合金負極材料及び高容量水酸化ニッケル正極材料の開発を行い、放射光による精密構造解析なども活用して、実用材料の選定を行った。また、高出力を維持したまま、従来の発泡ニッケル基材に比べてニッケル量を半減できる新不織布基材を開発し、電池での実証試験を行った。2)リチウムイオン電池の高容量化・安全性技術；ナノ材料技術及び薄膜化技術を駆使して、従来の黒鉛系負極に比べて体積当たりで4倍以上の高容量で、かつ、長寿命な新規合金系負極の開発を行った。また、これら合金系負極に適用できる難燃性のイオンゲル電解質膜を開発し、電池セルでの性能実証を行うとともに、これら電解質材料について、イオン拡散挙動とイオン導電性などのデータベース化を図った。ナノファイバー不織布を利用して高温安定性に優れた電池セパレータを開発した。3)燃料電池高性能化・低コスト技術；アモルファスカーボン薄膜で表面被覆することで耐食性と導電性をした薄型SUSセパレータを開発して、従来の厚型カーボンセパレータと同等の性能を実証した。4)高容量水素吸蔵合金の開発；10万気圧の超高压水素合成技術を利用して、世界初のマグネシウム系水素化合物 Mg_7MH ($\text{M}=\text{Ti}, \text{V}$ など)の合成に成功して、放射光で精密構造を決定するとともに、 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 付近で約4質量%の可逆水素量を確認した。5)SOFC用固体酸化電解質の開発；次世代の希土類アパタイト型固体電解質材料を開発し、放射光を利用して構造解析を行い、イオン導電機構について解明した。

マイクロ燃料電池連携研究体

(Collaborative Research Team of Micro Fuel Cell)

連携研究体長：宮崎 義憲

(関西センター)

概要：

携帯用燃料電池（マイクロ燃料電池）の本格的普及のために必要な標準化、規制緩和に要求される安全性評価技術、燃料電池の性能試験等について、必要な実験を行い、基礎データの取得及び試験方法の立案を行い、関係機関と連携を取りながらその成果をマイクロ燃料電池に関する安全性、性能試験方法等の標準化に反映させるとともに、国連、ICAO等での規制緩和に資することを目的とする。

標準化については、燃料電池の国際標準化(IEC TC105)の関係する国内委員会での審議と、また、規制緩和については、内外の関係法令を調査・検討する委員会(いずれも社団法人日本電機工業会に設置)と緊密な連携を図り、試験項目を検討、試験方法を提示、得られたデータを提供することにより、標準化、規制緩和に反映させる。この中で、時間的な優先順位を念頭に置きながら、さらには、緊急な検討を要する案件については機動的に取り組むこととしている。平成18年度は、特に、マイクロ燃料電池の安全性、互換性(メタノール燃料の品質規格)に関する国際標準化への対応により所期の目標を達成した。

⑬【セルエンジニアリング研究部門】

(Research Institute for Cell Engineering)

(存続期間：発足日～終了日)

研究ユニット長：湯元 昇

副研究部門長：田口 隆久

副研究部門長：三宅 淳

所在地：関西センター、臨海副都心センター、つくばセンター

人員：55名(53名)

経費：1,038,744千円(402,736千円)

概要：

ポストゲノム時代を迎えて、ライフサイエンスの中心課題は、生きた細胞における生体分子の動きや情報伝達の流れを「知る」こと、生きた細胞を「操る」ことにより望みの機能を発揮させること、得られた細胞機能の情報に基づき、人工的に細胞と同等以上の機能を発揮できるシステムを「つくる」ことに移行してきている。しかし、従来の細胞工学技術、遺伝子操作技術は限界に達しており、他の技術との融合によるブレークスルーが世界的に求められている。そこで、本研究部門では、細胞及び組織工学に軸足を置き、材料・

ナノテク・情報技術との融合により、新しい細胞機能計測・操作技術、細胞・組織利用技術を開発することをミッションとしている。そのため、生命現象の細胞レベルでの機構解明から具体的製品化までの一貫した本格研究を、分野融合的に推進している。

本研究部門では、「高度医療システムの創出」及び「健康管理産業の創出」に貢献できる①組織・細胞の再生・代替技術と②細胞機能計測・操作技術の開発に重点化して研究開発を行っている。平成18年度には、①に関しては、再生骨・軟骨を用いた医療技術の標準化にむけた取り組み、神経回路再生分子評価用の実験動物の開発、人工高分子材料を用いた運動機能等を代替できる新規デバイスの基盤技術開発などを行った。②に関しては、トランスフェクションマイクロアレイを疾病モデルへ適用拡大するための開発、ナノテクを応用した細胞操作技術、嗅覚レセプタ応答解析系の開発、マルチ遺伝子発現解析システムを利用した細胞デバイスの開発、細胞機能の計測や制御、解析が可能な分子システム、細胞機能の制御や解明に必要なタンパク質活用・創製技術の開発などを行った。

外部資金：

文部科学省、新興分野人材育成、「ナノバイオ分野人材養成ユニット」

文部科学省、重要課題解決型研究等の推進、「組織工医学における材料・組織評価法の確立」

文部科学省、科学研究費補助金、「モーター・レール系運動制御の高分解能構造解析」

文部科学省、科学研究費補助金、「PrecursorBDNF によるシナプス退縮のメカニズムとその生理的役割」

文部科学省、科学研究費補助金、「階層構造スケーリングを考慮した、自己組織神経回路網の環境応答解析」

文部科学省、科学研究費補助金、「プロモーター解析のための部位特異的組換えトランスジェニックメダカ の作成」

文部科学省、科学研究費補助金、「Qdot のインターナリゼーションを利用した生体内細胞可視化と癌診断」

文部科学省、科学研究費補助金、「超極細探針による低侵襲細胞免疫技術の開発」

文部科学省、科学研究費補助金、「加齢に伴うマウス肝細胞核の核マトリクス環境の変化に関わる包括的解析」

文部科学省、科学研究費補助金、「収縮環非依存的細胞質分裂機構の解明」

文部科学省、科学研究費補助金、「異種細胞の遺伝子発現同時検出可能な共培養系による生体時計同調機構解析」

文部科学省、科学研究費補助金、「嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムに関する研究」

文部科学省、科学研究費補助金、「優性変異アクチンを用いたアクチンフィラメントの機能解明」

文部科学省、科学研究費補助金、「アーケア由来超耐熱性セルラーゼの機能解析と高機能化」

文部科学省、科学研究費補助金、「プロテオミクスをもちいた神経栄養因子 BDNF の機能未知ドメインの機能解析」

文部科学省、科学研究費補助金、「固体基板上における集積型人工生体膜の作製」

文部科学省、主要5分野事業、「結晶化に関する研究」

文部科学省、主要5分野事業、「ヒト中枢神経系由来神経幹細胞の生物学的特性並びに領域特異性の解明 (A. 脊髄損傷に対する幹細胞治療の開発)、ヒト神経幹細胞二次プロセッシング業務、サブ神経幹細胞バンク業務、及び神経幹細胞品質評価業務 (B. ヒト神経幹細胞バンク事業)」

文部科学省、主要5分野事業、「遺伝子情報解析に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「日本 BAC を用いた革新的染色体異常解析基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「微生物を用いた有機性廃水からの実用・高効率水素生産方法の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発/多色多様生物発光システムを利用した細胞内マルチ標識技術開発、細胞内分子ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、

「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）/ナノテク・先端部材実用化研究開発/ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、
「モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発/細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、
「再生医療評価研究開発事業/再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、
「ナノテク・先端部材実用化研究開発/高配向性 CNTを用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、
「高機能簡易型有害性評価手法の開発/培養細胞を用いた有害性評価手法の開発/発がん性予測試験法の開発/高機能毒性予測試験法基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、
「知的基盤創成・利用促進開発事業/新規抗真菌剤（抗カビ剤）開発のための標的遺伝子知的基盤研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、産業技術研究助成事業費助成金、「超極細探針による低侵襲遺伝子導入技術の開発」

経済産業省、「平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（木質系バイオマス有効利用のための実用的糖化技術の開発）」

経済産業省、「平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（オミックス解析技術による新規代謝動態解析装置の開発）」

経済産業省、「平成18年度中小企業産業技術研究開発（高機能計測機器の開発/プロテインストランドの実用化研究開発）」

民間受託研究、「木質系バイオマスからアルコール生成に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構、「比較ゲノミクスによる標的遺伝子領域の決定と解析」

独立行政法人科学技術振興機構、「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発/植物利用高付加価値植物質製

造基盤技術開発」

発 表：誌上発表119件、口頭発表257件、その他14件

組織・再生工学研究グループ

(Tissue Engineering Research Group)

研究グループ長：大串 始

(関西センター尼崎)

概 要：

当グループでは骨のなかに存在する骨髄間葉系幹細胞の増殖並びに分化研究を行ってきた。特に、この幹細胞を用いて再生培養骨を作製し臨床応用にまで展開した。そこで、今後の、アウトカムとしてこれら再生培養骨の製品化を考慮した臨床研究並びに国際標準化を目指す。具体的には ASTM International (American Society for Testing and Materials) や ISO への提案である。国内での体制としては、再生医療技術における JIS 化提案体制の構築にも寄与する。軟膏再生に関しては、間葉系細胞の3次元培養を行い、間葉系利用の軟骨再生の実用化（臨床応用）を目指す。さらに、これらの両技術を複合化した骨と軟骨の同時の再生による治療技術の確立も目指す。以上は、細胞を用いた生体内での環境制御による生体構築であるが、環境制御を幅広くとらえる海洋研究も行う。

また、間葉系細胞が血管内皮や心筋細胞へ分化することを報告できたので、今後は、3大死因疾患のひとつである心疾患及び血管障害患者に対する新規の治療技術開発確立を目指すとともに、今後は骨髄以外の組織幹細胞の探索も行う。また、以上の技術方法やその技術に対する評価基準等の作成も行う。

研究テーマ：テーマ題目 1 (1)

ニューロニクス研究グループ

(Neuronics Research Group)

研究グループ長：弓場 俊輔

(関西センター池田)

概 要：

神経細胞は高度に分化し、その再生・増殖については発生初期を超えると困難であると考えられている。このような細胞から構成される神経組織において、外傷あるいは疾病によって障害を受けた場合、神経幹細胞の移植技術の開発は進められているが、障害部位において障害を受ける前の神経回路を正確に再建する技術に至っては全く手付かずの状態である。そこで当研究グループでは非障害神経細胞や移植神経細胞が障害部位において正確に機能する神経回路を形成し、失われた脳機能を回復させる未来の再生医療確立を目指し、その基盤技術を開発することをミッションとする。

脳の外の神経デバイスを目指した2次元多点電極上培養法について、培養日数依存的な変化を培養継続的

に評価し、各種薬剤を用いて活動パターンの安定化を図る手法を開発する。また、多点電気刺激装置を調整して、刺激による誘発神経電位活動パターンを制御する手法を開発する。

神経回路の光制御技術の開発については、培養神経細胞内の局所に高強度レーザー光を導入し、神経回路網の光操作や切断を試みる。また、光照射に伴って起こる現象を分子レベルで捉えるため、神経細胞内分子動態の蛍光解析システムを構築する。

また、機能的神経回路再建分子を探索するために、メダカを用いた個体スクリーニングシステムも同時に構築し、創薬をはじめとする、メダカの産業利用の可能性を模索する。

研究テーマ：テーマ題目 1 (2)

人工細胞研究グループ

(Artificial Cell Research Group)

研究グループ長：安積 欣志

(関西センター池田)

概要：

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンディを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同じ様な環境変化にたいする物性の変化をする特性をもち、しかもソフトで軽量の人工材料(刺激応答材料)を開発することは重要である。組織・細胞機能の代替技術のための人工材料の役割としては、回復可能な臓器、組織等の機能回復のためのリハビリテーションの役割をするデバイスの開発等で、また、克服・支援する機器・技術等の開発においては、介護ロボット、手術デバイス等、人体に直接接する機器、デバイスの開発等において刺激応答材料の役割があると考えられる。以上の視点にたち、外部環境の変化に自律的に応答する耐久性のある高分子材料の創製を行うことにより、我々の重点課題である「人工高分子材料をベースにした、組織・細胞の機能を代替できる新規デバイス、及びその材料の開発」を行うことを目標とする。具体的には、これまでの我々の研究実績をふまえ、人工筋肉材料の研究と、それをベースとした医療・福祉機器デバイスの開発を進める。

研究テーマ：テーマ題目 1 (3)

細胞ナノ操作工学研究グループ

(Cell Operation Research Group)

研究グループ長：湯元 昇

(関西センター尼崎)

概要：

幹細胞の増殖・分化の制御は治療用幹細胞デバイスの生産・利用技術の開発のために重要であるが、幹細胞の分離、維持・培養、及び分化制御技術は確立されておらず、コストや安全性等、産業化への問題点は多

い。幹細胞の自己再生能力や分化能力等に関与する細胞内分子ネットワークの解析、さらには、その制御技術の開発に関連する研究を進め、組織再生に関する安全性向上に資することを旨とする。具体的には、単一細胞に対して、遺伝子、タンパク質あるいは化学物質などを、ナノサイズに加工したシリコンあるいはダイヤモンドの探針(ナノ針)に固定化し、細胞内へ強制的に挿入する技術、セルサージェリー技術の開発を進める。本技術の細胞への低侵襲性を明らかにするとともに、DNAを吸着させたナノ針を細胞に挿入し、高効率な遺伝子導入法を開発する。また、センサータンパク質や抗体を固定化したナノ針を用いて、細胞の診断、解析を行う技術を開発する。またさらに、ナノ材料と生体分子の組み合わせによる、機能創出を目的とし、カーボンナノチューブを利用したバイオ分子デバイスを構築する。高度な知的情報処理を行なう神経系の機能再生/代替基盤技術の一環として、嗅覚系で複雑な入力情報から必要な情報が自動的に抽出されるアルゴリズムを明らかにする研究について行う。体臭識別への応用を目指して、嗅覚レセプタの匂い分子識別機構及び匂い情報形成アルゴリズムの解明をさらに進めるとともに、培養細胞での嗅覚レセプタの機能発現系を用いたセンサ化の方法を検討する。

研究テーマ：テーマ題目 2 (1)

セルダイナミクス研究グループ

(Cell Dynamics Research Group)

研究グループ長：近江谷 克裕

(関西センター池田)

概要：

高度医療システムの創出及び健康管理産業の創出に貢献するため、バイオ分野と他分野の融合的な研究により、生きた細胞における生体分子の動きや情報伝達の流れの情報を「知る」、そしてその情報を基に生きた細胞に自由に「操る」セルエンジニアリングを目指し、「光」をキーワードとした新しい細胞機能計測・操作技術の構築を目的とする。例えば、発光・蛍光タンパク質を利用した複数遺伝子発現リアルタイム同時解析デバイス等に研究成果を結実させることを目的とする。特に、世界に先駆けて構築した細胞機能解析発光プローブの実用化をさらに進め、体内時計や病態解析をモデルとし、本プローブをより汎用性の高いものにする。さらには、胞機能計測・操作技術の信頼度の向上を目指して細胞内物質群の計測・標準化のための研究開発を行う。具体的な研究テーマは、1) 細胞を「知る」細胞機能計測のための基盤研究；1-1) 生物発光系機能計測システムの開発、1-2) 体内時計システムの可視化、1-3) 細胞内物質群の計測・標準化。2) 細胞を「操る」細胞操作技術の基盤研究；2-1) 遺伝子発現制御システムの開発、等を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2 (2)

分子創製研究グループ

(Biomolecular Engineering Research Group)

研究グループ長：達 吉郎

(関西センター池田)

概 要：

細胞内における生体分子の動きや情報伝達の流れを分子レベルで解析、制御するためには、ナノバイオテクノロジー等、異分野と融合した新しい細胞工学技術が求められている。当グループでは、物理化学や有機化学、光化学をベースにした研究者から構成されており、今年度より生物物理をベースにした研究者が加わった。分子レベルで細胞機能の計測や制御、解析ができるシステムの開発に重点をおいて研究を行う。具体的な研究課題としては、下記6件を進める。

1) 人工生体膜技術の開発

生体膜の機能を人工的に再現するモデル生体膜素子（メンブレンチップ）を目指し、固体基板上に固定化されたパターン化脂質二分子膜への膜タンパクの導入方法と、メンブレンチップの計測手法を開発する。

2) 表面プラズモン励起蛍光分光法（SPFS）

細胞表面近傍の複数の分子を *in situ* で分子動態解析できるシステムを実現するため、2次元情報として表面プラズモン励起蛍光分光計測ができるシステムの検証を行う。

3) ケージドペプチド技術の開発

光制御ペプチドを用いてタンパク質やペプチドの構造形成や機能発現を制御する技術を汎用化するため、合成法の開発を行う。

4) 分子認識プローブ技術の開発

標的要素と特異的に相互作用するプローブ分子を設計し、蛍光測定などにより分析可能な官能基を導入する。

5) 膜タンパク質ナノ計測技術の開発

急速凍結レプリカ電子顕微鏡法によって膜タンパク質の分子形状や分子集合状態をナノ計測する技術の開発を行う。

6) ナノバイオテクノロジー

グループ内外と連携協力し、分野融合的な取り組みで運動タンパク質を用いた運動素子の要素技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2 (3)

細胞分子機能研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：安宅 光雄

(関西センター池田)

概 要：

タンパク質は細胞の多彩な機能を支える最も重要な分子であり、タンパク質の諸性質を明らかにすることは、細胞を分子レベルで理解し、セルエンジニアリングをボトムアップ的に構築する上で極めて重要である。そこで当該グループは細胞機能の分子論的理解と制御を目指し、特にタンパク質の立体構造-分子機能相関の解明を中心課題に据える。対象の選択についてはアウトカムを重視し、研究成果が産業利用に結びつくよう心がけていく。またタンパク質研究を行なう上で必要とされる汎用的でかつ革新的な周辺技術の開発も並行して行ない、基本特許化を目指すとともに上記の中心課題研究の加速化に利用する。当該グループはタンパク質研究に係わる、ノウハウ、技術（特に組換えタンパク質の発現と精製）を蓄積しており、これらを活かした他グループや企業との共同研究、研究サポートも併せて積極的に推進して行く。

研究テーマ：テーマ題目 2 (4)

細胞情報工学研究グループ

(Cell Informatics Research Group)

研究グループ長：三宅 淳

(関西センター尼崎)

概 要：

細胞は遺伝子の機能やその相互作用ネットワークなど未知の部分に支配されているところが遙かに大きいので、細胞を制御できる対象とするためには、個々の遺伝子の機能のみならず、それらの相互作用と細胞レベルの高次な性質の関係について研究する必要がある。

本グループでは、細胞内分子の相互作用を抑制・亢進したときの細胞の振舞いの変化を大規模並列に時系列で解析することを可能にするツール「トランスフェクションマイクロアレイ™」を開発し、上記命題を解決する細胞情報のハイスループット解析システムの構築を進めている。これによって、細胞内のシグナル伝達経路への理解を深めるネットワーク解析法の実現を行うことにより、新規な分子の探索、細胞診断技術、薬剤作用機序解析に応用していく。

研究テーマ：テーマ題目 2 (5)

生体運動研究グループ

(Bio-motility Research Group)

研究グループ長：上田 太郎

(つくばセンター)

概 要：

生体運動は生命にとって必須の現象であり、これを研究することは、基礎生物学的にも臨床応用研究としてもきわめて重要である。われわれは、タンパク質分子モーターをはじめとして、生体運動に関与する様々な分子の機能と構造を、粘菌細胞をもちいた細胞生物学的手法、組換え変異分子モーターの発現と生化学的

解析、電子顕微鏡法による高分解能立体構造解析など多岐にわたる切り口から研究するとともに、これらの分子や細胞をナノテクノロジーとして産業に応用することを旨とした開発研究をおこなっている。

研究テーマ：テーマ題目2 (6)

細胞増殖制御研究グループ

(Cell Proliferation Research Team)

研究グループ長：Renu Wadhwa

(つくばセンター)

概要：

我々の研究グループはこれまで細胞の不死化や癌化などについての基礎研究を長年積み重ねてきた。その中で我々が独自にクローニングした **mortalin** (hsp70 ファミリーに属するタンパク質) 及び **CARF** (癌抑制タンパク質 p53の制御タンパク質) を人為的に制御することによって、正常細胞を癌化させずに不死化させたり、癌細胞に正常な細胞老化現象を誘導させたりできることを明らかにした。さらに **Mortalin** に対する抗体が細胞に内在する性質を有することを明らかとし、細胞を追跡するナノ粒子を構築することに成功した。

また同様の効果を細胞にもたらす植物抽出物に対しその標的となる遺伝子を、**siRNA** ライブラリーを用いたスクリーニングを行い同定した。同様に抗癌剤耐性を示す癌細胞株に対して **siRNA** ライブラリーや **cDNA** 発現ライブラリーを用いたスクリーニング実験も行い、抗癌剤耐性の原因遺伝子の新規候補を同定した。

その他にも、我々は細胞不死化因子を同定する延長線上でノンコーディング **RNA** (**ncRNA**) に着目し、新規 **ncRNA** の解析に取り組んでいる。さらに、**RNA** 干渉法による遺伝子発現制御技術や、独自に開発した任意の標的分子を認識する機能性ペプチドを創製する技術を用いて、上記のような標的因子の細胞内での挙動を人為的に制御することで、「正常状態を保ったまま細胞を不死化状態に保ち、老化を細胞レベルで遅らせる技術」及び「癌化した細胞に正常な細胞老化現象を誘導させる“緩やかな癌治療”技術」の開発を行い、「より良い医薬品の開発・提供」や「健康産業の創造」に貢献できるような研究活動を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2 (7)

遺伝子応用技術研究グループ

(Applied Gene Technology Research Group)

研究グループ長：町田 雅之

(つくばセンター)

概要：

遺伝子、タンパク質などの生体に分子に関する情報を高精度かつ高速に解析する技術の開発及びこれらの

情報を産業に展開するための技術を開発することを目的とする。磁気ビーズ、マイクロアレイ、蛍光検出などを利用した新たな解析手段の開発、及びゲノム情報を利用した診断技術の開発や生物機能の利用技術の開発を行う。固定化した **DNA** から試験管内の転写翻訳系を用いることによって、簡便に活性状態のタンパク質アレイを作成する技術、**DNA** マイクロアレイによって染色体異常を検出することによってガンなどの診断を行う技術、環境中の **DNA** から有用な遺伝子を効率的に探索する技術、ゲノム情報に基づいた新規な酵素の機能解析などによる生体分子の解析に有用なツールの開発や有用物質の生産に結びつけるための技術などの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4

[テーマ題目1] 組織・細胞の再生・代替 (1)

[研究代表者] 大串 始 (再生工学研究グループ)

[研究担当者] 大串 始、秋葉 龍郎、中村 真理、
廣瀬 志弘、鍵和田 晴美、寿 典子
(常勤職員6名、他60名)

[研究内容]

骨関節再生に関する研究において、ヒト骨髄からの間葉系幹細胞の増殖技術を確立した。また、この間葉系幹細胞から再生培養骨を作製することに成功した。さらに、ヒト細胞を培養する施設と無菌状態を維持できうる培養環境の構築、すなわちセルプロセッシングセンター (**CPC**) を設立し、この **CPC** 内で培養されたヒト間葉系細胞並びに再生培養骨をもちいての臨床応用が行われた。また、骨再生のみならず独自に開発したスキャホールド上での軟骨再生に成功し、この技術と上記の再生培養骨の技術を発展させ、骨と軟骨を同時に再生する技術も確立した。再生培養骨作成の基礎となる、培養間葉系細胞の *in vitro* での骨基質定量法を確立し、本手法の規格案を **ASTM International** (**American Society for Testing and Materials**) ヘドラフト提案した。また、**ISO** には **implant for surgery** のグループ (**TC150**) が存在するが、その **TC150** に再生医療に関する **Subcommittee (SC7)** の設立を積極的にサポートした。骨軟骨再生の実用化 (臨床応用) をおこなってきたが、より広い実用化を目指すため、心再生の臨床応用を開始し、約8例の心不全の患者の骨髄から間葉系細胞を増殖して患者に移植した。さらに **CPC** の安全性を向上させるため、**ISO13485** の認証獲得を目指す体制を構築し、継続的にこの認証を維持している。

ヒト神経幹細胞の大量・安定・安全培養法の開発では、従来よりの培養法の確立を基盤として、ヒト骨髄間葉系細胞からの神経細胞への分化研究を行い、高齢者の骨髄からでも神経細胞への分化が可能であることを確認し、神経再生医療への実用化研究基盤を確立した。さらに、骨髄以外の体性幹細胞探索研究を開始した。

機能性独立細胞の識別、評価技術として光学的検出技術の開発を行った。すなわち細胞特有の形状情報と光学特性、運動特性、物理特性を同時に測定する技術を開発した。従来の技術より、小型、安価でかつ性能も大幅に向上する技術である。

エージェントモデル・パターン形成機構の定性推論等の情報分野の手法を組み合わせ、個々の細胞の分化機構と細胞分布のパターン形成機構を同時に取り扱うことが可能な手法の開発に着手した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 幹細胞、再生医療、骨再生、心筋再生、神経再生、ブランクトン

〔テーマ題目1〕 組織・細胞の再生・代替 (2)

〔研究代表者〕 弓場 俊輔

(ニューロニクス研究グループ)

〔研究担当者〕 弓場 俊輔、川崎 隆史、藤森 一浩、工藤 卓、出口 友則、細川 千絵

(常勤職員6名、他5名)

〔研究内容〕

神経回路網の培養日数依存的な変化を長期的培養継続的に評価し、分散培養神経回路網は、培養20-40日目程度で一過性の高頻度バースト様電気活動を発現し、その電気活動の時空間パターンが変動すること、この変化が特定のグルタミン酸受容体に関与する可能性を見いだした。さらに多点電気刺激装置を調整して、活動に応じた刺激で誘発神経電位活動パターンを制御する手法を開発した。

機能的神経回路を再構築するための基盤技術として、神経回路の光制御技術の開発に関する研究を本年度より開始した。神経回路形成過程の局所光操作を行うため、光捕捉・蛍光解析システムの開発に着手し、神経回路を再建する機能分子の細胞内動態計測に最適なマルチ量子ドットについて検討した。さらに、多点電極上に培養した神経回路網をフェムト秒レーザー光で切断することに成功した。

次世代実験動物として期待されるメダカについては、既にほぼ完成したメダカゲノムデータを基に、主に精神神経疾患及び循環器疾患の原因遺伝子、さらに神経マーカー、脈管マーカー遺伝子のクローニングをほぼ完了した。クローニングに成功した疾患関連遺伝子のうち、優先順位の高いものに対しては、京都大学が保有する変異導入精子ライブラリーのスクリーニングを開始した。

一方、神経・脈管系マーカー遺伝子については、当該遺伝子を含む BAC クローンに蛍光タンパク質遺伝子を挿入したものを導入用遺伝子として作製し、これらを外来遺伝子として導入したトランスジェニックメダカの作製に着手した。同時に当該遺伝子のプロモーター領域のみタンパク質遺伝子に繋いだ外来遺伝子を導入したトランスジェニックメダカの作製も開始した。さらに疾患モ

デルメダカについては現在、その作製に注力している遺伝子破壊モデル作製に先立ち、薬剤誘発モデルの作製に成功した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 神経回路網、再生、レーザー、メダカ

〔テーマ題目1〕 組織・細胞の再生・代替 (3)

〔研究代表者〕 安積 欣志 (人工細胞研究グループ)

〔研究担当者〕 安積 欣志、清原 健司、杉野 卓司、寺澤 直弘 (常勤職員4名、他5名)

〔研究内容〕

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンディを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同じ様な環境変化にたいする物性の変化をする特性をもち、しかもソフトで軽量の人工材料 (刺激応答材料) を開発することは重要である。我々は以上の視点にたち、特に運動機能の代替材料としての人工筋肉材料の開発を進めている。具体的には、これまで、生物学的にも力学的にも生体適合性が優れていると考えられる高分子ハイドロゲルを用いた、電場駆動型のソフトアクチュエータの開発を進めてきた。この素子は低電圧で大きく変形し、様々な応用開発も進められているが、ハイドロゲルを用いることからくる使用環境の制約や、発生応力が小さい点が研究課題としてあった。我々は、これらの問題を解決するために、電解質として常温溶融塩とも称せられるイオン液体を、また電極材料として、電気化学表面積が大きく導電性もすぐれしかも機械的特性も優れて軽いという、アクチュエータ電極材料としては理想的ともいえる単層カーボンナノチューブを用いたアクチュエータ素子を開発した。すなわち、開発した素子は、イオン液体ゲルの両側を、カーボンナノチューブを分散したイオン液体ゲルからなるカーボンナノチューブゲル電極でサンドイッチした構造からなり、完全なドライ環境で、数 V で大きく変形することが可能というものである。本年度、この素子の高機能化を進めロボット用アクチュエータとして開発を行う、NEDO ナノテク先端部材実用化研究開発「高配向性 CNT を用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発」に採択され、この素子の開発をそのプロジェクトで進めた。本年度は特に、アクチュエータ電極中のカーボンナノチューブの分散状態を改良することにより、伸縮率、発生応力等のアクチュエータ特性を飛躍的に向上させた。このアクチュエータ素子は、キャスト法あるいは熱成形法など簡易で安価な方法で作製可能であり、応用範囲は極めて広いと考えられる。このプロジェクト開発により、ヒューマノイドロボットや、医療・福祉機器用アクチュエータとしての実用化開発を進めていきたいと考えている。また、この様なイオン分極にもとづく原理のアクチュエーション現象について、電気二重層内における応力発生メカニズムを分子シミュレーションによるモデリングし、分

子レベルから明らかにすることに成功した。今後、この手法を展開し、高分子アクチュエータの設計指針を確立することを目標とする。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工筋肉、高分子アクチュエータ、カーボンナノチューブ

【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発(1)

【研究代表者】 湯元 昇

(細胞ナノ操作工学研究グループ)

【研究担当者】 湯元 昇、佐藤 孝明、廣野 順三、中村 史(常勤職員4名、他30名)

【研究内容】

AFM 探針による物理的接触による機械的刺激を細胞へのカルシウム流入を指標に調べたところ、通常のピラミッド状の AFM 探針では押し付け動作を行った時に機械的刺激によって細胞内部への急激なカルシウムの流入が起こり、接触刺激が細胞の生理現象に大きく影響していることが示唆された。一方ナノ針挿入時にはカルシウム流入は全く見られず、ネイティブな状態で操作が可能であることが証明され、セルサージェリー技術は非常に低侵襲な手法であることが明らかとなった。本技術では針の細胞挿入状態の力学的検知が特長である。細胞へナノ針挿入する際にフォースカーブ上に現れる斥力の急激なドロップが、細胞の裏打ち構造の破壊に起因するものであって、脂質膜のみから成るリポソーム等では、脂質膜が変形し、陥入するのみであり、200 nm 直径の細い針でも内部に侵入できないことが明らかとなった。ナノ針による技術を応用し、ホルモン製剤の薬効試験を単一細胞で行う技術を開発した。エストロゲン応答 GFP ベクターをナノ針上に吸着させてヒト乳ガン細胞へ導入した結果、24時間で GFP 発現を確認した後に、エストロゲン阻害剤の添加後さらに24時間で GFP 蛍光の減少を評価する手法が有効であった。すなわち1個の乳ガン細胞を用いて48時間でホルモン製剤の薬効を調査できることを示している。

抗体修飾ナノ針を用いて、細胞内の骨格タンパク質を力学的に検出する技術を開発した。アクチンの検出においては、細胞内に発達したストレスファイバーの分布を力学的にマッピングすることが可能であることが示唆された。また、神経系細胞の分化マーカーであるネスチンを力学的に検出し、ネスチン陰性細胞と陽性細胞の共培養状態から、陽性細胞を力学的に検出することが可能であることが示された。

カーボンナノチューブを利用したバイオ分子デバイスの創製において、今まで、メディエーター無しではヒドロゲナーゼ電極を用いた電気化学的水素発生は不可能であったが、SWNT-F にヒドロゲナーゼを固定化した場合にはメディエーター無しで水素発生が可能であることが分かり、カーボンナノチューブの有用性を確認するこ

とができた。

また、高度な知的情報処理を行う神経系の機能再生/代替基盤技術の一環として、嗅覚系で複雑な入力情報から必要な情報が自動的に抽出されるアルゴリズムを明らかにする研究について行った。低背景活動となる単離鼻付き全脳試料と新規な信号相関解析法を用い、匂い情報処理アルゴリズムを解析した結果、応答初期に顕著となる抑制活動が嗅覚二次中枢に匂いの特徴を反映した振動性電位応答を形成させていると示唆された。また、センサ用培養細胞で2種の嗅覚レセプタの応答が鼻と同様になることを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞プロセス時系列解析装置システム、嗅覚機能代替匂いセンサー、ナノ針

【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発(2)

【研究代表者】 近江谷 克裕

(セルダイナミクス研究グループ)

【研究担当者】 近江谷 克裕、茂里 康、中島 芳浩、呉 純、星野 英人(常勤職員5名、他11名)

【研究内容】

細胞を「知る」細胞機能計測のための基盤研究として生物発光系機能計測システムの開発を行った。具体的には、1) 細胞内の複数の遺伝子発現情報を解析するマルチ遺伝子発現検出システムの応用展開として、簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うため化学物質評価用マルチ遺伝子発現検出システムの開発を行った。10分間隔で順次発光を解析する必要があるためには赤、橙、緑色発光プローブの細胞内寿命をコントロールを目指しベクター内に PEST 配列を導入、NIH3T3、PC12細胞などの細胞内における半減期を30分程度に制御可能にした。2) 昨年までに知財化した細胞内での安定性が高く、哺乳類細胞内で発現効率を最適化したブラジル産ヒカリコメツキムシ由来緑色ルシフェラーゼを東洋紡より「E-Luc システム」として製品化した。一方、NEDO プロジェクトの一環で試作した一細胞イメージング装置をアトー株式会社より製品化するための支援を行い、イメージング装置は「セルグラフ」として市販に至った。また、一細胞イメージング用ルシフェラーゼに細胞内局在シグナルを付け、セルグラフで観察することで長時間に渡って細胞内のオルガネラの動きを観察することに成功し、本成果が細胞観察において有効な手法であることを検証した。3) ハイスループットに遺伝子発現を解析できるシステムとして、ウミホタルルシフェラーゼとガウシアルルシフェラーゼを用いたデュアルレポーターアッセイシステムを構築、併せてウミホタルルシフェラーゼ技術を基盤としたイムノアッセイ系を構築、知財化した。さらに哺乳類用、酵母用ウミホタルルシフェラーゼアッセイシステムをアトー社より製品化するため

の技術的な支援を行った。4) 体内時計システムの可視化として、体内時計解析用マルチ遺伝子発現検出システムを作成、Per、Bmal、Cryなどの代表的な遺伝子の発現を同時に3つ計測することに成功した。また、セルグラフを活用し、1細胞レベルでの時計遺伝子の動きを数10時間にわたり生きたままの状態で長時間観察することに成功した。5) 主要に取り組むバイオ発光・蛍光技術であるが、より高い信頼度、高い再現性を確保するため、標準発光試薬や絶対光量測定装置などの検討を継続した。特に、生物発光化学発光の測定法の再現性について検討、標準化する上で重要な発光測定容器について、東京大学、アトー社と共同でウミホタルルシフェラーゼ学会発表を行った。また、第2、3回発光標準化研究会を武蔵野大学今井教授と共同開催した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】イメージング、バイオ標準、細胞機能

【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発(3)

【研究代表者】達 吉郎(分子創製研究グループ)

【研究担当者】達 吉郎、川崎 一則、安藤 尚功、田和 圭子、森垣 憲一
(常勤職員5名、他12名)

【研究内容】

脂質二分子膜を固体基板上に再構成するメンブレンチップ技術は、固体基板上において膜タンパク質を組み込んだパターン化脂質二分子膜をアレイ化することにより新規な計測システムを構築することを目指すものである。現在多く開発されているプロテインチップは、対象が水溶性タンパクに限定されており、膜タンパク質は脂質膜に組み込まれた状態でのみ活性を示すため、機能解明やバイオデバイスへの応用が水溶性タンパクに比較して大きく遅れている。今年度は実現に必要な要素技術の開発を進めた。(1) パターン化脂質二分子膜構築手法の改良として、流動性膜組み込み技術の改良を行い、従来法よりも容易に平面脂質膜を作製することが可能になった。を行った。(2) パターン化脂質二分子膜への膜タンパク質組み込む要素技術として、チトクロム P450導入と機能計測を行い、基板上で P450の酵素活性を検出することに成功した。(3) パターン化モデル生体膜計測技術として、基板材料のアミロイド線維形成への影響について知見を得た。

表面プラズモン励起蛍光分光法(SPFS)は、金薄膜表面に吸着した物質の表面プラズモン共鳴による近接場光の励起を用いることでオングストロームレベルで吸着量(膜厚)などの計測が可能な測定法である。表面プラズモン励起蛍光分光法は、表面プラズモンにより励起された蛍光を測定するため、表面だけを選択的により高感度で(3桁以上)測定することができ、細胞膜近傍での物質動態の計測やバイオセンサーチップなどの技術に有用と考えられる。今年度は、セルチップ創製のための装

置開発を行い、表面プラズモン励起蛍光顕微鏡を試作した。細胞表面抗原とその抗体との結合過程や、約1 μmの面内の空間分解能でパターン化脂質膜の形成過程を観察することに成功した。

ケージド化合物は、光解離性保護基を生理活性物質に結合した化合物であり、光照射で構造や機能が制御できるため、細胞や組織において生理活性物質の作用動態を高い時間空間分解能で作用動態を解明するための重要な技術と考えられており、ケージド化合物のうち、開発が遅れていたケージドペプチドの調整法の開発を先駆けて進めている。今年度は、ナノバイオマシンの運動制御法への応用の検討を行い、キネシン微小管の分子モーターを光により運動制御する技術の開発に成功した。

金属イオンに対して選択的に応答するプローブ分子は、生体内の金属元素の挙動を低侵襲にモニターする技術として重要である。今年度は、標的要素の銅イオンと、蛍光性の官能基を導入したプローブ分子との相互作用の応答メカニズムを考察した。

急速凍結レプリカ電子顕微鏡法は、化学的な固定剤や氷晶防止剤を使用せずに電子顕微鏡標本を作製する技術であり、細胞の構造解析に威力を発揮する電顕観察法である。今年度は、膜タンパク質ナノ計測技術の開発と脂質分子集合体のナノ構造解析の検討を行い、急速凍結レプリカと電顕トモグラフィーの併用によって膜タンパク質の分子形状を立体的に解析するナノ計測技術の検討を行った。また、リボソームを試料して急速凍結レプリカ法による観察の効率と精度の向上の検討を行い、リボソーム形状の作成法に関する知見を得た。

ナノバイオテクノロジーの研究においては、分野融合的な研究の推進とポストドクやテクニシヤンの人材育成の2つの観点が重要とされている。今年度は、ナノバイオマシンの課題の取り組み及び、カリキュラムの構築、を進めた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脂質二分子膜、メンブレンチップ、重合性脂質、光リソグラフィ、表面プラズモン励起蛍光分光、イメージング、高感度、ケージドペプチド、抗体、急速凍結レプリカ電子顕微鏡法、ナノバイオテクノロジー

【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発(4)

【研究代表者】安宅 光雄

(細胞分子機能研究グループ)

【研究担当者】安宅 光雄、石川 一彦、上垣 浩一、萩原 義久、中村 努、峯 昇平
(常勤職員6名、他7名)

【研究内容】

産業用酵素、特に超耐熱性を有する産業用酵素の開発を行っている。

超好熱性の生物のゲノム解析は、(現在の) 製品評価技術基盤機構を中心とする業務として、アーキア (古細菌、始原菌) である *Pyrococcus horikoshii*、*Aeropyrum pernix* を対象に進行し、20世紀の終わり頃公開された。超好熱性生物のゲノムを全解読した例としてともに最初の例に属し、日本で進行したゲノム全解読が世界に貢献したと認められている。どちらのアーキアも 100 °C 近い高温で生育する生物で *Pyrococcus horikoshii* は嫌気性、*Aeropyrum pernix* は好気性で、双方の性質を持つアーキアが比較できるという点でも有用性が高い。

21世紀に入り、文科省は「タンパク3000プロジェクト」を開始し、代表的なタンパク質の精密立体構造を多数決めることを目指した。立体構造に関する範囲において機能の研究も進められた。*Pyrococcus horikoshii*、*Aeropyrum pernix* の2つのアーキアの生産するタンパク質についても、できるだけ網羅的に構造と機能の理解が求められた。当グループは始動時からこのプロジェクトに係わり、特に産業に役立つと考えられる超耐熱性の酵素を対象に、構造決定と機能の研究を進めてきた。

平成17年度に続いて18年度にも「産業用酵素に関するシンポジウム」を大阪府立大学で開催し、内外の講師の講演とポスター発表の機会を提供した。

また当グループの研究と、それから生まれた知財を中心に設立された「株式会社耐熱性酵素研究所」が、AIST ベンチャーとして引き続き活発に活動している。

「タンパク3000プロジェクト」に参加することにより放射光施設 SPring-8を利用する機会を大幅に確保でき、NMR 法とも併せてタンパク質の精密立体構造の決定を進めている。本年度、新たに(1)超耐熱性で、かつ、結晶性のキチンでさえ加水分解できる高い活性を保持したキチナーゼのキチン結合ドメインの立体構造決定をNMR 及び X 線構造解析の双方の手段で決定し、双方が一致したことから、X 線構造は溶液内で実際に働く構造であることを示した、(2)超耐熱性スレオニンデヒドロゲナーゼの立体構造を決定し、耐熱性であるか常温性であるかを問わず、この酵素で決まった最初の構造として国際誌に発表した(3)超耐熱性キチナーゼ活性ドメインを結晶化し結晶構造を決定した、というのが主たる成果である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質構造、タンパク質立体構造、超耐熱性、産業用酵素、アーキア、古細菌、始原菌、タンパク質結晶、X 線構造解析、NMR、構造生物、細胞の品質管理機構、抗体工学

【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発 (5)

【研究代表者】三宅 淳 (細胞情報工学研究グループ)

【研究担当者】三宅 淳、藤田 聡史

(常勤職員2名、他9名)

【研究内容】

細胞を支配するシステムは、遺伝子の機能や相互作用、遺伝子の作るネットワークなど未知の部分によるところが遙かに大きく、細胞への理解を深めるためには、個々の遺伝子の機能のみならずそれらの相互作用から創発される高次な性質 (細胞内のゲノムレベル、トランスクリプトームレベル、プロテオームレベル、フェノームレベルの機能連関) について研究する必要がある。そのため、かつてない規模の実験と情報解析が求められている。

本グループでは、細胞内システム解析のための新規技術基盤「トランスフェクションマイクロアレイ TM」を基盤とした細胞応答解析システムの開発を行った。TFA 法とは、基盤チップ上に遺伝子 (DNA や RNA) をマイクロアレイ化し、その表面上から細胞に遺伝子を導入する技術である。アレイ上に播種された細胞のうち、遺伝子がスポットされたエリアに接着した細胞にのみ、その固相表面上から遺伝子が導入される。我々の技術開発によって、初代培養細胞を含む多くの細胞に対して遺伝子 (DNA、siRNA) を高効率に導入することが可能となった。

さらに、トランスフェクションマイクロアレイ法を基盤として細胞内のシグナル伝達経路やネットワーク解析し、創薬ターゲット探索、分化マーカー探索、細胞診断技術、薬剤作用機序解析を行うためのシステム (ヒト細胞機能解析システム) の構築した。

このシステムを用いて、刺激に対する細胞の応答を様々な指標でモニタリングし、モニタリングにより得られた画像から情報を抽出し、創薬標的遺伝子を絞り込み、評価する技術の基盤研究・モデル研究を、今後ますます重要性が高まると考えられるガンをモデルとして進めた。具体的には、癌の特徴である転移を評価する使用として細胞運動に関係する遺伝子を網羅的に解析するための基盤開発として、新たに細胞運動アレイの開発をおこなった。また、RNA 干渉を応用し株化乳ガン細胞の薬剤パスイエ、子宮頸癌特異的なアポトーシスを誘導するパスイエの解析に対して、本システムを応用し、数種類の創薬ターゲット候補の選定に成功し、創薬ターゲット解析にも応用が可能であることを示した。

また、細胞のより詳細な応答を取得する技術として時系列解析技術、一細胞解析技術の開発も進めた。具体的には、神経分化のモデル細胞株である PC12D 細胞を用い、その集団としての分化の時系列プロファイルを抽出し、シグナル阻害剤が与える影響を解析し、薬剤ターゲットの同定を試みた。

今後はこれら、開発した技術を組み合わせることにより、新しい創薬支援技術の開発に取り組んでいく予定である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】トランスフェクションマイクロアレイ、

神経分化、創薬ターゲット評価

〔テーマ題目2〕細胞機能計測・操作技術の開発(6)

〔研究代表者〕上田 太郎 (生体運動研究グループ)

〔研究担当者〕上田 太郎、広瀬 恵子、長崎 晃
(常勤職員3名、他12名)

〔研究内容〕

細胞運動や細胞質分裂は、細胞増殖にとって必須のプロセスであり、それらの分子機構の理解は、基礎生物学的にも医学的にもきわめて重要な意義を持つ。われわれは、ゲノムや構造が単純で分子遺伝学的解析に適している細胞性粘菌をモデル実験系として基礎的理解を進め、得られた知見を哺乳類細胞にフィードバックするという方針で研究を進めている。具体的には、変異細胞性粘菌を用いた網羅的な解析により、すでに18個の細胞運動関連遺伝子の同定に成功した(昨年度)。現在はこのうち、Phospholipase D (PLD)に着目した研究を進めており、ラット膀胱癌細胞において PLD 活性を阻害すると運動機能が低下することを見出し、細胞内 PLD 活性を可視化するためのプローブの作成を進めている。一方細胞質分裂機構に関しては、分裂終期の両極がそれぞれ反対方向にアメーバ運動することにより細胞中央領域を受動的に収縮させ効率的に2つの娘細胞に分裂するという新規分裂機構を細胞性粘菌でみだし、これが哺乳類培養細胞でもみられることを報告した(昨年度)。本年度は、この新規分裂機構に着目し、哺乳類培養細胞における細胞質分裂制御メカニズムの解明を進めた。また、顕微鏡観察と組み合わせて RNAi の効果を効率的に評価するための新規ベクターを開発した。

キネシン、ダイニンなどのタンパク質分子モーターは、わずか10ナノメートル前後のモーター領域を用いて ATP を加水分解し、高いエネルギー変換効率で運動することができるため、ナノアクチュエータとしての応用も期待されている。われわれは、その運動メカニズムを解明するため、まず、高性能の低温電子顕微鏡システムを用いて、微小管に結合したキネシンファミリー分子 Kar3 の立体構造を、ATP 加水分解中の異なるステップに対応すると考えられる3状態で、約12オングストロームの分解能で得た。この構造変化を詳細に解析した結果、Kar3 頭部の中央ベータシートなど幾つかの部位に、ミオシン分子モーターで最近報告されたものと類似した構造変化が起こっていることを見だし、キネシンの運動メカニズムに関する新たなモデルを提案して論文報告した。また、ダイニン分子モーターについても、電顕試料作成法を改良することにより、微小管に結合したダイニンのストロークの向きを明らかにすることができた。一方、レールとなるタンパク質フィラメントもモーター機能に重要な役割を果たしている可能性が指摘されている。そこでわれわれは、ミオシン分子モーターの線路となるアクチンフィラメントの構造・機能関連を明らかにするた

めの研究に着手した。その第一歩として、アクチン-チモシン融合タンパク質を利用した独自の効率的組換えアクチン発現系の開発に成功し、さまざまな変異アクチンの調製と解析を行っている。

一方われわれは、キネシンをナノアクチュエータとして利用するために、基板上における微小管の一次元一方向性運動を実現し、キネシン・微小管系を微小輸送系として使うために不可欠なブレークスルーを達成し(Hiratsuka ら、2001)、昨年度は、これを分子加工装置として利用するための基盤研究に着手した。またある種の細菌やアメーバ細胞は人工的な環境下でも活発な運動性を示すので、これらの細胞の運動を人工的に制御できるようになれば、自己複製能、自己修復能をもった運動素子、輸送素子を比較的容易に実現できる可能性がある。われわれはこうした観点から *Mycoplasma mobile* とよばれる滑走細菌に着目し、MEMS 技術で作成したシリコン微小素子をくみあわせることで、バクテリアにより駆動される微小回転モーターの創製に成功し、論文発表を行った。これは、生物により駆動される微小回転素子としては初めての成功例であり、自己複製能・自己修復能をもったナノアクチュエータとして大きな将来性があるものと考えられる。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕アメーバ運動、ガン転移、細胞質分裂、細胞増殖、走化性、分子モーター、電子顕微鏡、画像解析、組換えタンパク質発現系、ナノバイオテクノロジー、ナノアクチュエータ、自己複製、滑走細菌

〔テーマ題目2〕細胞機能計測・操作技術の開発(7)

〔研究代表者〕Renu Wadhwa

(細胞増殖制御研究チーム)

〔研究担当者〕Renu Wadhwa, Sunil Kaul,

吉成 幸一、吉崎 慎矢、加藤 義雄
(常勤職員5名、他7名)

〔研究内容〕

本研究テーマでは、細胞増殖制御に関与する様々な分子(RNA、天然有機物、抗体、ペプチド)についての詳細な検討を行い、正常及び異常な細胞増殖条件下でどのように調節されているかを解明する。ここで言う正常な条件には生体・組織の老化に伴う細胞複製による細胞の老衰を含んでおり、特に細胞の老衰に関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めている。また異常な条件下での細胞増殖制御の研究では、癌や様々な種類のストレス下での細胞増殖を対象としての研究を行っている。

まず、本研究テーマでは、細胞周期に関するタンパク質mortalinに対する抗体が直接細胞表面に作用して、癌細胞特異的に細胞内に取り込まれる現象を発見した。この内在性抗体を用い、毒性がなく、リアルタイムで細胞

を可視化追跡することができるナノ粒子 (i-Quantum dots) を構築することに成功した。また、CARFがp53の上流で作用し細胞老化、有糸分裂の精度、アポトーシスで重要な働きを持っていることを明らかにした。さらに、インドやネパールに自生するナス科の低木植物アシウワガンダ由来の新規抽出画分 (i-Extract) が新規の抗癌剤として有用であることを明らかにするとともに、抗老化作用もあり、正常細胞を酸化ダメージから守る働きがあることを明らかにした。

次に、研究担当者らが持つshRNAライブラリーやcDNA発現ライブラリーを用いたスクリーニングのノウハウを用いてMKT-077やi-Extractなどの薬剤の細胞内ターゲット遺伝子の同定に成功した。これらの遺伝子の一部についてはさらに分子伝達経路の解析を進めており、モータリンが関与していることを明らかにした。また、モータリン染色法を用いたレポーターアッセイで抗ガン作用を示すshRNAの同定に成功し、さらにその解析を進めている。

さらに、近年、我々が研究対象としている上記の生命現象に、タンパク質に翻訳されないnon-coding RNA (ncRNA) が関与しているという報告例が相次いでいるが、本研究テーマでは、細胞不死化因子を同定する延長線上でncRNAに着目し、ncRNAの制御に関わる遺伝子の探索法やncRNA検出システムの開発に取り組んでいる。

最後に、本研究テーマでは、試験管内でランダムなペプチド集団から任意の物質を特異的に認識して結合するペプチドを選択する新規のシステムを独自開発し、それを用いて癌細胞の表面に過剰発現する受容体タンパク質を分子認識するペプチドの創製も行った。

これらの研究により、老化と癌に対する効果的な治療法の開発がより高いレベルで行われることになると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞増殖制御、ncRNA、老化、癌、植物抽出物、ナノ粒子、モータリン、試験管内ペプチド選択

【テーマ題目3】 生体分子の解析ツールとゲノム情報利用技術の開発

【研究代表者】 町田 雅之
(遺伝子応用技術研究グループ)

【研究担当者】 町田 雅之、河原林 裕、玉野 孝一、小池 英明、萩原 央子、戸田 智美、Naimuddin Mohammed、砂川 美佐緒、菅野 徳子、大橋 澄子、寺林 靖宜、山根 倫子、大滝 真作、阿久津 純一、町田 由紀 (常勤職員4名、他11名)

【研究内容】

ゲノム解析の進展によって膨大な遺伝子塩基配列が蓄

積され、これを利用した生命科学の研究、ゲノム創薬や医療診断技術の開発、有用物質の生産技術の開発など、ライフサイエンス分野における基礎研究から医療・バイオテクノロジーなど産業利用まで、きわめて広範な利用が行われている。一方、ゲノム情報のより高度な利用には、単なる塩基配列だけでなく、DNAの修飾から遺伝子にコードされたタンパク質の性質、遺伝子やタンパク質が関与によって生産された物質、細胞の機能など、多種多様な解析を高速かつ安価に行うことが重要となっている。そこで、本研究では、分子生物学的・生化学的な技術の開発を中心とし、自動化を視野に入れた解析技術の開発を行う。また、様々な解析によって得られた情報を利用して、医療診断や有用物質生産などの産業化に利用するための技術を開発することを目的とする。

麹菌のゲノム解析においては、DNAマイクロアレイを用いた網羅的な転写制御解析及びマススペクトルを用いた代謝産物解析によって、熱ストレスがかかった生理状態が、研究室内の液体培養と発酵生産条件での固体培養で異なることを見いだした。また、培地中の栄養分の多寡によって、アミノ酸の代謝系などの制御の様子を解析することに成功した。これらにより、麹菌による発酵生産の詳細な解析とシミュレーションを行うための基本的な技術が整備されつつある。環境中のDNA及びゲノム情報を利用した有用酵素の探索については、超好熱古細菌が有する糖修飾酵素の機能を詳細に検討し糖の中で最も重要なものの一つであるN-アセチルグルコサミン1リン酸とUTPを結合する活性を酵素に変異を導入することで促進することに成功した。また、基質特異性の解析から、既知バクテリア由来酵素と異なる基質特異性を示すものも見出し、これらを用いて付加価値の高い糖ヌクレオチドの製造法を開発した。ビーズアレイ、タンパク質アレイ技術については、これまでに開発した要素技術を基盤として、主として定量性の確保について検討を進めた。特に、既知の異なる材質のビーズを用いたときの感度の向上、安定性、取り扱いの容易さなどについて検討を行うことにより、実用化に必要な要素技術を確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、ゲノム科学、環境DNA、産業酵素、ビーズアレイ

【テーマ題目4】 ゲノム情報に基づいた診断システムの開発

【研究代表者】 平野 隆
(遺伝子応用技術研究グループ)

【研究担当者】 平野 隆、町田 雅之、玉野 孝一、森田 桂子、斎藤 総一郎、坂本 涼、木村 康明 (常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

ゲノム情報を利用した診断技術は様々な方式や技術が

存在するが、ゲノム DNA に基づく方法は、解析方法が比較的容易で信頼性の高い結果が得られる特徴があると考えられる。また、細胞内のタンパク質分子の動態を時系列的に画像解析することにより、細胞機能に関する重要な情報が得られると期待される。そこで、発現メカニズムの解明やガンの性質などを高感度かつ高精度に診断するシステムを構築することを目的として高感度かつ高信頼度で解析する技術の開発を行った。

前年度においては診断あるいは創薬の基本となる日本人ゲノムライブラリーの創生を行った。これまで診断、創薬はゲノムレベルで言えば欧米人の属するコーカシアンについて開発が行われ、我が国に導入されていた。しかし日本人の属する東アジアのモンゴリアンは欧米人のコーカシアンとは薬剤に対する感受性あるいは疾患のあり方が異なることが知られている。すでに近年最も罹患率が世界的に上昇しつつある肺癌について、東アジアの女性の肺癌特に腺癌に有効な抗癌剤イレッサが見出されている。さらにさまざまな薬剤の副作用に関して日本人は異なることが報告されている。このようなゲノムレベルでのコーカシアンとの相違点を明らかにするためには日本人のゲノムライブラリーを構築し、我が国共有のヒトゲノムリソースとして公開する必要がある。このような日本人ゲノムリソースの開発は産総研が公的機関として行うべき最も基本的使命である。

当該年度においては作成した日本人ゲノムライブラリーの両末端の塩基配列を新規導入したキャピラリー型シーケンサを用いて解析を行った。全体で33万クロンのライブラリーの内約三分の一の11万クロンを今年度から来年度にかけて解析を行う予定である。キャピラリー型シーケンサを用いて片側約700から800の塩基配列が解析可能で、このデータを基にして米国ヒトゲノムライブラリー上の位置決定を行っている。これらの結果は整備でき次第、産総研日本人 BAC ライブラリーとして公開する。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】プロテインアレイ、麹菌、ゲノム解析、半導体蛍光ナノ粒子、バクテリア人工染色体、BAC ライブラリー

⑭【ゲノムファクトリー研究部門】

(Research Institute of Genome-based Biofactory)

(存続期間：2004.4～)

研究ユニット長：鎌形 洋一

副研究部門長：扇谷 悟

主幹研究員：高木 優

所在地：北海道センター、つくば中央第4

人員：42名(40名)

経費：1,158,447千円(754,132千円)

概要：

1. ミッション

本研究部門のミッションは「バイオによるものづくり」を掲げ、遺伝子組換え植物・微生物を用いた有用物質生産技術や生物製剤等を開発するとともに、タンパク質、核酸等の高機能化及び利用に関する研究を進めることにある。そのためには基礎研究を推し進めなければならないことは言うまでもない。一方、ややもすれば基礎研究にのみ終始しがちなライフサイエンス研究分野において、ゲノム情報から得られる転写情報、タンパク質情報、代謝産物情報を最大限に活用し、物質生産等に真に貢献しうる本格研究を行なっていくことを十分に意識した研究活動を行ってゆく。

2. 研究の概要

- 1) 遺伝子組換え植物においては医薬品原材料生産の実証試験を目指した完全閉鎖系植物工場の立ち上げを行うとともに植物に医薬用タンパク質の生産の基盤技術を確立する。本研究は平成17年度産業変革イニシアティブ課題として取り上げられ、密閉型植物工場システムの完成に至った。また、組換え植物による経口ワクチン素材や機能性食品・飼料の開発と評価試験を行った。
- 2) 微生物を用いた有用物質生産技術に関しては遺伝子組換え微生物によるタンパク質・代謝産物の生産技術の開発を進めるとともに、極限環境微生物の探索並びに分離菌株から有用酵素等の探索を引き続き進める。酵母を用いた有用物質生産技術に関しては、低温の利点を生かした独自の高効率発現系を開発し、すでに実用に至った組換えタンパク質受注生産システムに続いて、酵母ハイスルーブットレポーターアッセイ系の構築に成功し実用化に至った。放線菌を用いた有用物質生産技術については、新規トランスポゾンベクターを開発するとともに、真核生物を対象とした HiCEP 法を微生物に利用可能な技術へと改良し、遺伝子情報が未知の細菌を用いて、網羅的な遺伝子発現解析が可能であることを証明した。ゲノムに発現遺伝子を複数挿入する技術を開発した。極限環境微生物の利用開発においては、高アルカリ性微生物の呼吸鎖におけるプロトン輸送のメカニズムを解明した。また、新たにインジゴ還元能を持つ微生物の取得に成功した。
- 3) タンパク質、核酸等の高機能化及び利用に関する研究では、従来よりもさらに優れた不凍タンパク質の生産技術を開発し、引き続き医学分野、工学分野への応用研究を展開した。また、オリゴヌクレオチドの機能化、ナノ粒子等の表面処理、ホルモンセンサーの試作等を行った。特にオリゴヌクレオチドの機能化研究に関しては、オリゴヌクレオチド修飾のための第二世代型のアミノ化試薬を開発し、アミノ

化オリゴヌクレオチドの合成に関するライセンス契約をオリゴ合成会社と締結するに至った。さらに本試薬を用いたオリゴヌクレオチドをDNAチップのプロープに用いた製品も、民間企業から製品化された。

外部資金：

- ・ 文部科学省 科学研究費補助金「分子間相互作用を利用した RNA 末端部位標識化試薬の開発」
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金「ナノプローブ電極を利用した高機能電気化学顕微鏡の開発」
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金「直接電気化学法を用いた CYP のハイスループット薬物代謝活性計測ツールの開発」
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金「極地のコケに生息する低温生育性微生物の生物資源としての評価」
- ・ 文部科学省 科学研究費補助金「基板表面への生体関連物質の効率的固定化法の開発とその応用」
- ・ 経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「植物細胞を利用した B 型肝炎ウイルス中和抗体の製造法開発」
- ・ 経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「糖由来ポリマー鎖を応用した医用ゲルシートの開発」
- ・ 日本学術振興会 (JSPS) (独) 日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「環境における化学物質分解微生物群の分子遺伝学的挙動解明」
- ・ NEDO 助成金「ゲノム情報を利用したヒト由来タンパク質の効率的生産のための新規酵母発現系の開発」
- ・ 経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「パスウェイ解析用 DNA チップ並びに簡易型 DNA チップ解析装置の開発」
- ・ 経済産業省 技術振興課委託費 戦略的技術開発委託費「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発」
- ・ 文部科学省 主要5分野事業 (科学技術振興費) 科学技術試験研究「遺伝子発現制御に関する研究 (17

年度北海道センター契約分)」

- ・ 農林水産省 先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「CRES-T 法による新規形質花きの作出と分子育種技法としての確立」
- ・ 農林水産省 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「リグニン含量及び環境ストレス耐性を制御する転写因子の検索」

内部資金：

- ・ 産総研産業変革研究イニシアティブ 医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発

発表：誌上発表52件、口頭発表127件、その他11件

植物分子工学研究グループ

(Plant Molecular technology Research Group)

研究グループ長：松村 健

(北海道センター)

概要：

植物の遺伝子組換え技術を利用して、有用物質、特に従来植物体が生産しない哺乳類の医療用タンパク質を主に発現・生産可能な技術開発及びこれら有用物質生産遺伝子組換え植物を密閉、かつ完全な人工環境下で栽培・育成可能な植物工場システムの確立を目標に研究を進めている。

植物でのタンパク質翻訳後修飾は、哺乳類と一部異なり、特に糖鎖修飾においては植物型の糖鎖を付加することが知られている。ヒトや動物の医療用原材料を植物生産させる場合に、この植物型糖鎖修飾の付加を抑制する必要があると示唆されている。そこで、植物の RNAi や植物ウイルスベクターを用いた遺伝子発現抑制技術を用いて植物型糖鎖修飾抑制技術の開発を行っている。

また、遺伝子組換え植物を利用した医療用原材料生産においては、従来の圃場における組換え植物の栽培以外に、品質の安定性、収穫量、収穫時期、植物体の清浄度等が管理しうる人工環境下での栽培が望ましい。しかし、現在の完全人工環境下での実用化レベルにおける植物育成実施例は、一部の葉菜類しかなく、多くの組換え研究に用いられているタバコやイネ等の技術開発は行われていない。そこで、カルタヘナ担保法に則りつつ、これらの植物種を栽培可能な機能を有する遺伝子組換え植物工場を開発した。今後、この工場システムを用いて、実際に有用物質生産遺伝子組換え植物の栽培試験を実施し、その実用性を検証していく予定である。

- 研究テーマ：1. 閉鎖型植物生産施設に適した有用物質生産基盤植物の開発研究
2. 医療用原材料生産のための密閉型遺伝

子組換え植物工場の開発

遺伝子発現工学研究グループ

(Proteolysis and Protein Turnover Research Group)

研究グループ長：田村 具博

(北海道センター)

概要：

当研究グループでは、同一宿主細胞による有用物質の生産や環境浄化並びに有用タンパク質の生産など多目的用途に利用可能な高機能細胞(プラットフォーム)の創製を目指すため、放線菌を利用した宿主細胞機能改変技術と各種発現ベクターの開発を進めている。

放線菌 *Rhodococcus erythropolis* の宿主細胞機能改変に関する技術として、トランスポゾンを利用したゲノム挿入型発現系を開発した。この技術を利用することにより、プラスミドの細胞内安定性を考慮しなくてよい安定なタンパク質発現が期待できる。また、プロテアーゼ欠損による発現タンパク質の蓄積効率が向上する細胞株の取得に成功した。

酵素の高機能化技術の開発を目指して、微生物由来シトクロム P450の結晶構造解析より同分子の構造を決定し、相同タンパク質群の高機能化に向けた基盤情報を獲得した。有用遺伝子探索においては、有機溶媒で誘導される遺伝子を同定し、レポーター遺伝子による発現解析から本来構成型で発現している遺伝子が有機溶媒添加でさらにその発現が誘導されることを見出した。また、DNA チップを利用しない網羅的遺伝子発現解析より、同族・同種の細菌でも異なる遺伝子構成を持つ株間において遺伝子多様性の解析を可能とした。

研究テーマ：1. 放線菌を宿主とした多目的用途に利用可能な生物工場創製技術の開発
2. 生体分子を利用した機能デバイスの開発
テーマ題目 1、テーマ題目 2

分子発現制御研究グループ

(Expression and Molecular Regulation Research Group)

研究グループ長：扇谷 悟

(北海道センター)

概要：

当研究グループは、ゲノム情報を活用することにより従来の技術を越えるタンパク質や代謝物の生産技術を開発することを目的として研究を行っている。

酵母における低温誘導発現系の研究においては、これまでのおよそ40種類のヒト cDNA 発現実験において発現が確認できなかったタンパク質の発現系改良を試みた。昨年度蛍光タンパク質と融合させることにより、これまで発現できなかったタンパク質の生産に成功した。今年度は大腸菌で用いられている他のタグタ

ンパク質の効果について検討したが、蛍光タンパク質の効果が高かった。また、蛍光タンパク質との融合タンパク質としての生産と、タンパク質分解酵素欠損株の利用を組み合わせたと、分解が顕著に抑えられ、タンパク質の生産状況が改善した。

また、分泌タンパク質の生産性を向上させるために、シグナル配列の認識及び小胞体膜通過に関わる因子の影響を、種々の因子をレポータータンパク質と共発現させて調べた。その結果、トランスロコンの構成因子を共発現させたときに発現量が改善された。

機能性脂質の生産系の研究では、藻類などから、特徴的な構造を有する高度不飽和脂肪酸を含む脂質について、調製し、それらの血管収縮に及ぼす効果について比較した。その結果、高度不飽和脂肪酸の構造によって効果が異なることがわかった。

研究テーマ：1. 真核生物の高効率発現系の開発

2. 酵母におけるハイスループットレポーター系の開発と応用

3. 機能性脂質の高効率生産系の開発

遺伝子資源解析研究グループ

(Genomic Resources & Environmental Adaptation Research Group)

研究グループ長：湯本 勳

(北海道センター)

概要：

特殊な生理機能を有する極限環境微生物を探索し、選択分離して得られた微生物から特殊な生理機能に関与するタンパク質分子の生理機能の詳細の理解及びタンパク質分子の構造解析を行い、タンパク質分子機能レベルにおける環境適応能の理解に努めるとともに、これまで知られているタンパク質の反応機構、生理機能及び構造を比較することにより、これまでと違った視点から酵素の構造機能相関に新たな機能的意義付けを行い得られた知見を酵素機能改変等に幅広く応用することを目指す。また、極限環境微生物の環境適応機構を一つの特殊なシステムとして捕らえ、それらの環境適応特性及び制御機構の解明を目指して研究を行う。得られた成果をタンパク質機能の改変や微生物代謝機能の改変及び微生物による物質生産に資することを目的として研究を行う。

当研究室で新たに分離された高カタラーゼ生産微生物株は細胞抽出液から得た可溶性画分のカタラーゼ含量が約10%を示す。本カタラーゼについて大量精製法を確立し、酵素的な諸性質を明らかにするとともに遺伝子を取得し、大腸菌における発現系の構築を行った。また常時発現していないカタラーゼについても遺伝子配列を決定し、熱や酸に強いタイプのカタラーゼであることを明らかにした。

グラム陽性絶対好アルカリ性細菌から脂質アンカー

を持つ膜結合型の新しいチトクロム *c* を精製し、その諸性質を明らかにするとともに遺伝子を取得し一次構造及び転写開始点決定し、プロモーター領域の推定を行った。本チトクロム *c* は非常に低い酸化還元電位を示し、その構成する101アミノ酸残基中僅かに1つの塩基性アミノ酸しか持っていないことから、非常に特殊な機能を持つものと推察された。

- 研究テーマ：1. 極限微生物由来タンパク質構造と機能情報に基づくタンパク質の機能改変に関する研究
2. 極限微生物の環境適応機構システムの解明とその応用に関する研究

機能性タンパク質研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：津田 栄

(北海道センター)

概要：

不凍タンパク質など産業や医学の分野において広範な応用が期待される未利用機能性タンパク質郡のみを研究対象として、それらの天然資源（動植物）からの探索、アミノ酸・遺伝子配列の決定、性能評価、機能解明、及び有効活用法の検討を行う。特に、実用化研究に必須となるタンパク質大量精製技術の確立、高精度の活性評価システムの構築、多様な細胞保存効果の検証を行う。

従来の III 型不凍タンパク質に加え Ia 型、Ib 型、II 型の不凍タンパク質の組成を解明した。独自の活性評価システムを構築して、従来は知られていなかった不凍タンパク質間の正の協同効果の存在を明らかにした。また、同タンパク質が時間の経過とともに氷結晶表面に集積することを始めて明らかにした。また微量濃度の不凍タンパク質を高分子溶液に混入することによって優れた凍結耐性を有するゲルを作成する技術を開発した。また、肝細胞、上皮細胞、浮遊細胞、神経細胞、臍帯などを従来の8~10倍長期間低温保存する技術を開発した。これらのタンパク質利用技術開発を促進するために大量生産手法の改良を続け、5日間で2グラムの高い生産効率を達成した。最新の多次元核磁気共鳴法とタンパク質結晶構造解析法を駆使することによって、キシラナーゼやカタラーゼなど複数の産業酵素の3次元分子構造を行っている。

- 研究テーマ：1. 不凍タンパク質などの産業用酵素の性能評価と機能解明
2. 不凍タンパク質の大量精製法の確立
3. 産業用タンパク質の医学応用及び食品応用

界面生体工学研究グループ

(Biointerface Engineering Research Group)

研究グループ長：鈴木 正昭

(北海道センター)

概要：

本研究グループは生体物質の生産、分離、センシングへの応用を目的として生体物質の2次元位置選択的配列、ナノ粒子の合成と表面修飾技術を研究している。

基板に固定したタンパク質の高感度赤外反射分光法による定量を検討した。光反射率の高いアルミニウム基板上に固定した牛血漿タンパク (BSA) を0.1-10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の範囲で定量することができた。またタンパク質の空間的な配置等を考慮した高効率固定法の開発のために BSA 固定に対する鎖長と官能基の異なる有機シラン化合物混合膜の効果について予備的な検討を行った。

バイオセンシング等に期待できる銀ナノ粒子を化学還元法とレーザープロセスを組み合わせた手法で合成した。クエン酸還元法で合成した広い粒径分布を持つ銀ナノ粒子に強いレーザー光を照射することで約10 nm の粒径のそろった銀ナノ粒子を合成した。それを種粒子にして成長させまた弱いレーザー光で粒子の形状を整えることで、10-80 nm の任意の粒径を持つ銀ナノ粒子を得ることができた。

研究テーマ：生体分子固定のための微細表面修飾技術

核酸工学研究グループ

(Nucleic Acids Engineering Group)

研究グループ長：小松 康雄

(北海道センター)

概要：

研究目的：

新規な機能性核酸を創出し、遺伝子解析の効率化、高感度化を目指す。

研究手段：

オリゴヌクレオチドの末端をアミノ化する試薬単体を、有機化学的手法を用いて合成する。続いて、それらを末端に有するオリゴヌクレオチドを合成し、高純度精製法を確立する。さらに、アミノ化オリゴヌクレオチドの化学的性質を調べる。

方法論：

平成17年度までに開発したオリゴヌクレオチド末端用アミノ化試薬は、従来型の試薬よりも高い反応性を有していた。そこで、その反応性を解明するためにさらに幾つかの誘導体を合成し、その性質を調べた。実験の結果、アミノエチルカルバメート構造が、高い反応性には重要であることを明らかにした。この新型アミノ化試薬が導入されたオリゴヌクレオチドを搭載する DNA チップの開発を民間企業と進め、平成19年度中の製品化を目指した基礎研究を終了した。また、RNA の末端を効率的に標識する試薬の開発も進め、従来型の試薬よりも高い効率で反応する試薬を幾つか合成した。

研究テーマ：1. 新型アミノ化修飾試薬の実用化研究
2. 遺伝子検出技術の精度の向上

生体分子利用デバイス研究グループ

(Biomolecular-based Devices Research Group)

研究グループ長：鈴木 正昭

(北海道センター)

概要：

本研究グループは有用な生体分子の付加価値をさらに上げるために、生体分子の電気化学的機能を研究するとともに、生体分子を利用した機能デバイスを開発することを目指している。

電気化学的測定法の時簡短縮について検討した。電極上に電荷を濃縮する方法を用いることにより15分以内に100 pM 程度までの過酸化水素を検出することが可能になった。またマイクロチャンネルを用いた電気化学的測定によりアミノフェノールを測定対象として、アルカリフォスファターゼ酵素の酵素活性測定時間を数分程度に短縮できた。

人の薬物代謝に重要な働きをするシトクロム P450 (CYP) 酵素の機能を迅速・簡便・安価に測定できる手法の開発を目的として直接電気化学法による CYP の機能測定に着手した。電気化学的応答を得るために必要な金基板上への CYP 固定法について検討し、電気化学的応答が得られることが分かった。

非標識バイオセンサなどに応用が期待できるポーラスアルミナの光干渉を利用した生体物質の検出法についてポーラスアルミナの作成条件、センサとしての基礎的な特性等を検討した。

研究テーマ：生体分子を利用した機能デバイスの開発

遺伝子転写制御研究グループ

(Gene Regulation Research Group)

研究グループ長：高木 優

(つくばセンター)

概要：

発生、形態形成、環境応答、物質代謝を含め、植物の多様な機能は、個々の遺伝子の発現調節によって制御されていることは言うまでもない。これら遺伝子発現調節に対し、植物では転写レベルの制御が、植物の機能制御に中心的な役割を果たしていることが示されており、それ故個々の転写因子の機能、すなわち、転写因子が制御する形質と標的遺伝子群を解明することは、植物の機能制御と遺伝子発現制御との関係を明確にしていく上で有効な方法である。転写因子を含め遺伝子の機能解析を行うには、対象とする遺伝子の欠損株を解析することが端的な方法であるが、植物の転写因子遺伝子は、大きなファミリーを形成し重複遺伝子が数多く存在することから、遺伝破壊や相補的な RNA 導入等の従来の方法では、植物の転写因子の機

能解析が容易ではない。そこで、我々は転写抑制因子を用いた遺伝子サイレンシングシステム (CRES-T 法) 開発し、これまで困難であった重複した転写因子の機能解明を可能にした。本課題では、シロイヌナズナをモデルとして、CRES-T 法を中心に用いて個々の転写因子の機能解明を行い、転写因子間の機能ネットワークを解明するとともに、この研究の過程で得られる有用形質を実用化植物に適応し、応用的展開を見据えた転写因子の操作による機能性植物の作出研究を進める。

研究テーマ：植物転写因子機能解析研究

[テーマ題目] 放線菌 *Rhodococcus* 属細菌を利用した高機能化細胞創製技術の開発(運営費交付金)

[研究代表者] 田村 具博

(遺伝子発現工学研究グループ)

[研究担当者] 田村 具博、三谷 恭雄、北川 航、安武 義晃、田村 範子、千 宇光、加川 雄介、西岡 大樹
(常勤職員4名、他4名)

[研究内容]

研究目的：

放線菌 *Rhodococcus erythropolis* 細胞に新たな機能を付与した高機能化細胞を構築するための基盤技術の開発を進める。

方法論：

R. erythropolis 細胞を宿主として有用物質生産系の構築を目指し、有用遺伝子探索に向けた技術開発を行う。宿主細胞に機能タンパク質を発現することで新たな機能を付与するのみならず、同タンパク質への変位導入による高機能化酵素創製を目指した構造解析による立体構造の情報を収集する。

研究手段：

DNA チップを利用しない網羅的遺伝子発現解析技術を用いて、遺伝子の多様性について解析する技術確立を目指すため、異なる表現型を示す同族同種の微生物間における遺伝子発現解析を行う。また微生物変換に利用可能な機能分子の高機能化技術の確立に向けてシトクロム P450 の X 線結晶構造解析を行う。

年度進捗状況：

遺伝子の多様性を解析する技術については、まず最初に放線菌 *Rhodococcus erythropolis* の株間におけるゲノムの相違を見るため、複数の株より精製した total DNA をパルスフィールド電気泳動にて解析した。その結果、同族同種の細胞でありながら、株によって細胞内に保持する線状プラスミドの数や長さが異なることを確認した。解析した株の中から、異なる線状プラスミドを持つ複数の株と、線状プラスミドを持たない株を選択し、網羅的遺伝子発現解析法である改変型 HiCEP 法で、株

特有の遺伝子を探索することで遺伝子の多様性について解析・検討を行った。各細胞から total RNA を抽出後、HiCEP 法にて株間での遺伝子発現を検討したところ、比較した特定の2株間において、一方の株において特異的に発現する遺伝子を20以上確認することができた。それら遺伝子の塩基配列情報を元に PCR にて2株間での遺伝子増幅を調べると、約半数の遺伝子については両株が共通して保有している遺伝子であることが判明したが、残り半数の遺伝子については、一方の株に特異的に存在する遺伝子であることが判明した。このことから、表現型の異なる同族同種細胞にこの技術を応用することで、株特異的表現型の原因遺伝子を探ることを含めた遺伝子構成を比較検討することが可能と考えられる。

シトクロム P450の構造解析は、一般的に難しく非常に多くの分子種が同定されているにもかかわらず、構造決定されている分子は非常に少ない。そこで、放線菌由来の CYP105ファミリーに属するシトクロム P450について構造解析を行った。同 P450タンパク質の C-末端に His-tag を融合した組換えタンパク質を大腸菌を宿主として発現、精製した後、結晶化スクリーニングに供した。384条件の初期スクリーニングとその後の条件の至適化により得られた結晶は2.8Å の分解能を示し、本結晶から回収した X 線回折データをもとに分子モデルを構築した。得られた分子構造は、基質フリーのアポ体で分子中央にヘムが配置されている P450の基本構造ともいえる P450-fold が確認された。また既に構造が決定された P450同様、BC ループ並びに FG ヘリックスと名付けられた領域の温度因子が他の領域より高いことが確認され、分子構造上「ゆらぎ」の大きいことが予想される。CYP105ファミリーに属する P450は、基質特異性が広く多様な分子に対して酸素添加することが知られている。中でも、物質生産という観点からは、ビタミン D3を水酸化する能力を示す分子が存在しており、同分子の有効利用が期待されている。本解析結果により、CYP105ファミリー分子の機能改変技術確立に向けた有用な構造情報を提供できた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 放線菌、ロドコッカス、物質生産、生物工場

【テーマ題目2】 微生物を利用した高効率発現系の構築
(分野戦略：先進バイオプロセス・パイプラインの開発)

【研究代表者】 田村 具博
(遺伝子発現工学研究グループ)

【研究担当者】 田村 具博、三谷 恭雄、北川 航、
安武 義晃、田村 範子、西岡 大樹、
加川 雄介(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

研究目的：

放線菌を宿主としたバイオプロセス技術による有用タンパク質や物質を生産するための基盤技術を開発する。
研究手段：

水に難溶性の物質に対する微生物触媒を念頭に、有機溶媒により発現誘導される遺伝子を単離・同定する。

方法論：

放線菌 *Rhodococcus erythropolis* の培養液に各種有機溶媒を添加することで発現量が変動する細胞内タンパク質を探索し、そのタンパク質の同定と遺伝子クローニングを行う。得られた遺伝子情報とレポーター遺伝子を利用して、有機溶媒で遺伝子発現の誘導が可能か検討する。

年度進捗状況：

水に難溶性の物質を基質とした微生物変換反応では、基質を溶かすために使用した有機溶媒が必然的に培地に溶け込む。また、水-有機溶媒の2相系の反応系でも微生物は重層した有機溶媒にさらされることになる。従って、基質とともに添加、あるいは重層した有機溶媒によって遺伝子発現を増強できるのであれば、新たな発現誘導剤を必要としない効率の良い発現系を構築することが可能になると考えられる。そこで、当研究グループで保有するロドコッカス属細菌に対し、17種の有機溶媒に対して細胞の増殖能や、有機溶媒添加による細胞内タンパク質の量的変化などを調べた結果、酢酸エチル、アセトニトリル、プロパノール、メタノールの4溶媒添加において細胞内タンパク質に変動が確認された。酢酸エチルとアセトニトリルは細胞毒性が強いことから、残り2種の溶媒の中からメタノールにより誘導される遺伝子の探索を行った。メタノール依存的に誘導されるタンパク質は、1次元あるいは2次元電気泳動でその変動が確認されるタンパク質で、泳動ゲルを切り出し LC-MS/MS による解析の結果、放線菌由来の isocitrate lyase 及び elongation factor TU (EF-TU) が同定された。isocitrate lyase をコードする遺伝子をクローニングすると、その下流に3種の遺伝子が近接しており、これら4遺伝子が一つのオペロンとを形成し1本の RNA として転写されていることが判明した。本オペロンにおける4番目の ORF がアルコールデヒドロゲナーゼをコードする遺伝子であり、これら4遺伝子は、微生物におけるメタノールなどの C1化合物の分解経路に関する遺伝子群であることが代謝マップ等から予想された。

isocitrate lyase 遺伝子の upstream 300 bp をレポーター遺伝子につないだベクターを構築し、宿主細胞(放線菌 *Rhodococcus erythropolis*) に形質転換後、レポーター遺伝子の発現を調べると、このプロモーターはメタノール非添加時でも構成的に発現し、メタノール添加により発現が誘導されることが確認された。このことより、遺伝子発現を完全に ON/OFF せずに、遺伝子の発現を担保しつつさらに有機溶媒を添加することで発現を増強するプロモーターとして利用できると考えられ、有機溶媒

存在下での高機能化細胞構築に有用な発現系が構築できた。

⑮【先進製造プロセス研究部門】

(Advanced Manufacturing Research Institute)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：三留 秀人

副研究部門長：佐々木 信也、平尾 喜代司、

永壽 伴章

主幹研究員：大司 達樹、前田 龍太郎

所在地：中部センター、つくば東、つくば中央第5

人員：117名 (114名)

経費：1,937,592千円 (778,075千円)

概要：

環境との調和を図りつつ、高い国際競争力を有する我が国の製造産業の持続的な発展を実現するには、「最小の資源」「最小のエネルギー」「最小の廃棄物」で「最大限の機能・特性」を発揮する製品を「高効率」で作る生産プロセス技術（ミニマルマニファクチャリング）の確立が不可欠である。このため当部門では、材料技術と製造技術とを一体化することにより、製品の機能・精度・生産性（効率・コスト）の高度化を追求する「高付加価値技術」及び、製品のライフサイクル全体における低環境負荷性の追求と機能・生産性の両立を図る「低環境負荷技術」を開発することをミッションとする。

高付加価値技術においては、製造プロセスアルゴリズムとして、マルチスケール解析を援用した機能の最大発現を可能とするマルチスケール最適設計手法を確立するとともに、それを基に高機能付与や多様ニーズ対応等を可能とする高機能創製製造技術、プロセスの高効率化等を可能とする高生産性製造技術を開発する。マルチスケール最適設計では、材料機能や個別技術を最大発現させる製品設計、システム構築及び両者の相乗効果を図るために、材料組織等をミクロスケール、製品等をマクロスケールと捉えたマルチスケール解析技術や、微細欠陥の大面积部材での効率的検知などを始めとするマルチスケール検証技術などを開発する。このマルチスケール最適設計技術を基に、高機能創製製造技術では、ミクロレベルの機能集積と内部構造の同時構築を可能とする機能集積化技術、広いスケールレベルでの形態・形状制御と機能付与に資する機能誘導構造化技術を、また高生産性製造技術の開発では、製造プロセスの簡略化・高効率化に繋がる高効率プロセス技術を開発する。

低環境負荷技術においては、製品ライフサイクルアルゴリズムとして、環境負荷性・機能性・生産性にお

けるライフサイクル的パフォーマンスを総合的・定量的に評価するライフサイクル設計・管理手法を確立し、それを基に製造プロセスの環境負荷の低減等を可能とするローエミッション・再生プロセス技術を開発するとともに、得られた技術を高付加価値技術の開発に順次応用することにより、ミニマルマニファクチャリングの確立を図る。ライフサイクル設計・管理では、製品のライフサイクル的パフォーマンスの極大化のために、環境負荷、機能、生産性等の視点で定量的・総合的に評価するトータルパフォーマンス評価技術、安全確保・ライフサイクル管理のために製造プロセスのモニタリングや製品のトレースを可能とするプロセスモニタリング・製品トレース技術等を開発する。このライフサイクル設計・管理技術を基に、ローエミッション・再生プロセス技術では、加工条件・設計等の最適化による環境性・生産性の向上に資するローエミッションプロセス技術等を開発し、環境負荷性を考慮した製造・再生プロセスの構築を目指す。

これらを実施する研究拠点は、無機系材料に関する研究ポテンシャルを持つ中部センターと、機械・加工技術や材料・プロセスに関する研究ポテンシャルを持つつくばセンターの2カ所にある。第2期中期計画における当ユニットが担当するミッションを遂行するに当たり、研究グループ単位で最適な研究実施体制を構築することを目的に、平成18年4月に部門内の研究グループの再編を行った。第1期においてそのミッションをほぼ完了したと判断される研究グループは解散することとし、当該グループで蓄積した知見を核として、研究グループを再構築した。研究の進展に伴い研究範囲が拡大した研究グループは、ミッションを明確にして効率的な研究開発が行えるよう研究課題を独立させ、新たな研究グループを新設した。また、ミッションをより明確にし、効率的な研究開発が行えるよう名称変更するとともに、各研究グループの人員構成の最適化を図った。これにより、平成18年度は中部センター8研究グループ、つくばセンター13研究グループの計21研究グループで研究を進めた。

また、平成18年度においては平成17年度に策定した部門の重点課題について進捗状況等に応じた見直しを行い、以下の課題を重点研究課題とした。

- ・ローエミッション製造のためのトータルプロセス設計技術
- ・マルチスケール・マルチフィジックス CAE による最適設計
- ・3D 集積化プロセス技術開発
- ・低温・高速コーティング技術の開発
- ・エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の研究開発
- ・オンデマンド MEMS 製造装置の開発

- ・製造現場における安全・信頼性基盤技術の開発
- ・広範囲領域のキャラクタリゼーションのための間接計測法の開発
- ・ステレオファブリック造形技術
- ・先端微細加工技術分野の人材育成

外部資金

経済産業省 分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

「超伝導薄膜限流器研究開発」

経済産業省 次世代型分散エネルギー基盤技術研究開発

「新規水素貯蔵材料開発のための支援技術開発」

経済産業省 未来型 CO₂低消費材料・材料製造技術研究開発

「セラミックス材料における CO₂低排出型材料技術開発」

経済産業省 エネルギー・環境技術標準基盤研究

「簡易型水素センサー」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発

「高機能レーザ表面着色装置の開発/高速レーザ処理法の開発、及び、着色部の高機能化・耐久性向上技術の開発1」

「木質材料の高機能化並びに高度利用技術の開発/マイクロ波を用いた高精度過熱水蒸気発生装置の開発」

経済産業省 戦略的技術開発委託費

「高感度環境センサ部材開発」

文部科学省 産学官共同研究の効果的な推進

「金属コア入り圧電ファイバの実用化」

文部科学省 科学研究費補助金

「微小重力環境を利用する超磁歪材の組織・結晶方位制御と磁歪特性」

「微小重力下でのフッ化物ガラス合成における微結晶生成抑制効果の研究」

「気泡ダイナミクス制御による超音波化学反応場の高効率化に関する研究」

「走行ロープシステムの振動抑制」

「スピネル型リチウムマンガン酸化物の結晶構造及び電子構造に関する研究」

「スマートストラクチャの損傷診断適応型ハイブリッド制御」

「Barite 型化合物及びふっ化物系低摩擦・低摩擦耐熱材料の開発と摩擦機構の解明」

「超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場の解

析と化学プロセスへの展開」

「フェーズフィールドモデルに基づくマイクロ流路内二相流の界面追跡計算法の開発」

「その場結晶成長・粒子配向を利用した高機能セラミック多孔材の創製」

「常温合成フラーレンナノチューブの基礎的性質の解明と電極応用」

「新規ガーネット型高速リチウムイオン伝導体の単結晶育成と固体-固体界面の制御」

「無鉛圧電セラミックスを用いたスマートアクチュエーターとその応用」

「二溶液モールド法による高規則性微粒子集積体パターンの自己組織化形成」

「マイクロリアクタ内の気液二相流動の制御に関する研究」

「ナノ炭素高速噴射によるインサイチュー金型表面創製技術の研究」

「塗布光反応法を用いた室温動作巨大磁気抵抗薄膜の開発」

環境省 (その他)

「2050年 IT 社会における IT システムの環境負荷低減に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「機械加工システムの新構造部材の開発・高剛性高減衰構造材料と評価技術の開発、高機能摺動部材と評価技術の開発」

「揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発」

「MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクト」

「熱電式水素センサの研究開発」

「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」

「ベースメタル元素を活用した新規酸化物正極材料開発」

「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業/MEMS-半導体横方向配線技術」

「ナノ粒子特性評価手法の研究開発/キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」

「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金

「ナノトランスファー法による大容量キャパシタ内蔵型多層回路基板の開発」

「環境中微量有害ナノ物質のイオン化制御による高分解能計測・抑制法の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業
 「セロミクスを指向したプラズモン共鳴ナノ粒子合成における超音波応用」
 「縮合ケイ酸塩骨格を基本構造とするメソ多孔体の合成」
 「反応性プラズマを利用した生体活性ナノ複合皮膜の開発と応用」
 「ネットワーク MEMS デバイスの開発」

財団法人長野県テクノ財団 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業
 「機械・レーザー・イオンビーム複合加工による超微細デバイス開発」

財団法人中部科学技術センター 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業
 「自己整合技術を用いた有機光高度機能部材の開発」
 「超微細物理乳化による高能率セミドライ切削システムの開発」
 「超音波による汚染土壌中 VOC の無害化システムの開発」

財団法人科学技術交流財団 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業
 「セラミック材など低電導性材料の放電加工方法の研究」

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業
 「グリーン製造技術を目指したドライプレス金型の実用化」

財団法人日本宇宙フォーラム
 「常温衝撃固化現象を利用した微小重力下での製膜プロセス開発」

ファインセラミックス技術研究組合
 「セラミックリアクター開発」

財団法人ふくい産業支援センター 平成18年度中小企業地域新生コンソーシアム研究開発事業
 「ナノ粒子分散多層製膜技術による超耐久性プラスチック食器の開発」
 「金属光造形複合加工法の高度化による医療機器製品への適応製造技術の開発」

茨城県工業技術センター
 「Mg 切削粉のリサイクルによる板材製造技術の開発」

国立大学法人東京大学先端科学技術研究センター
 「温暖化対策の技術選択モデルに関する調査」

発表：誌上発表484件、口頭発表819件、その他95件

機能モジュール化研究グループ (Functional Assembly Technology Group)

研究グループ長：淡野 正信

(中部センター)

概要：

環境・エネルギー問題の解決を図るために、高性能のセラミックリアクター（燃料電池等、電気化学反応を主体とした物質やエネルギーの変換機能モジュール）の実現が期待される。小型高効率化や多機能化といった飛躍的な性能向上を実現するためには、従来技術では不可能であるような、優れた機能を発揮するための部材が高度に集積した構造を造り込むための、モジュール化技術の開発が不可欠となる。そこで、①ナノ構造制御等による高性能のマイクロ部材を開発し、②そのマイクロ部材の3次元のモジュールとして高度に集積化して、③さらにこれらのプロセスを同時・連続的な構造化技術として実現することが可能な、革新的な製造技術の確立により、社会的なニーズに応えかつ産業競争力強化への貢献を目指す。

具体的には、ケミカルプロセッシングを駆使し、電磁場等の外部エネルギーを利用して、マトリックスと空間より構成される高効率の反応場を、異種材料や多孔一緻密質等の異なる材質からなる層状構造体の一体化により作製するための、新規プロセス技術を開発する。得られたプロトタイプモジュールの環境浄化能やエネルギー出力等の性能について、従来を超える高効率性を実証するとともに、その実用化展開を図る。

研究テーマ：テーマ項目 2

結晶機能制御研究グループ (Crystal Materials Engineering Group)

研究グループ長：秋本 順二

(つくば中央第5)

概要：

当研究グループは、高付加価値を有する新規機能性無機結晶材料の開発、並びに新規素材合成プロセスの開拓などの高効率製造技術の開発を担当する。具体的には、イオン交換合成法、低温熔融塩法、オゾン酸化法、マイクロ波加熱法などの低温溶液を用いた素材合成技術を開拓・適用し、リチウム電池材料等への応用を目指して、チタン酸化物、マンガン酸化物、コバルト酸化物、鉄酸化物などの新規機能性無機結晶材料の合成・開発を行う。また、そのために基盤となる、結晶構造・電子構造解析技術の高度化、精密単結晶育成技術の確立を目指す。さらに、低温・高速コーティン

グ技術等の手法を適用し、新規原料素材を使用したエネルギー変換・貯蔵デバイスの開発を目指す。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目3

機能薄膜プロセス研究グループ (Thin Films Processing Group)

研究グループ長：熊谷 俊弥

(つくば中央第5)

概要：

当研究グループは、部門のミッションである「高付加価値技術系」のうち、製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術の開発を担当する。すなわち、機能性無機薄膜製造技術の低温プロセス化を中心に省エネルギー化、プロセス簡略化を図るために、①高効率コーティング技術、②機能材料薄膜化技術及び③素子モジュール化・プロトタイプ化技術を開発する。

①では、部門内重点研究課題「低温・高速コーティング技術」、先導研究課題「高機能化を実現する製造プロセス」を中心として、「塗布熱分解法」及び「塗布光照射法」を進展させ、また、これらの手法を集積加工研究グループが開発してきたエアロゾルデポジション法と融合させるなどの高効率コーティング技術を開発する。

②では、萌芽研究課題「自由落下液滴からの金属ガラス合成プロセスの開発」を中心として薄膜化や配向制御により高機能が発現するような無機材料の固体化学的手法による設計と薄膜化プロセスを開発する。

③では、超電導限流素子、赤外線センサ、熱伝導度センサ等の素子モジュールを作製することを目標とする。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目17

エコ設計生産研究グループ (Environmentally Conscious Design and Manufacturing Group)

研究グループ長：三島 望

(つくば東)

概要：

部門内重点課題「ローエミッション製造のためのトータルプロセス設計技術」をグループにおける中核的研究課題として研究開発を進めた。同課題においては、平成18年度は下記の研究を行った。設計・評価技術の部分については、製品ライフサイクルを通じた、価値、コスト、環境負荷による統合的評価指標を開発した。実例としてノートPCを対象として、部品レベルでのトータルパフォーマンス解析を行った。また、加工技術の部分では、イオンコントロール複合加工機を用いて超微粒子超硬合金に直径1.2 mmで30 µmの段差を持つ穴を電解切削加工することに成功した。また所

定の表面仕上げを行う際に、放電加工単独で行う場合と複合加工で行う場合を、上記で提案したトータルパフォーマンス指標に基づいて評価した結果、複合加工が高効率（トータルパフォーマンスが高い）ことを明らかにした。その他、製品設計・製造プロセス・社会システムの環境適合化に関する研究開発を進めた。フィードバックレーザ加工システム技術、超精密フライス加工用多刃工具の開発、環境調和型製品の社会影響評価技術、生産機械のロバスト設計技術、などについてそれぞれ研究開発を進めた。

研究テーマ：テーマ題目18

難加工材成形研究グループ (Low-Formability-Materials Processing Group)

研究グループ長：松崎 邦男

(つくば東)

概要：

マグネシウムやチタン、ステンレス等の難加工材について、省エネ工程で環境に配慮した成形技術を金型の潤滑システムとともに開発し、最終的に部材等の形状への成形を行う。そのために、素材の製造技術とその成形技術を粉体加工と塑性加工を主としたプロセスの高度化、複合化、融合化によって開発する。素材の成形性を改善するために加工熱処理技術を確立し、応力条件を制御した温間、熱間鍛造技術の開発を行う。また、金型への固体潤滑材のコーティング技術を検討し、ドライ成形用金型の開発を行う。さらに、粉末法によりステンレスやチタンの軽量高機能材料の開発を行うとともにマグネシウムの切削粉のリサイクル化技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目4

先進焼結技術研究グループ (Advanced Sintering Technology Group)

研究グループ長：渡利 広司

(中部センター)

概要：

セラミックスは優れた機能を有するが、原料の粉砕・分散・混合・乾燥・形状付与・有機バインダー除去・焼結・加工といった数多くのプロセスを経て製造されるため、製品コストが極めて高くなり、このことが用途を限定している。そのため、各工程に要する時間の短縮化、使用する資源の減量化、投入エネルギーの低減化、工程時間の最小化を導く高効率製造技術の開発が求められている。当研究グループは、製造プロセスのコンパクト化を目指し、原料の粉砕・分散・混合工程を短時間、かつ同時に行う湿式ジェットミルによるスラリー調整技術の開発、高性能無機バインダーの開発、有機バインダー低減化技術の開発、電磁場を利用したセラミックプロセス技術の構築、遠

心焼結技術の研究開発等を進めている。
研究テーマ：テーマ題目 5

超音波プロセス研究グループ
(Ultrasonic Processing Group)

研究グループ長：飯田 康夫
(中部センター)

概要：

超音波を用いた化学プロセスは、常温・大気圧下でマイクロな極限環境を容易に創出することが可能であることから、熱や光などを用いる従来型プロセスとは異なった、新規な低環境負荷型プロセス技術として期待されている。

当研究グループでは、超音波の産業応用を目的として、その基礎となるソノケミカル反応場利用技術の高度化と高効率化の研究を展開している。具体的には、計算機シミュレーションによるキャビテーション気泡の圧壊挙動の解析、光散乱法を用いた新規な多数気泡空間分布解析法の開発等を実施する。一方、応用面では、ソノケミカル反応場の特徴を生かした省資源、環境浄化技術の開発、バイオマスの高付加価値化、さらにはナノ構造を制御した機能性粒子創製、非接触マニピュレーションなど、多方面にわたる超音波を利用した産業プロセス技術の開発を進める。

研究テーマ：テーマ題目 6

テーラードリキッド集積研究グループ
(Tailored Liquid Integration Group)

研究グループ長：加藤 一実
(中部センター)

概要：

21世紀の高度情報化社会・環境調和型社会の持続的発展と高齢化社会における医療福祉技術の高度化のため、高性能小型電子機器や超小型精密医療用機器の開発が緊要である。このような機器においては、複数の機能が集積した機能集積材料の適用搭載が緊要であり、そのためには先進液相原料（テーラードリキッド）とその集積プロセス技術の開発が不可欠である。当研究グループでは、機能集積材料として集積化圧電デバイス、強誘電体メモリ、マイクロリアクタ、環境センサ、フレキシブル光デバイス等を具現化するため、テーラードリキッド内の機能発現ユニットの合成技術、液相を経由したナノ～マイクロ領域の構造形成技術、複雑形状基板上への精密構造体の集積化技術等に関する研究開発を実施し、産業技術基盤と国際競争力の強化を図る。

研究テーマ：テーマ題目 2

トライボロジー研究グループ
(Tribology Group)

研究グループ長：安藤 泰久

(つくば東)

概要：

ナノスケールから大型のシステムまで、トライボロジー全般に係わる横断的かつ基礎・基盤的技術の向上を図ることにより、我が国の産業競争力強化に貢献することを目標としている。そのために、製造装置の効率や製品の付加価値を向上させるため、トライボロジー研究グループが有するポテンシャルを生かし、それを表面機能構成技術に展開していく。具体的には、「メカニカル機能付加技術」、「ケミカル機能付加技術」、「インタフェース高度化技術」を有機的に連携させることで、「ローエミッションプロセス技術」、「高効率プロセスの開発」を進めていく。その中で、環境面への配慮も含めたシステム性能を向上させることや、表面や潤滑システムに新しい機能を発現させることを目指す。中・長期的には、マイクロ/ナノトライボロジーを主軸とした研究を進め、トライボロジーを科学的に深化させ、サステナブルトライボロジー技術へと発展させていく。また、最先端の技術情報拠点となるべく研究グループ内の研究者個々人の研究ポテンシャルを高めるとともに、産業界の根幹技術であるトライボロジー技術の向上と普及に努める。

研究テーマ：テーマ題目 7、テーマ題目 8

集積加工研究グループ
(Integration Process Technology Group)

研究グループ長：明渡 純
(つくば東)

概要：

機能材料・ナノ材料を実用的なデバイスに繋げる革新的な低温プロセス技術や集積技術の確立と生産技術としての高度化を目指す。そのため、産総研が独自に開発した機能性材料の低温集積化コーティング（エアロゾルデポジション法：AD 法）の高度化やこれを利用したセラミックス材料「常温衝撃固化現象」の解明、イオン・電子ビームなどを用いた表面改質技術、水熱合成法などを用いた薄膜・厚膜技術のメカニズム解明と高度化など、主に非熱平衡過程を用いたプロセス基盤技術の確立とデバイス試作、及びこれらのプロセス技術を実現するための計測・評価技術、また、これらの各要素プロセスを用い生産システムとして省エネ、省資源に資するオンデマンド性の高いプロセス基盤技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目 8、テーマ題目 16

ネットワーク MEMS 研究グループ
(Networked MEMS Technology Group)

研究グループ長：前田 龍太郎
(つくば東)

概要：

より多機能で、信頼性の高い機械システムを実現するために、通信機能を有した微小で高機能な運動素子の開発を行っている。特に安心安全や省エネルギーを目指したセンサネットワークや工業製品のトレーサビリティを確保するためのセンサ通信機能付きタグ等の開発を目指す。これらのユビキタスデバイスの実現にはスマート材料、流体素子、パワーマネージメント技術、実装技術及びコスト削減を目指したプロセス装置開発やマイクロ材料プロセスが不可欠となっている。当研究グループではネットワーク型ベンチャー企業群、製造企業・研究機関との共同研究を通じて MEMS の要素技術や実装技術を開発している。安心安全や省エネ、トレーサビリティ用のセンサネットやユビキタスデバイスの実現のため、デバイスのパワーマネージメント技術、システムの小型化のための実装技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目19、テーマ題目20

インプリント製造技術研究グループ

(Nanoimprint Manufacturing Technology Group)

研究グループ長：高橋 正春

(つくば東)

概要：

MEMS 分野における微小光学素子やバイオ分析チップなどの生化学分析用流体素子、さらに画像提示素子など微小な部品の研究開発は盛んであるが、実用化の鍵は微細なナノ構造体をいかに低コストに製造（形状付与とともに機能付与）するかにかかっている。近年、マスター型より多数のコピーが造れるナノインプリント技術はコストダウン効果が高い製造技術として注目を集めている。

ポリマー系材料を成形する光・熱ナノインプリント技術の開発に加え、新たに光学的特性の高いガラス材料の成形に取り組み、主に熱ナノインプリント成形を中心としたナノ製造技術の確立や、デバイス応用展開を図るとともに、ナノインプリント用データベースを構築した。

ナノインプリント成形の鍵となる高精度マスター型の製造技術においては、自由局面やテーパ形状を有する3次元精密型の直接製造技術の確立を目指すとともに、型の高速製造技術開発及び高機能化、大面積化に取り組んだ。また、インプリント成形装置開発では、操作性、機能性及びスループットの高いナノインプリント装置（光・熱インプリント、超音波を援用したナノインプリントなど）の開発に取り組み成形温度の低温化や時間短縮を実現した。

研究テーマ：テーマ題目21、テーマ題目20

高性能部材化プロセス研究グループ

(High-Performance Component Processing Group)

研究グループ長：吉澤 友一

(中部センター)

概要：

高度化・高性能化する製造システムや産業機器を支えるための中核となる先進構造部材を創製することを目的に、材料機能を合目的かつ効率的に部材構造中に配置する製造技術の開発を行っている。特に、セラミックスが本質的に有する高い硬度、耐食性、化学的安定性等を部材機能に取り込んだ高耐食性部材、高性能多孔体部材、高耐摩耗性部材等の開発を目指している。このため、気孔の大きさ、分布状態、配置・配向、傾斜化を可能とする気孔形成技術、内部と異なる表面構造を付与するためのプロセス技術等の開発に取り組んでいる。

平成18年度は、①メソ/ミクロの細孔径を有するSiCO系の分離膜の製造技術やマクロ細孔を有する多孔質高強度アルミナの製造技術の開発などの高性能セラミックス多孔体に関する研究、②資源的に安定供給に不安のある切削工具用超硬合金を、資源の制約の無いアルミナや窒化ケイ素セラミックスで代替するタングステン代替切削工具部材の開発に関して研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10

高温部材化プロセス研究グループ

(High-Temperature Component Processing Group)

研究グループ長：北 英紀

(中部センター)

概要：

ミクロからマクロに至る広いスケールレベルでの形態や形状の構造化とともに、高効率製造、高機能付与を可能とする部材化プロセスに関する研究開発を行っている。具体的には、精密構造を有するユニットを立体的に組み上げ、結合・一体化させることにより、多様な形状・サイズを有する部材を作製できるプロセス（ステレオファブリック造形）を考案、そのキーテクノロジーとして精密成形・焼成技術及び接合技術の開発を進めている。同プロセスにより大型部材に特異形状を付与し、軽量・高剛性、高断熱性の実現と製造工程におけるロス最小化を目指す。得られた部材・技術は排ガス浄化フィルターや鍛造用各種ツール、大型テーブル、定盤といった、各種分野の部材、部品に適用していきたいと考えており、その実用化と普及を通じて環境負荷低減と高効率化に資することができる。

研究テーマ：テーマ題目11

生体機構プロセス研究グループ

(Bio-Integration Processing Group)

研究グループ長：大司 達樹

(中部センター)

概要：

高齢化社会の到来を迎え、バイオ、メディカル分野における高付加価値製品のフレキシブル製造プロセス技術開発が急務である。当グループでは、バイオ機能発現の最小単位(=バイオ・カスタムユニット)の集積によって、求められる機能を引き出す製造プロセス技術(=バイオ・カスタムユニットプロセス)の確立を目指している。

平成18年度の成果は下記のとおりである。

- ①複雑形状精密制御技術の開発：適切な無機物質の析出条件を調整することにより、100 nm オーダーまで微小化することに成功した。
- ②細胞、組織増殖の活性化に適合すると考えられる人工骨ユニット構造として、テトラポッド型を提案・設計した。
- ③高度機能活用技術：細胞の個体表面上で細胞応答を解析し、カスタムユニットの物理的表面形状が細胞の増殖、分化に顕著な影響を与えることを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目12

ファインファクトリ研究グループ

(Fine Manufacturing Systems Group)

研究グループ長：岡崎 祐一

(つくば東)

概要：

近年、世界各国で急速に進展しつつある生産システムのマイクロファクトリ化に関して、提唱者集団の責任と進歩性をもって、その社会への普及を進展させることを目的とし、自ら各種機械やシステムの研究開発を行うことによってその意義をアピールするとともに、国内外の研究開発活動のハブ的存在として、情報の集積と学協会・企業等における活動を支援する。また、世界の製造業を支えている工作機械技術と精密加工技術の進展に資するべく、工作機械関連機関と連携し、工作機械の国際規格制定に貢献する。高付加価値機械製造の根幹となる超精密機械要素、超精密運動制御、超精密/ナノ機械加工、超精密・微細形状計測の基礎研究からシステム開発・応用までを、産業への応用を出口と目し、企業と協同して取り組む。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目8

レーザー微細加工研究グループ

(Laser Nano-Processing Group)

研究グループ長：松岡 芳彦

(つくば東)

概要：

機能の高度化及び高実装密度化が進む多様な工業製

品・部材について、さらなる高機能化と高能率生産技術の開発を目的に、当研究グループが高いポテンシャルを有するレーザーアブレーション技術を活用して、ナノ機能構造体の高精度制御技術及びパルスレーザーを用いた直接微細加工技術の開発を行っている。

平成18年度は、①ナノ粒子の安全性・リスク評価手法確立のための標準ナノ粒子の安定供給手法の開発及び派生技術であるイオン発生素子の高機能化・高付加価値化を主とした実用化開発、並びに②ガラスやセラミックスなどの難加工材料の割れや欠けの無い形状加工を可能にするパルスレーザーを用いた直接微細加工技術などの開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目14

製造プロセス数理解析研究グループ

(Process-oriented Computational Applied Mechanics Group)

研究グループ長：手塚 明

(つくば東)

概要：

計算力学(計算工学)は、機械工学、熱工学、材料工学、流体力学、バイオエンジニアリング、土木工学、航空工学など、従来の分断化された学問分野を結ぶ横糸である。現象を支配する方程式が共通であれば、同一の解析プログラムがスケール・分野を問わず有効である。当研究グループは、製造プロセスに関わるマクロ及びメゾスコピックな物理現象を対象とし、有限要素法に代表される数値解析手法の開発とその応用を研究範囲とし、内外の実験部隊とのコラボレーションを有機的に遂行する。

研究テーマ：テーマ題目15

センサインテグレーション研究グループ

(Sensor Integration Group)

研究グループ長：松原 一郎

(中部センター)

概要：

製造産業の安全性向上等を目的として、高性能ガスセンサの開発を目指している。ガスセンサの開発にあたり、当研究グループでは、「新材料のセンサ応用」と「新しいセンシング原理の提案と実証」を基本方針とし、その中で材料開発からプロトタイプの実製までトータルな研究開発を進める。明確なニーズに対応する課題として、水素漏れ検知用の水素センサ、室内空気質モニタリング用のVOCセンサ、有毒なCOに対して高速に応答するCOセンサ、及び人間計測へのガスセンサ利用技術の開発を行っている。水素センサについては国際標準化に向けた活動も実施している。また、センサ開発に必要な共通基盤の技術として、センサ材料の物性評価、高分散性ナノ粒子の合成とその評

価、デバイス作製への CAE の導入にも取り組み、基礎から応用までバランスのとれた研究開発を推進している。

研究テーマ：テーマ題目11、テーマ題目24

機能・構造診断研究グループ

(Functional and Structural Damage Diagnosis Group)

研究グループ長：鈴木 隆之

(つくば東)

概要：

「高付加価値技術」及び「低環境負荷技術」の基盤となる安全・信頼性基盤技術として、機器・構造物からそれを構成する機能素子まで、さまざまな階層の健全性評価に関する研究開発を行っている。微小磁場の検出が可能な先進磁気センサーや磁気力顕微鏡等の走査型プローブ顕微鏡技術の適用、あるいは既存の非破壊損傷評価プローブの改良により漏洩磁束法や ECT 法を用いた電磁気的な手法を中心に実験的に非破壊損傷評価を行うとともに、逆問題解析を行い得られたデータより高速度かつ高精度に欠陥、損傷の形状寸法を求める技術を開発している。また、次世代エネルギー機器への適用を目指した酸化物系共晶材料の耐久性評価試験や、微小部材の力学特性評価試験等を行い、そのデータの集積や損傷の形成過程の解明にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目22

マイクロ熱流体研究グループ

(Microfluidics Group)

研究グループ長：市川 直樹

(つくば東)

概要：

マイクロ熱流体システムの製品化並びに普及のための基盤技術の確立を目指し、マイクロ領域で顕在化する流体现象の解明並びに制御、さらに先端 MEMS デバイスやシステムへの展開を図る。そのため、実験及び数値シミュレーションを用いた現象の解明と制御手法の開発、具体的デバイスなどへの応用、デバイスの評価などを一貫して行う。特に、ポンプやバルブ、流路や反応部、検出部などを一枚のチップに集積したシステムの実現に向けての要素・基盤技術を開発する。また、人間状態などの計測・分析システムの開発を通して、システム化のために共通基盤的に必要となる技術を確認する。

研究テーマ：テーマ題目23、テーマ題目24

[テーマ題目1] ミニマルマニュファクチャリングのための技術統合フレームワーク

[研究代表者] 綾 信博 (研究部門付)

[研究担当者] 綾 信博 (常勤職員1名)

[研究内容]

最大の機能を発揮する製品の最小環境負荷による高効率生産を目指し、個別の製造要素技術 (材料、加工、計測技術) を効果的に選択しシステム構成するための設計支援技術及びフレームワークについて研究している。ある目的とする機能を持つ人工物を製造する際に、多様な材料及び構造が考えられ、それを実現するために多様な加工方法・組立方法がある中で、それらの機能、環境負荷、コスト等を総合的に比較検討する必要があるが、セマンティック技術を用いることで、このようなマルチクライテリア評価が容易かつ拡張可能な形でできる可能性がある。

平成18年度には、与えられた制約条件下で、定量的に示された所要の機能を有する製造物を生産するための複数の製造プロセスフロー間の比較評価を行うための表現・俯瞰手法の検討を進め、ブラウザのプロトタイプを設計し、根幹部分について実装した。光電変換デバイスを例にとり、候補となる構造、使用する材料及びそれを製造するためのプロセスのフローの複数の案に関して、各製造プロセスを構成する要素プロセスに関する情報等について仮想外部リソース上の (メタ) データを参照し、それを用いて当該プロセスの複数のプロパティについて構造化マトリクスにより演算し、その結果をグラフ化表示することで、分散所在するアップトゥデートな各種技術知識を参照し統合しつつ、製造プロセスフローに関するマルチクライテリア評価を効果的に行うことを検証した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 製造プロセス、マルチクライテリア評価、セマンティック技術、RDF、ブラウザ、構造化マトリクス

[テーマ題目2] 3D 集積化プロセス技術開発

[研究代表者] 淡野 正信

(機能モジュール化研究グループ)、
加藤 一実

(テラロードリキッド集積研究グループ)

[研究担当者] 淡野 正信、加藤 一実、藤代 芳伸、
鈴木 俊男、山口 十志明、
西澤 かおり、木村 辰雄、鈴木 一行、
増田 佳丈、前田 龍太郎、小林 健、
明渡 純 (常勤職員12名、他1名)

[研究内容]

21世紀社会に必要な高性能小型電子機器の創出のためには、複数の機能が集積した機能集積材料の創製が重要であり、テラロードリキッドソースを用いた機能付加2D 集積化プロセスの開発が不可欠である。また、環境・エネルギー分野では、物質及びエネルギー変換反応

システムの高性能化・汎用化による産業競争力向上を図る上で、ミクロスケール部材を複雑構造かつ精密配置で実用サイズに集積、小型高効率化や高耐久性等を実現した高機能モジュールとするため、3D 同時構造化プロセスの開発が不可欠である。本テーマでは、デバイス・モジュールへの多様な社会ニーズに対応可能な高付加価値製造技術として、これら3D 集積化プロセス技術を開発、その適用性実証を目指している。

平成18年度は、機能付加2D 集積化プロセス開発において、3元系前駆体溶液を用いて層状強誘電体を分極軸配向状態で高度集積し、圧電特性の向上により既存鉛材料の代替可能性を実証した。また、2成分系ゾル調製と集積プロセスの検討を進め、セラミックス細管内の触媒膜の内部構造を制御すると同時に、良好な被覆特性を得ることに成功した。さらに、構造規則性を有するメソポーラス薄膜の合成技術を開発する等の成果が得られた。

一方、3D 同時構造化プロセス開発に関しては、排ガス浄化モジュール作製において、同時構造化による耐久性・安定性確保と低コスト製造プロセスへ向けた検討を行い、ナノ構造とマイクロ～マクロ構造の同時形成技術の一例として、弱磁場下での電極3D 配向組織形成のプロセス開発等に成功し、浄化反応の電流効率10 %以上を得るとともに、マイクロモジュールを構成するユニットの精緻構造制御と集積化を検討し、小型高効率化の実証に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 テーラードリキッドソース、化学プロセス、メソポーラス材料、非鉛系圧電セラミックス薄膜、多孔質酸化触媒厚膜、マイクロ機能部材、高度集積化プロセス、同時・連続構造化、電気化学リアクター、排ガス浄化、SOFC、ナノ構造

【テーマ題目3】 高付加価値を有する新規機能性無機結晶材料の開発

【研究代表者】 秋本 順二
(結晶機能制御研究グループ)

【研究担当者】 秋本 順二、早川 博、木嶋 倫人、高橋 靖彦 (常勤職員4名、他4名)

【研究内容】

本テーマでは、部門のミッションである「高付加価値技術」としての製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高付加価値素材の高効率製造技術を開発する。平成18年度は、新規リチウム電池材料等の製造プロセスの開拓、低環境負荷な原料を使用した新規素材開発、並びに水溶液法などによる新しい無機合成プロセスの開拓などを行った。その結果、低温熔融塩法により、ニッケル置換型のマンガンスピネル系リチウムイオン電池正極材料の単結晶粒子を、700 °C以下の温度で合成する技術を開

発し、充放電試験の結果、出力特性に優れた素材であることを明らかにすることができた。また、低温の熔融塩を用いたイオン交換合成法を適用し、リチウム電池の高容量化に適する200 mAh/g を超える高容量を有する新しいマンガン酸化物、チタン酸化物の開拓に成功した。一方、実用材料であるリチウムコバルト酸化物の単結晶を用いて、リチウム脱離反応に伴う結晶構造・電子構造の変化に関する精密な解析に成功するとともに、カルシウムフェライト型構造を有する新規チタン酸化物の合成と物性の解明に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 溶液成長法、結晶成長、X線構造解析、精密単結晶育成技術、マンガン酸化物、チタン酸化物、コバルト酸化物、鉄酸化物、イオン伝導体、リチウムイオン二次電池材料

【テーマ題目4】 Mg合金板材の成形に関する研究

【研究代表者】 松崎 邦男
(難加工材成形研究グループ)

【研究担当者】 松崎 邦男、初鹿野 寛一、花田 幸太郎、清水 透、加藤 正仁、鳥阪 泰憲、村越 庸一
(常勤職員7名)

【研究内容】

マグネシウム合金は軽量高強度材料として注目され、環境負荷低減に非常に有効な材料である。しかしながら、成形性が乏しいため、実用化の障害となっている。本研究では、マグネシウム合金について板成形を行うために、合金の開発及びプロセスの開発を行っている。成形プロセスでは、ZA41合金について、多軸加工を行うことで、1 μm までの結晶粒の微細化が可能であり、室温での強度及び伸びはそれぞれ、280 MPa 及び21 %に達し、十分な強度と延性を得ることができた。さらにこの材料は275 °Cにおいて40 mm のブランクに対して23 mm の張出しがバルジ成形により可能であり、超塑性成形にも適用できると考えられる。高速度での成形を行うために、電磁成形によるマグネシウム板材の加工法の開発を行った。室温において、瞬時の成形が可能であり、また、熱処理した板を用いることで成形性の改善ができ、型の加熱や成形性の優れた板材を用いることで、電磁成形での高速度加工も期待できるものと考えられる。新たに開発した合金では、適切な熱処理を行うことで室温において300 MPa 以上の強度と30 %近い伸びが得られ、100 °C以下において絞り比2での深絞り加工ができることを明らかにしており、成形性にすぐれた合金を開発することができた。また、リサイクルの観点から、切削で生じた切子を熱間圧延により固化成形し、板材の作成を行った。得られた板材の室温での強度と伸びは市販の板材と同程度であり、切削粉の板材への再利用も可能であることを

明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 塑性加工、温間加工、高速度加工、
ネットシェイプ成形、超塑性

【テーマ題目5】 エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の研究開発

【研究代表者】 渡利 広司

(先進焼結技術研究グループ)

【研究担当者】 渡利 広司、糸 正市、長岡 孝明、
安岡 正喜、堀田 裕司、佐藤 公泰、
杵鞭 義明、平尾 喜代司、北 英紀、
松崎 邦男 (常勤職員10名、他2名)

【研究内容】

ボールミル、遊星ボールミル等の粉碎ボールメディアを使った従来のスラリー作製は工程時間が長く、さらには分散後の再凝集、ボールからの不純物の混入等の問題がある。本研究では、新たなセラミックスラリー作製プロセスとして、粉碎メディアを用いることなくスラリー同士の高速での相互衝突により、短時間で粉碎・分散・混合工程を行う湿式ジェットミルプロセスの検討と評価を行った。さらには、得られたスラリーから成形体及び焼結体を作製し、スラリー特性と成形体及び焼結体特性との比較検討を行った。

ジェットミルで作製したスラリーは低粘度でかつその経時変化が少なく、再凝集性の低い安定したスラリーである。最初に、得られたスラリーと成形性との関係を調査した。対象はアルミナとした。ジェットミルを用いて調整したスラリーから得られる成形体の相対密度は67%と、通常のボールミルプロセスから得られる成形体の相対密度(60%)に比較して極めて高かった。また、成形体の焼結性を確認したところ、湿式ジェットミルプロセスで得られた成形体は1,450℃で緻密化し、ボールミルに比較して100℃以上低い温度で緻密化することが分かった。また、焼結体の強度は733 MPaと高く、通常のアルミナ焼結体に比較して強度に影響を及ぼす欠陥サイズが小さくなっていることが示唆された。

湿式ジェットミルを利用したナノ粉末の分散について検討を行った。その操作条件の制御により、解砕・再凝集性の低い安定したスラリーが作製できることを見出した。また、そのスラリーを使用することにより、従来のスラリー調整方法では困難であったナノ粉末のシート成形を行うことが可能となった。また、焼成にマイクロ波焼成を用いることにより、剥離やミクロンサイズの気孔が少ない焼結体を得ることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 湿式ジェットミル、スラリー、分散、
成形、焼成、マイクロ波焼結

【テーマ題目6】 超音波プロセスの研究

【研究代表者】 飯田 康夫

(超音波プロセス研究グループ)

【研究担当者】 飯田 康夫、小塚 晃透、砥綿 篤哉、
安井 久一、辻内 亨 (常勤職員5名)

【研究内容】

ソノプロセスにかかわる基礎現象の理解と、その特徴を生かした材料合成や産業応用を目的として研究を進めた。理論的な研究では、照射容器の壁などの固体振動と超音波振動子による音場の相互作用を考慮した有限要素法計算を行った。ハイドロホンで実際に測定される音場と比較することにより、有限要素法計算の有効性を確認した。また、気泡内の化学反応の数値シミュレーションを行い、超音波の周波数、音圧や気泡の平衡半径などが、酸化剤生成量に与える影響を明らかにした。実験的な研究としては、気泡の合体を考慮した照射方法や微粒子添加による高効率化に関する研究を進めた。単純な連続照射の場合と比較して、数倍以上の反応効率が得られることを示すことができた。また、シート状のレーザー光をプローブとした光散乱法により、超音波照射溶液中の活性気泡の分布を計測し、これまで解析の手段が限られていた多数気泡の挙動を把握する手段として活用した。溶存気体量や音圧を変化させ、気泡同士の合体が進行する様子を高速度ビデオで観察するとともに、光散乱信号を測定することによって、光散乱信号と気泡挙動との関係を明確化することができた。

非接触マニピュレーションに関しては、大気中での操作に着目し、対向型のホーンによって形成される音場の計算を行うとともに、微粒子の移動軌跡にあらわれる揺れの原因を明らかにした。一方、材料関係では金や銀などの貴金属ナノ粒子の合成について検討し、ナノ粒子の粒径や形態を超音波によって制御することが可能であり、可視域の広い範囲において吸収ピークを制御することが可能であることを示した。また、セラミックや金属微粒子の表面修飾や分散における超音波照射の効果を検証し、スラリーの粘度変化や処理粉体表面の近赤外拡散反射スペクトルから表面近傍の水分子の吸着状態について検討した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、キャビテーション、気泡、材料
創製、シミュレーション、ソノケミスト
リー

【テーマ題目7】 マイクロ／ナノトライボロジーの研究

【研究代表者】 安藤 泰久

(トライボロジー研究グループ)

【研究担当者】 安藤 泰久、藤澤 悟、是永 敦、
中野 美紀 (常勤職員4名、他4名)

【研究内容】

高度マイクロ／ナノトライボロジー計測技術開発のた

めに、マイクロマシン技術を応用した3次元マイクロステージと水平力センサの開発とその評価、材料の破壊過程で発生するアコースティック・エミッション (AE) 計測を行った。3次元マイクロステージについては、作製プロセスの改良を中心に行った。これまで、プロセス中に酸化膜をパターニングする際、集束イオンビーム加工によって酸化膜を除去していたが、その場合は長い加工時間が必要になるという問題があった。そこで、あらかじめ基板上に成膜した窒化膜をフォトリソグラフィでパターニングしておき、酸化膜を形成するときに窒化膜によって酸化膜の形成を抑制する手法を適用することによって、バッチプロセスのみでステージを作製することが可能になった。さらに、ステージに電極を取り付ける実装ユニットについても改良を行い、信頼性を向上させるとともに、ステージをヒーターで加熱することを可能にした。

水平力センサでは、ステージ上に作製した凹凸パターンの摩擦力 (接線力) を原子間力顕微鏡 (AFM) に取り付けて測定し、形状像から求めた傾きと比較することで、理論通りの検出感度が得られていることを確認した。このことから、水平力センサを AFM の水平力検出感度の校正に利用する道筋が示された。AE 計測に関しては、高速度カメラによる破壊現象の観察と AE 計測を完全に同期させて行う技術を開発した。一方、有機分子の自己組織化膜 (SAM) は微細加工やマイクロデバイスへの応用が期待できるものの、摩擦に対する耐久性の面で課題があった。そこで、水素終端化シリコンと直接共有結合した SAM が、シランカップリング剤から作製した SAM よりも高い化学的耐久性を持つことに着目し、シリコンと直接共有結合した SAM の摩擦特性について実験的な検討を行った。

その結果、直接結合した SAM により摩擦係数が減少すること、鎖長の長い分子からなる SAM の方が摩擦に対して高い耐久性を持つことが明らかになった。以上の結果から、SAM の新たな潤滑膜としての可能性が示された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 アクチュエータ、AFM、MEMS、トンネル電流、センサ、アコースティック・エミッション、自己組織化、SAM、耐久性

【テーマ題目 8】 オンデマンド MEMS 製造装置の開発

【研究代表者】 明渡 純 (集積加工研究グループ)

【研究担当者】 明渡 純、中野 禪、馬場 創、
朴 載赫、佐藤宏司、芦田 極
(常勤職員6名)

【研究内容】

製品サイクルの短期化、中国、アジア諸国の進出などにより少量、多品種生産に対応できる製造技術強化の方

向として、機械加工の分野では、小型生産システムや「デスクトップファクトリー (DTF) ®」に対する取り組みが現実味を帯びてきている。一方で、MEMS デバイスなど高度な部品製造に於いては、特定品種大量生産という半導体ビジネスの呪縛にとらわれ、試作や開発レベルのデバイスが実用化に結びつく事例は少なく、その開発投資額からして、非常に効率の悪い状況にある。

本プロジェクトでは、機能の面で製品付加価値競争の要となる高度な機能をもった微小メカトロ部品、MEMS (微小電気機械システム) 部品の設計・検証と小規模生産 (年商1億円以下から) を実現し、ますます激化する製品サイクルの短期化に即応できる高度部材・コア部品製造技術の確立を目指す。これを実現するためのアプローチとして、従来 Si-MEMS 技術にこだわらず、金属・プラスチック成型加工技術と低温コーティング、接合技術を用いた機能材料の集積化技術を駆使し、短サイクルの製品設計に対応できる試作システムとして、また、変量、多品種生産に適用できる製造システムとして、オンデマンド・デスクトップファクトリーのコンセプトを提唱、実証を行う。尚、実証対象品として、本研究開発課題では、高機能部品として大きな市場が見込まれ、また、多変種品が求められる超高速 MEMS 光スキャナーを事例に取り上げ、材料・素材を投入すると、加工→組み立て→評価までを行い、これを実際に生産できるシステムを実現する。

平成18年度は、上記光スキャナー生産システムの実現を前提に、デスクトップ AD 装置やマイクロプレス機、マイクロファーンレス、インクジェット配線、搬送系を含めた総合システムの動作を確認し、実際の試作システムまで完成させた。そして、国際ナノテクノロジー総合展などに展示し、普及活動を実施した。併せて、材料・加工・設計の全ての技術を置き換え (変革) させる新しい提案も行い、大きな反響を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 オンデマンド、MEMS、エアロゾルデポジション、金属プレス、コーティング、マイクロファクトリー、インクジェット、光スキャナー、アクチュエータ

【テーマ題目 9】 高性能セラミックス多孔体に関する研究

【研究代表者】 吉澤 友一

(高性能部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、
福島 学 (常勤職員4名、他6名)

【研究内容】

セラミックスは優れた耐熱性、耐食性を有しており、その多孔体は脱塵フィルター、水素分離膜及びその支持基材、下水処理の際の汚泥への散気など、エネルギー創出や環境浄化などの分野で賞用され研究開発が進んでい

る。本研究では①メソ／マイクロの細孔径を有する SiCO 系の分離膜、②マクロ細孔を有する高強度アルミナに関して取り組んだ。

① メソ／マイクロの細孔径を有する SiCO 系の分離膜の製造技術の開発

メソ／マイクロポーラス Si-C-O 系分離膜の開発にはメチルシロキサン系の有機無機ハイブリッドの焼成により作製した。前駆体の仮焼はガス放出と収縮を伴うものであり、これらが多孔体の特性である細孔径や比表面積に大きく影響する。前駆体に含有されるメチル基からの炭化水素系ガスの放出 (500-700 °C)、水素ガス放出 (600-900 °C) が生じると、その放出ガスに応じて細孔が付与される。しかしながら同時に収縮も起こるため600 °C以上で焼成する膜の比表面積は0-5 m²/g と極めて小さい。そのため十分な比表面積と細孔容量を付与するためには、収縮の小さい400-500 °C程度で焼成を行う。しかしながら、この焼成温度では高比表面積膜は得られるが、メチル基をはじめとするアルキル鎖やメチルーケイ素結合や水素-炭素結合が残存してしまい耐熱性、耐食性に乏しくなってしまう。そこで炭化ケイ素充填剤を前駆体に導入することにより、高温焼成においても収縮を抑制し高比表面積を保持する技術の検討を行い、充填剤量に関わらず600 °C以上の焼成において最高で比表面積300 m²/g 超を達成した。また1 nm 付近にピークを有する細孔径分布を得た。

② マクロ細孔を有する多孔質高強度アルミナの製造技術の開発

大きな気孔径を有するセラミック多孔体の製造は、大きな粒径の原料粉末を使用する必要がある。しかし、10 μm を越えるような粒子では、プレス成形することが困難である上に、著しく焼結能に欠き、粒子の合体は殆ど進行しないため手で崩れる程度の強度しか得られない。強度はフィルターの分離効率 (透過、分離操作時間) と大きく関係し、例えば高強度であれば高圧操作が可能となり分離効率が高くなる。1 μm 以上の気孔径を付与する技術としては、スポンジへのスラリー含浸法やバブルフォーム等が試みられているが、必要とされる強度が得られなかったり、気孔径が大きすぎるなどの問題点があった。

本研究テーマでは、上記の問題を解決するために、焼結性の劣る大きな粒子と易焼結性の微粒子を含有する無機高分子を適量混合させ焼成する製造プロセスを開発した。これによりハンドリング可能な成形体を得ることが可能となり、焼成時に粗大粒子間の接触部 (ネック部) を増大させ、所望の細孔径と、かつ高強度 (従来法の10倍以上、圧縮強度で100 MPa 以上) を達成することができた。本技術は、特殊な手法や装置を必要とせず、大きな粒径の原料粉末に少量の添加物を加えるだけで、必要とする気孔径と強度が達成さ

れるため、関連企業より高い評価を得ている。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、多孔体、フィルター、細孔径、高温、比表面積、透過量

【テーマ題目10】 タングステン代替切削工具部材の開発

【研究代表者】 吉澤 友一

(高性能部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、福島 学、日向 秀樹

(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

現在、金属材料の切削工具材料として超硬合金 (WC-Co) が広く用いられている。しかし、タングstenは、地殻存在量が少なく、また、産出国が限られている。我が国の場合、タングstenは、100 %輸入に頼っており、輸入先も90 %以上が中国である。中国における工業の発展に伴い、自国内での消費が増加し、輸入量の制限や価格の高騰が問題となっている。また、長期的な安定供給が懸念される。切削工具は、自動車産業を始めとする多くの機械工業でなくてはならない工具であり、将来的な安定供給の確保が重要な課題である。

切削工具材料としてアルミナ (Al₂O₃)、窒化ケイ素 (Si₃N₄) などのセラミックスも使用されているが、現在は少量である。しかし、資源的に問題の無いセラミックスへの代替が強く望まれている。セラミックスで切削工具材料の候補となる材料は、アルミナ系と窒化ケイ素系である。両者は、少量ではあるが、実用切削工具として使用されている。これらの材料が広く使用されない理由は、前者は、靱性の低さに起因する耐欠損性の不足であり、後者は、高温での鉄との反応性である。材料組織制御の観点より、これらの欠点を克服するため、アルミナでは、既開発の高靱性材をベースに、高温硬さ、耐摩耗性が高い材料を表面に形成する、また、窒化ケイ素ベースでは、窒化ケイ素の表面に反応を抑制する層の形成することで問題を解決する。

高靱性アルミナ材は、平成17年度までの耐摩耗／高靱性二層アルミナの技術を応用し、表面層厚さ制御技術を確認した。また、複数面に同時に表面耐摩耗層を形成する技術を確認した。さらに、新規表面層処理剤の探索にも成功した。これらの試作材は、切削工具チップの形状に加工し、実際に鋳鉄と一般鋼の切削試験を行い、安定した特性を示した。窒化ケイ素に関しては、組成を変更し、焼結工程の途中で表面に炭化物が形成する条件を発見した。本技術では、切削工具に加工した後に PVD などの方法で表面をコーティングする必要がなく、また、コーティングにつきものの剥がれの問題も生じない。今後は、さらに表面層形成条件を詰め、切削試験を行う予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レアメタル、元素戦略、
タングステン代替、切削工具、アルミナ、
窒化ケイ素、表面改質

【テーマ題目11】 ステレオファブリック造形技術

【研究代表者】 北 英紀
(高温部材化プロセス研究グループ)
【研究担当者】 北 英紀、日向 秀樹、近藤 直樹、
吉田 克己、伊豆 典哉、伊藤 敏雄、
申 ウソク、松原 一郎、松岡 芳彦、
鈴木 隆之、西村 良弘、笹本 明
(常勤職員12名)

【研究内容】

従来のセラミックスの造形プロセスでは、ひとつの部品に付与できるサイズレンジ比に限界があり、例えば全体が大型で精密な構造を有する部材の製造が困難であった。これはプロセスが制約となって設計が妥協せざるを得ないことを意味する。また、大型部品を作製するには大型の成形設備が必要なことや加工工程での原材料ロスが大きく、破損が生じた場合、全てを交換せざるを得ないこととなるなど、これらはいわゆる「無駄」となっていた。ミニマルマニファクチャリングの考え方にに基づき、資源・環境負荷を抑えつつ競争力を強化する為には、こうした無駄をできるだけ排除できるプロセスの開発が必要と考えた。そこで我々は、精密構造を有するユニットを立体的に組み上げ、結合・一体化させることにより、多様な形状・サイズを有する部材を作製できるプロセス（ステレオファブリック造形）を考案し、その実用化に向けた取り組みを行っている。

平成18年度はステレオファブリック造形法により、精密貫通細孔を配した長尺円筒、柱状粒子を表面に持つ微細突起を規則的に配した中空大面積体等、従来困難であった大サイズレンジ比で複雑形状の構造体の設計と試作を行った。またナノ粒子を含む高充填ペイストを接合材として使用することにより、ブロック同士を接合できる目処を得た。得られたモデル部材を使って熔融金属に対する濡れ性の評価を実施し、高温保護管や搬送部材としての適合性を見出すとともに、表面の精密凹凸パターンに自己潤滑複合層を形成した部材の試作を実施した。

今後、ステレオファブリック造形法の適用範囲拡大に向け不可欠となる接合・一体化技術の開発を実施する。具体的には、部材レベルで信頼性の高い接合技術、接合温度の低温化、及び局所加熱による接合法に関する検討を行う。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造
【キーワード】 セラミックス、成形、大型部材

【テーマ題目12】 バイオ・カスタムユニットプロセス技術の開発

【研究代表者】 齋藤 隆雄

(生体機構プロセス研究グループ)

【研究担当者】 齋藤 隆雄、永田 夫久江、寺岡 啓、
稲垣 雅彦（常勤職員4名）

【研究内容】

バイオ、メディカル分野における高付加価値製品のフレキシブル製造プロセス技術の確立を目指し、バイオ機能発現の最小単位（＝バイオ・カスタムユニット）の集積によって、求められる機能を引き出す製造プロセス技術（＝バイオ・カスタムユニットプロセス）について研究開発を行う。

カスタムユニットの最小単位材料として利用するナノ粒子の合成において、従来の手法ではエマルションの油滴サイズが基本ユニットのサイズを決定するため微小化が困難であった。そこで、有機物を溶解するための溶媒を親水性溶媒に変更し、適切な無機物質の析出条件を調整することにより、100 nm オーダーまで微小化することに成功した。細胞、組織増殖の活性化に適合する考えられる人工骨ユニット構造として、テトラポッド型を提案・設計した。その構造は、集積時に完全連通孔ネットワークを形成すると同時に、ユニット同士の絡み合いによる埋入安定性を発揮した。さらにユニット微細表面構造の設計を行い、メッシュを用いたマスキングによるプラズマ溶射により組織侵入に最適と思われる構造のみからなる表面構造を実現し、血管を伴った骨組織形成を促進しうることを見いだした。表面構造の差により形成される組織の形態に差が生じることを示す結果も得られた。これらバイオ・カスタムユニットの最適設計には組織再生誘導能評価系の確立が極めて重要である。本研究では動物細胞の個体表面上で細胞応答を解析し、カスタムユニットの物理的表面形状が細胞の増殖、分化に顕著な影響を与えることを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造
【キーワード】 生体材料、アパタイト、人工骨、細胞、
コーティング

【テーマ題目13】 表面粗さ校正用標準片の規格提案と供給に向けた精密機械加工と計測評価技術

【研究代表者】 岡崎 祐一
(ファインファクトリ研究グループ)
【研究担当者】 岡崎 祐一、直井 一也、加藤 教之
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

表面粗さは精密な機械加工面の評価にとって極めて重要なパラメータである。その測定機を校正するためにはトレーサビリティのとれた物理的な「標準片」が必要であるが、現在その供給体制は世界的な問題になっている。とりわけ我が国はその製造・供給体制をもっていない。また、国際規格である ISO 自体もユーザのニーズを必ずしもカバーしていないという不満がある。

そこで、ISO5436/JIS B-0859-1に規定される、微細

表面形状を持つ表面粗さ計校正用標準試験片を供給しうる製造技術と検定体制、及び規格拡張のために①断面形状の高精度化、②高速工具サーボの高精度化、③3次元超精密ダイヤモンド切削加工装置の構築に取り組んだ。これらにより、現状入手可能な外国製標準片を凌ぐ形状精度が得られるようになり、また3次元標準片への可能性が開けた。

【分野名】 標準・計測分野

【キーワード】 表面粗さ、校正、標準試料、ダイヤモンド切削、超精密ステージ、運動制御、高速工具サーボ

【テーマ題目14】 高生産性先端加工技術開発

【研究代表者】 松岡 芳彦

(レーザー微細加工研究グループ)

【研究担当者】 松岡 芳彦、瀬戸 章文、平澤 誠一、吉澤 友一、福島 学
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

機械加工技術は高度に発達した高生産性技術であるが、有限の大きさをもった工具「刃」による接触加工であり、さらなる微細な加工は非常に難しくなっている。レーザー発振器は、波長・パルス幅・繰返し周波数・出力エネルギーに多様性が増し、レーザービーム加工の種類・対象が格段に広がり、ミクロンサイズ、あるいはより小さい微細加工が可能になりつつある。高度に完成された高生産性機械加工と、機械加工と同レベルの高い生産性をもち、かつ機械加工が困難な材料にも適用可能なレーザービーム加工の融合により、次世代技術である高生産性先端加工技術を確立することを目的として開発を行っている。

平成18年度は、接触式の機械加工が苦手とするガラスやセラミックスなどの脆性材料(難加工材料)のパルスレーザーを用いた実用的な直接加工技術を開発することを目的とし、レーザーの発振波長やパルス幅の効果を中心に検討した。合成石英ガラスを除いて、フラットパネルディスプレイやハードディスクなどの基板に用いられている工業用透明板ガラスの多くは、紫外光領域で光吸収を持つ。またレーザー加工の観点では、赤外光領域のレーザー光は主に熱的な加工であるが、紫外光領域の短パルス光を用いると非熱的な加工が主となる。これらより、熱歪により容易に破壊されるガラス材料は、紫外光領域の短パルスレーザーによるアブレーション加工が適していると予想される。ナノ秒パルス Nd:YAG レーザーの第四高調波(266 nm)を用いて、ガラス、セラミックス材料の直接加工を検討した。硼珪酸ガラスに対するザグリ加工において、2.5 μm/走査の精度での深さ制御が可能であった。厚さ0.14 mm の硼珪酸ガラスに対して、割れや欠けのない直径1 mm の円削り抜き加工を実現した。ソーダライムガラス、クラウンガラス、ア

ルミナセラミックスなどの1 mm 程度の厚みの材料に対しても同様の加工を実施できた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 直接微細加工、パルスレーザー、紫外光、ガラス、セラミックス

【テーマ題目15】 マルチスケール・マルチフィジックス CAEによる最適設計

【研究代表者】 手塚 明

(製造プロセス数理解析研究グループ)

【研究担当者】 手塚 明、中住 昭吾、鈴木 健、往岸 達也、日向 秀樹、近藤 直樹、北 英紀、福島 学、周 游、吉澤 友一(常勤職員10名)

【研究内容】

ミニマルマニファクチャリングの技術的具体化を行う高付加価値技術系に関して、材料と製造を融合しトータルパフォーマンスを最大化することを目的とする、マルチスケール最適設計の研究を行う。具体的な対象として、ミクロな構造を内包する材料を使用してその構造をマクロな製品の機能に生かした製品の実現を想定している。このため、ミクロな構造とマクロな機能との相関に関する大規模計算を、小規模のコンピュータシステムを用いて効率よく実現できるマルチスケール数値解析技術を実設計・製造評価に応用する。材料形態のメゾスケール及びマクロスケール(バルク)の形状構造との双方向連成が可能な均質化法(マルチスケール FEM)、均質化法をベースとしメゾスケールの材料形態及びマクロスケールの構造形状の双方を設計変数とするマルチスケール最適設計、並びにこれらの解析を実現化するための大規模並列解析を統合的に組み合わせ、応用することにより達成する。

平成18年度は大型部材の比剛性の向上を可能とする、マクロ構造形状最適設計手法の研究を行い、以下の2つの成果を得た。1)格子状の有限要素メッシュの要素密度を設計変数とするトポロジー最適設計で問題となる解析時間低減のため、 1×10^7 自由度を中型 PC クラスタで、実行時間約15分で解析可能な領域分割型並列解析技術を確立し、問題を解決した。2)軽量で剛性が低下しないマクロ構造形状最適設計の課題として、XY ステージへの応用をイメージしたセラミックス(アルミナ)バルク平板(300×300×15 mm)の3点曲げ荷重・支持条件(中央等分布線荷重(総荷重5,390 N)及び単純支持)の軽量・高剛性最適設計に取り組み、当初最大撓み比1.7倍、体積比53%の最適軽量構造(研削加工の制約を考慮して中実構造)を実現し、比剛性向上のためのマクロ構造形状最適設計手法を確立した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 計算力学、最適設計、並列解析

〔テーマ題目16〕 低温・高速コーティング技術の開発

〔研究代表者〕 熊谷 俊弥

(先進製造プロセス研究部門機能薄膜プロセス研究グループ)

明渡 純 (集積加工研究グループ)

〔研究担当者〕 熊谷 俊弥、岩田 篤、秋本 順二、
真部 高明、木嶋 倫人、土屋 哲男、
相馬 貢 (常勤職員8名)

〔研究内容〕

本テーマでは、第2期中期計画「1-(2)-①省エネルギー・高効率製造技術の開発」に対応して、産総研が高いポテンシャルを有するエアロゾルデポジション (AD) 法や塗布熱分解 (MOD) 法などのセラミックスコーティング技術を融合化することにより、国際競争力に優れた高効率な低温・高速コーティング技術を開発する。具体的には、1)AD 法、MOD 法における製膜機構の解析、大面積コーティング法の開発、2)新規原料粉末を用いた AD 法厚膜作製と特性評価、3)AD 法と MOD 法との積層による厚膜コーティング技術の開発、4)積層膜の素子モジュール化、を行う。平成18年度が最終年度であり以下の成果が得られた。

①大面積 AD 機を作製し、単ノズルの最適化 (液体用末辺がりノズルを選定) 及びエアロゾル化技術の高度化 (4連エアロゾル化装置の開発)、マルチノズル化 (3ノズル) により、直径21 cm の鋼製円板上に厚み3 μm のアルミナ膜を成膜速度3 mm^3/min で作製することに成功し、目標値 (20 $\text{cm} \times 20 \text{ cm}$ 面積に対し、本テーマ開始時の3倍の成膜速度2 mm^3/min) をクリアした。

②高分解能透過電子顕微鏡による MOD 膜の製膜機構や塗布膜に対するエキシマレーザ照射効果について検討し、超電導膜及び赤外センサ用膜について従来比5倍以上の高速成膜プロセスを開発し、超電導膜では世界最高の特性を得た。また、AD 法により新規原料粉末を用いた多層厚膜コーティングを行い、エネルギー変換・貯蔵デバイスの試作を行い、理論特性が得られることを実証した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 低温コーティング技術、
エアロゾルデポジション、塗布熱分解法、
塗布光照射法、高速プロセス、アルミナ、
耐食壁、エネルギー変換・貯蔵デバイス

〔テーマ題目17〕 高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

〔研究代表者〕 土屋 哲男

(機能薄膜プロセス研究グループ)

〔研究担当者〕 土屋 哲男、中島 智彦

(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

金属酸化物デバイスの製造には、通常、高温の熱処理

工程が含まれるため基板の制約や積層化が困難な問題がある。このため、当グループでは、室温、大気中で多結晶及びエピタキシャル成長が可能である塗布光照射法の開発を進めてきた。本先導研究では、光照射法の有用性やその新しいニーズを見出すため、独自技術である光照射法を用いてエピタキシャル酸化物膜や多結晶薄膜の低温製造法の開発を行った。

次世代赤外センサ材料として期待されているペロブスカイトマンガン酸化物膜の製造法では、ArF レーザーより高効率に照射が可能である KrF (248 nm) レーザーを用いて、室温で4.5 %の抵抗温度係数を示すエピタキシャルマンガン酸化物膜の低温製造法を開発した。また、室温で大きな巨大磁気抵抗効果を発現する A サイトオーダーマンガン酸化物膜の開発を行い、雰囲気をコントロールした条件下で紫外線照射を行うことで、従来報告のない A サイトオーダーマンガン酸化物膜製造法の開発に成功した。一方、多結晶薄膜の低温成長については、希少金属代替のための透明導電膜の新しい製造プロセスの開発を進め、室温、大気中でパターニングが可能となる結晶性酸化スズ薄膜の製造法の開発に成功した。また、従来、蛍光体の製造には1,000 $^{\circ}\text{C}$ 以上の高温熱処理が必要のため、蛍光体薄膜をガラス基板に直接製造することは困難であったが、本手法を適用することで、蛍光体薄膜を直接ガラス基板に製造可能とする低温製造法の開発に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 低温製造技術、塗布光照射法、パターニング、ペロブスカイトマンガン酸化物、A サイトオーダーマンガン酸化物膜、透明導電膜、蛍光体薄膜

〔テーマ題目18〕 ローエミッション製造のためのトータルプロセス設計技術

〔研究代表者〕 三島 望 (エコ設計生産研究グループ)

〔研究担当者〕 三島 望、増井 慶次郎、近藤 伸亮、
栗田 恒雄、松本 光崇、清水 透、
間野 大樹 (常勤職員7名)

〔研究内容〕

本研究では、製造技術において高能率・高精度・低コストと低環境負荷の相反する要求を両立させるために、製品製造プロセスをトータルとして考えることで、その評価/設計を統合的に行う方法を確立することを目的としている。

アプローチとして、①コスト、環境負荷、加工品質に関する統合的なプロセス/製品評価手法を提案すること、②加工の低環境負荷化のための要素技術を開発し、高能率化、低環境負荷化を進めること、の2面から行う。

①のうち、統合的な製品評価手法の開発については、製品のライフサイクルを通じた統合的性能評価指標として TPI (トータルパフォーマンス指標) をこれまで提案

してきたが、平成18年度は、トータルパフォーマンス評価手順を確立し、ノートブックコンピュータなどの例に適用した。その結果、部品の一次使用終了時の再利用方法を変更することにより、トータルパフォーマンス（TP）の向上が図れることが明らかになった。このように、本研究で提案する解析手順により、製品の設計改善指針を得ることが可能なことを示した。

また、プロセス評価／設計については、プロセスの価値を“単位時間当たりはそのプロセスで生産される製品価値の総和”と定義し、製品評価手法において開発したTP解析手法を拡張して適用することを試みた。その結果、②で実際に検討している低環境負荷プロセスのTP評価が可能であること、これらのプロセスが従来方法に比べて高いTPを有することを示した。その上で、一連のプロセス列に解析手順を適用し、TPが低く改善を有するプロセスを特定する手順を例示した。

一方、②加工の低環境負荷化のための要素技術については、平成18年度は検討対象とする加工プロセスを絞り込み、a) 低環境負荷複合加工による金型製造、b) 金属射出成形によるベーンポンプのベーンの製造、c) 低環境負荷潤滑によるベーンポンプの潤滑、の一連のプロセスを想定して検討を行った。個別のプロセスに関しては以下に列記する成果を得た。

a) 低環境負荷複合加工では放電／電解ラッピング複合加工により良好な最終形状を得た。最終形状に仕上げまでの消費電力量が放電加工単独の場合に比べて著しく低いことを示した。

b) 金属射出成形におけるバインダーの脱脂工程に着目し、バインダー脱脂を従来の加熱脱脂から超臨界二酸化炭素による脱脂に変更した。変更しても充分な脱脂性能が得られることと、加熱に起因するエネルギー消費を大幅に削減できることを示した。

c) 低環境負荷潤滑技術に関しては、植物油でも鉱物油と遜色ない潤滑特性が得られることを示すとともに、植物油の温暖化ガス排出原単位を元に、環境負荷の低減効果を定量化した。

これらの要素研究を通じ、低環境負荷の一連のプロセスを抽出、高度化するとともに、それらを統一的な評価指標で評価し、その効果を確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境負荷、加工プロセス、トータルパフォーマンス、複合加工、植物油潤滑、金属射出成形

【テーマ題目19】 ネットワーク MEMS に関する研究

【研究代表者】 前田 龍太郎

(ネットワーク MEMS 研究グループ)

【研究担当者】 前田 龍太郎、一木 正聡、池原 毅、張 毅、小林 健

(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

安心安全を目指すシステムとして、鶏舎を対象とした鳥の監視システムの試作を行っている。鶏に温度計と加速度計と通信機能を埋め込んだシステムを前年の5グラムに対して1グラム以内にすることに成功した（電池は含まず）。またネットワークセンシングシステムの応用の拡大の一環として、安心安全、健康モニタリング、物流トレーサビリティや省エネルギーに応用する場合の市場調査やニーズ調査等を行った。特に実現が期待される例として、高級な農作物の輸送におけるトレーサビリティ管理、半導体製造における製造環境履歴管理、情報サーバーデータセンターの消費電力のモニタリング等について、ネットワークセンシングシステムの導入可能性の検討を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、センサ、アクチュエータ、ネットワーク、物流、安心安全、健康モニタリング

【テーマ題目20】 先端微細加工技術分野の人材育成

【研究代表者】 前田 龍太郎

(ネットワーク MEMS 研究グループ)

【研究担当者】 前田 龍太郎、高橋 正春、市川 直樹、一木 正聡、高木 秀樹、廣島 洋、池原 毅、小林 健、銘苺 春隆、松本 壮平、黒田 雅治

(常勤職員11名)

【研究内容】

微小素子を製造するための MEMS 技術については、産業界にこれに習熟している技術者が足りないことが、産業化の妨げになっている。そこで MEMS 技術やナノインプリントについてプロセス実習や、設計、シミュレーション実習及び計測までを含んだ講習を通じて人材育成事業を行い、コンテンツのアップデートや受講者からの評価をもとに、教授法について改善を行った。平成18年度は上記に加えて流体 MEMS に関する教材コンテンツの整備を行い、実習講座を行った。特に流体 MEMS についてはバイオ応用が重要視されているために、紫外線による蛍光分析のための機器整備を行った。

また MEMS やナノテクノロジーは単体のデバイスでは利益が出にくいために、システム化のための人材の育成や、スモールビジネスを起すための人材育成に必要なコンテンツについて、東京大学や兵庫県立大学、民間会社の研究機関と連携して調査を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、人材育成、センサ、実装

【テーマ題目21】 超音波マイクロ・ナノインプリント技術の開発

【研究代表者】 銘苺 春隆

(インプリント製造技術研究グループ)

【研究担当者】 銘苅 春隆、高木 秀樹、廣島 洋、
高橋 正春 (常勤職員4名)

【研究内容】

当研究グループでは、以下に述べるようにマイクロ・ナノ成形技術と超音波振動の援用効果を組み合わせた新しい成形法を開発した。マイクロ領域のホットエンボシングでは、パターンが精密で、なおかつ、高いアスペクト比を持つようになると、加熱によって軟化した樹脂材料をモールドパターン内部に完全充填させることは非常に困難となる。そこで、成形工程において超音波振動を印加し、樹脂材料の流動を向上させることを考えた。最大振幅1.8 μm の縦波の超音波振動をモールドパターン面に対して垂直方向に印可しながら成形実験を行った結果、軟化した樹脂材料が線幅100 μm ~1 mm のモールドパターン内部へ流れ込み易くなり、特に低荷重で超音波振動の援用効果が大きいことが明らかになった。これは超音波振動がパターン内部に残留するガスや空気を脱泡する効果があり、さらに樹脂のモールドパターンの中心部への流動を支援する影響によるものである。一方、ナノ領域の成形技術であるナノインプリントにおいては、成形プロセス時間を短縮することが、ナノインプリントを実用化するための重要な技術的課題となっている。特に熱ナノインプリントでは、プロセス時間のほとんどがモールドや成形材料の加熱と冷却時間に占められている。そこで、マイクロ領域の成形で効果のあった最大振幅1.8 μm の超音波振動を併用することで、従来の熱ナノインプリントよりも低い温度での成形を可能にし、その結果、熱サイクル時間の短縮化とスループットの向上が期待できると考えた。MEMS 製造技術によってシリコン基板上に線幅500 nm、750 nm、1 μm のナノパターンを加工し、ポリカーボネートシート上へ転写実験を行った結果、通常の熱ナノインプリントよりも20 $^{\circ}\text{C}$ も低い160 $^{\circ}\text{C}$ でナノインプリントできることが分かった。この成形温度の低温化により、今まで485秒も必要であった熱プロセス時間を約半分の240秒まで短縮化することに成功した。このように、同じ周波数の超音波振動であっても、モールドのパターンサイズによって超音波振動の援用効果は異なった現象で現れてきた。そこで、次年度から様々なパターンサイズにおける超音波振動の周波数依存性も調査できるように、超音波振動の周波数と振幅を連続的に変更することができるシステムに改良した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、ナノインプリント、
マイクロ・ナノ成形技術、超音波振動

【テーマ題目22】 広範囲領域のキャラクタリゼーション
のための間接計測法の開発

【研究代表者】 西村 良弘
(機能・構造診断研究グループ)

【研究担当者】 西村 良弘、笹本 明、小川 博文、
原田 祥久、北 英紀、鈴木 隆之
(常勤職員6名)

【研究内容】

材料や製品の機能や性能の高度化に伴い、クリティカルな設計が行われている。これらの材料や製品は分解能を維持しつつ全体検査が必要であるが、分解能と時間、コストとのトレードオフによって部分的な検査で終わってしまっているのが現状である。本研究では、プローブ走査による間接計測法に並列逆問題アルゴリズムを開発し適用することで、プローブ走査の効率化と画像再構成の高速化により材料や製品の全体検査を可能とすることを目的とする。

プローブによる間接計測においては、安価な64ビットCPU の出現により大規模計算支援が可能であり、また並列計算技術の進歩により大規模かつ高速計算が可能となってきた。本研究では、画像再構成技術アルゴリズムの実装と高速化のため、1) MFMM (磁気力顕微鏡) による磁気材料の直接データの解析に逆問題アルゴリズムを適用した画像再構成の妥当性の検討、2) 渦電流計測において大規模データの取得が可能な探傷装置の開発、3) 逆問題64ビット並列解析システムへの適用による大規模画像再構成の高速化の検討、を行う。

従来の SPM や各種探傷機に代表される直接法によるプローブ計測では、反射波等の最大強度の絶対値のみを利用しているので、その分解能を上げるためには、プローブの指向性が高くまたビームスポットが小さいことが必要である。本研究では、最大反射強度だけでなく、時系列情報や位相情報を利用することで計算により同等の効果を得ようというものである。プローブで得られる情報は広い試料表面からの反射波のある意味平均値であるが、プローブを走査するとその出力に試料の表面や内部の構造が反映された出力が現れる。これを逆問題として解くことで試料の表面や内部構造を求めることは可能である。しかし、このための計算量は膨大なものになるので64ビット並列解析システムの構築が必要になる。近年、32ビット並列システムは一般的になっているが、64ビット並列システムとして大規模計算アプリケーションを開発するための環境はあまり整っていない。そのため、本研究では、FFT (高速フーリエ変換) を初めとする数値計算基本ツールの64ビット化により並列基本システムを構築することも重要な課題である。

平成18年度に関しては、前年度までに作製した渦電流探傷装置を用いてサブミリオダの円孔列を対象に渦電流探傷を行い得られたデータより画像再構成を行ったところ、従来のほぼ30 %程度の計測時間で十分な精度をもって画像再構成が可能であることが分かった。また、パルス渦電流法を用いた欠陥検出評価にも着手し、高速ステージの開発、FFT により内部亀裂形状を逆散乱問題として解くプログラムの改良を行い、表面き裂のほか

内部欠陥の検出が可能である見通しを得た。さらに、MFMの探針径の像に及ぼす影響を検討するために、探針の形状や寸法を含めた磁気力顕微鏡像の定式化を行い、像の解像度には試料とプローブ間の距離が大きく影響すること、サブミクロンオーダー以下の分解能を得るためにはプローブ探針径を50 nm以下にする必要があること等を明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 非破壊検査、渦電流探傷、MFM、逆問題解析、並列処理、FFT、電磁場解析

【テーマ題目23】 マイクロ熱流体の基盤技術に関する研究

【研究代表者】 市川 直樹

(マイクロ熱流体研究グループ)

【研究担当者】 市川 直樹、鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富、加納 誠介、松本 壮平、松本 純一、高田 尚樹

(常勤職員8名、他4名)

【研究内容】

マイクロ流体デバイスの応用先の一つとして、タイ国科学技術開発庁の研究所との国際共同でサトウキビ中のショ糖量測定センサを検討した。ショ糖測定のニーズと技術的な問題点を調査するとともに、酵素反応を用いることによる多段のセンサの流路の設計などを行い、流路の試作と予備実験を行った。マイクロ流体デバイス用基板として使われているシリコンゴムの一種の材料(PDMS)の表面改質を目指し、高出力紫外域ランプ光照射と紫外域パルスレーザー照射を行った。その結果、ランプ光照射により純水に対する濡れ性が向上(接触角で117度から30度に改質)し、1ヶ月後においてもおおむね親水性を維持(接触角で70度)することを明らかにした。レーザー照射では表面の炭化が起こり、疎水性が高くなる(接触角で130度)ことを明らかにした。

流体解析手法の新規的な解法(直交基底気泡関数要素安定化法)に基づいた圧縮性粘性流体解析法を提案し、気体用マイクロポンプ内の3次元実際形状での並列計算を遂行した。特に、実際形状での解析では、流路幅のスケール比約100倍、温度差約1,000度といった数値解析上非常に困難な条件での解析に成功し、開発手法の実際モデル解析への実用性の高さを実証し、マイクロポンプにおける機能の性能評価を行った。

マイクロ流路内の混合に関して、その決定論的な定量評価法を開発し、設計や力学モデルの妥当性評価やシミュレーション結果の検証への利用を検討した。マイクロミキサーの数値シミュレーションを行い、流れ中の粒子位置を追跡しリアプノフ指数を推定し、その空間分布と時間発展によって界面の拡大率を見積もることで、混合特性の指標とできることを確認した。

検出機構の開発として、試作したAFM機構と市販のAFMカンチレバーを用いて、カンチレバーのファンデルポール型の自励発振実験に成功し、大気中で振幅8 nmの安定した自励発振が行えることを確認した。自己駆動自己検知型マイクロカンチレバーについても、マクロモデルによる実験にて、センサ信号のフィルタ処理と位相シフトによってファンデルポール型の自励発振に成功した。この結果をもとに、液中生体試料の検出や粘性計測への適応を検討した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロ流体、MEMS、非線形力学

【テーマ題目24】 製造現場における安全・信頼性基盤技術の開発

【研究代表者】 市川 直樹

(マイクロ熱流体研究グループ)

【研究担当者】 市川 直樹、鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富、松本 壮平、加納 誠介、松本 純一、高田 尚樹、松原 一郎、申 ウソク、伊豆 典哉、伊藤 敏雄、土屋 哲男(常勤職員13名、他1名)

【研究内容】

製造産業の安全性を高めるための予防安全技術として、常時モニタリングによる時系列データの解析から現在の状態の定量化及び将来の状態を予測する技術を開発する。具体的対象として、作業を阻害しない作業者のストレス・疲労度などの計測技術を開発し、高精度予測手法と合わせることで、安全性向上に資する技術開発を行う。

平成18年度は、マイクロ流体デバイスとして、汗による分析デバイスの試作を、シリコンゴムの一種の材料(PDMS)及びシリコン/ガラスを用いて行った。また、酵素反応による分析の検討も平行して行ない、マイクロ流路内への酵素の固定化に関しての手法として、積層位置合わせ装置を用いた方法を開発した。化学分析システムの全体的な小型化のため、化学チップ内にマイクロバルブ等の流体制御素子を集積化する技術の開発を行った。アクチュエータ層、流体チャンネル層等、各種機能を担当する複数のPDMSフィルム状構造を積層してマイクロ化学チップを構成する手法について、位置合わせ・接合機構を考案し、装置を試作した。また、円筒表面に沿った三次元マイクロチャンネル構造を単一の成形プロセスで作成する手法を開発した。

マイクロ流体デバイスの機能の最適化に不可欠な、気液・液液二相流の解明・予測を実現するため、非平衡熱力学の自由エネルギー理論に基づく界面モデルを採用し、固体表面の濡れ性境界条件の与え方を提案し、従来とは全く異なる流体シミュレーションの方法を開発した。さらに、その計算コードを用いて空気-水系の数値実験を行い、濡れが不均一な固体面上の毛細管力差による撥水

面から親水面への液体の瞬時の移動を確認し、本方法の有効性を確認した。

時系列解析手法を用いて、微小信号の検知が可能となる確率共振型センサの概念設計を行った。センサ素子と一体化した閾値型センサアンプにより、回路の簡易化と集積化が可能となり、伝送ラインの耐ノイズ性向上及び信号線数の減少が図れるものと期待される。複数閾値により微小から大振幅の信号まで大きな変動に対応可能な計測が可能となることをシミュレーションで確認した。

顔画像の着目部位を含むモデル動画像（目元、耳周り）を取得し、疲労、ストレスとの関連性を検討する思考実験を行い、疲労状態の判定指標として、顔画像の対称性、動作規則性、動作頻度を見出すことができた。

セラミックス集積化技術を駆使し、高感度でかつ高い水素選択性のセンサを用いて、呼気中の水素を簡単に検知するシステムを試作した。呼気をサンプリングバッグに採取し、シリカゲル乾燥管を通して除湿した後、センサ素子に曝すという簡便なシステムを試作した。模擬ガス計測による検量線を用いることで、実際採取した人の呼気が、健康状態の範囲と考えられる約4~5 ppmの水素濃度であることを確認した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 安全信頼性、モニタリング

⑩【サステナブルマテリアル研究部門】

(Materials Research Institute for Sustainable Development)

(存続期間：2004. 4. 1. ～)

研究部門長：中村 守

副研究部門長：渡村 信治、神谷 晶

主幹研究員：三輪 謙治、金山 公三

所在地：中部センター、九州センター

人 員：75名 (74名)

経 費：891, 030千円 (511, 799千円)

概 要：

サステナブルマテリアル研究部門は、資源・エネルギーの有限性を前提としつつ社会の持続的発展を可能とする産業技術の実現に貢献することを目的として、高度な制御システムを用いることなく省エネルギー化に大きな効果が期待できる材料/素材/部材に関わる総合的な技術開発を行う。

現在、人類が解決すべき喫緊の課題である「地球温暖化対策」として、産業部門においては、温暖化ガス発生の抑制に効果的な新エネルギーへの転換や高度なエネルギー管理技術の導入等の明確な技術戦略に基づく取り組みによって、最大の温暖化物質である CO₂ 発生量の着実な削減が行われつつある。一方、生活の

豊かさや利便性に直接関わる民生部門や運輸部門においては、CO₂発生量は、削減どころかむしろ増加傾向を示しているという状況にある。そこで当研究部門は、課題解決に繋がる技術開発戦略が必ずしも明確ではない輸送機器を含めた民生部門の省エネルギー化によるCO₂削減に向けた技術開発を当面の重点研究課題とし、材料/素材/部材の持つ特質を活用し飛躍的な省エネルギー化を可能とする建築部材や輸送機器部材に関わる総合的な技術開発を行う。なお研究開発にあたっては、部材使用者の視点に立った明確な目標を設定するとともに、個別要素技術の開発に止まらないように、材料の開発から部材化さらに工業標準化に繋がる一連の課題解決に向けたシナリオに基づく戦略的且つ組織的な体制をもって研究を実施する。

外部資金：

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発等委託費
「未来型 CO₂低消費材料・材料製造技術研究開発」

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発等委託費
「建築物窓用省エネガラス材料の光学的評価法の標準化」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費
「木質材料の高機能化並びに高度利用技術の開発／含浸による高機能木質材料の開発」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費
「木質材料の高機能化並びに高度利用技術の開発／圧密による高機能木質材料の開発」

文部科学省 科学研究費補助金
「生体酵素の機能を模倣したナノ物質変換システムの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「革新的部材産業創出プログラム／高機能高精度省エネ加工型金属材料（金属ガラス）の成型加工技術」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「革新的部材産業創出プログラム／精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「革新的部材産業創出プログラム／マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「調光ミラーフィルムの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 平成18年度育成研究課題

「可視光応答高機能マスクメロン型光触媒とその応用住宅部材の開発」

財団法人名古屋都市産業振興公社 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「ナノ粒子を利用した高機能 Al 合金鋳物の研究開発」

財団法人名古屋都市産業振興公社 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「可視光光触媒の応用プロセス技術開発」

財団法人中部科学技術センター 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「二輪車に搭載できる高強度ナノホイスター熱電モジュールの開発」

財団法人中部科学技術センター 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「鉄系バインダ超硬合金を用いた難削材用乾式高効率切削工具の開発」

財団法人中部科学技術センター 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「住宅エクステリア用不燃性100%リサイクル保水不燃建材の開発」

財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「調光薄膜を利用した水素漏れ検知システムの開発」

財団法人北九州産業学術推進機構 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「2段反応焼結法による SiC セラミックス複合材料の製造技術開発」

財団法人九州産業技術センター 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「難燃性マグネシウム合金の高機能組織制御と鉄道車両用部材の開発」

財団法人佐賀県地域産業支援センター さがフロンティア開拓共創プロジェクト事業

「シリカ・アパタイト複合体による室内浄化用不燃壁紙の研究開発」

内部資金：

標準基盤研究

「強化磁器食品の耐衝撃強度試験方法の標準化」

ハイテクものづくりプロジェクト

「高耐食性超精密金型作成技術の実証」

発表：誌上発表244件、口頭発表311件、その他43件

環境適応型合金開発研究グループ

(Advanced Magnesium Alloy Group)

研究グループ長：上野 英俊

(九州センター)

概要：

マグネシウム合金を輸送機器部材に適用するためには、強度、耐熱性を始めとする諸特性の改善が必要であると同時に、コストを意識した合金開発が重要である。そこで当研究グループでは構造用マグネシウム合金の塑性加工におけるコスト低減のため、塑性加工性を改善した合金開発を行った。その結果、押出し加工における初期圧、及び押出し速度の改善が認められた。一方、耐熱合金の開発においては Mg-Al-Si-Ca 系合金で耐熱性の向上が認められた。また、マグネシウム合金を難燃化したことによって、マグネシウム合金の大気中での粉末化及び固化技術を確立した。またこれらの粉末を出発原料とした高強度合金を開発し、この合金による溶材を使用した TIG 溶接では約90%の継ぎ手効率を得ることができた。

研究テーマ：テーマ題目1

凝固プロセス研究グループ

(Solidification Processing Group)

研究グループ長：三輪 謙治

(中部センター)

概要：

連続鋳造機による高品質な AZ31合金ピレット製造を可能にする溶湯流量制御技術及び溶解・鋳造雰囲気制御技術を開発した。セミソリッドプロセスにおいて、AZ91合金の鋳型内流動性及び鋳造欠陥に及ぼす射出速度の影響を明らかにした。マイクロエクスプローションプロセスにおいて、AZ31B合金とAZ91D合金の組織微細化技術を開発し、微細組織が得られる最適条件を求めた。また、金属ガラス創製のための電磁振動による結晶生成抑制機構の検討を行うとともに、量産化を目指して強磁場中で連続鋳造可能な装置を開発した。

研究テーマ：テーマ題目1

構造部材成形技術研究グループ

(Metal Forming Technology Group)

研究グループ長：山田 康雄

(中部センター)

概要：

マグネシウムはその結晶構造において、室温付近では、特定の面に沿った一方向のすべり（変形）だけが起きる。マグネシウム合金圧延板では、そのような結晶の特定の面が板面に平行に配向する傾向があり（集合組織形成）、板厚方向に塑性変形し難くなって、室温・温間成形が困難となる。本年度は、クロスロール圧延法によりロール角度を板幅方向に対し7.5度まで変化させて AZ31合金板材を作製した。クロス角7.5度で作製した圧延材のプレス成形性がクロス角0度で作製した圧延材と比較して著しく向上することを確認した。また、クロスロール圧延法による圧延材の集合組織を調査した結果、(0002)面の集積の度合い及びミスオリエンテーションの度合いがマグネシウム合金の成型性と密接に関連していることを明らかにした。さらに、ポーラス金属の高機能化、高精密金型用超硬合金の高寿命化を目的に、ポーラスニッケルの形態制御技術並びに精密部材成形加工プロセスに関する研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目1

金属材料組織制御研究グループ

(Microstructure Control of Materials Group)

研究グループ長：斎藤 尚文

(中部センター)

概要：

軽量材料として自動車などの輸送機器への適用が期待されるアルミニウム合金とマグネシウム合金間の異種接合に対する、摩擦攪拌接合の適用可能性を検討した。具体的には、A5052アルミニウム合金（Al-2.8mass%Mg-0.4mass%Fe）とAZ31Bマグネシウム合金（Mg-3mass%Al-1mass%Zn-0.4%Mn）との異種接合に摩擦攪拌接合を適用し、被接合体の配置方法や工具回転数、接合速度が接合体に及ぼす影響を調べた。その結果、AZ31Bマグネシウム合金とA5052アルミニウム合金の異種接合が可能であり、これらの異種材料の摩擦攪拌接合においては、被接合体の配置方法及びツール回転数が重要であることが分かった。

また、マグネシウム合金の成形性向上を目的とし、異周速圧延法によるAZ31Bマグネシウム合金圧延板の組織制御技術の研究を行なった。その結果、異周速圧延によりAZ31マグネシウム合金の組織を制御することで、エリクセン値の向上、限界絞り比が1.5となる温度の低温化など、材料の成形性を向上させることができた。

研究テーマ：テーマ題目1

高耐久性コーティング研究グループ

(Durable Coatings and Surface Modification Group)

研究グループ長：池山 雅美

(中部センター)

概要：

ガラス基板上に作製したマグネシウム合金(AZ31)薄膜上に、Siを0-30%含むDLCをコーティングし、電気化学試験を行った結果、DLCコーティングにより、腐食電位が増加し腐食電流が減少した。特に、Siを含むDLCコーティングで、腐食電位の上昇と腐食電流の減少が顕著であった。腐食電位の上昇と腐食電流の減少は、耐食性の向上を示し、Siを30%含むDLCをコーティングしたマグネシウム合金薄膜が最も高い耐食性を示す。

0.05 Nの塩水中での摩擦摩耗試験を行った結果、AZ31薄膜及びSiを含まないDLCの場合は、摩擦係数の顕著な上昇が起きるが、Siを含むDLCの場合は、300回の往復試験後も低摩擦係数を維持した。さらに、SiC層を中間に入れたものがより低摩擦係数を維持した。Si含有DLCコーティングにより、耐食性が向上し、低摩擦係数が維持できることが明らかになった。また、新たなPET瓶内面へのDLCコーティング法についての研究を進め、容器内面にDLCコーティングにより文字や模様を描くことに成功した。容器内面は、密閉後には改変不可能な領域であるので、高信頼性の表示に応用可能である。

研究テーマ：テーマ題目1

金属部材構造制御研究グループ

(Structural Control of Metallic Component Materials Group)

研究グループ長：朝比奈 正

(中部センター)

概要：

自動車用ポーラスアルミニウム材料の開発において、高い衝撃エネルギー吸収性と剛性向上性を実現するため、高度に構造が制御された多孔質構造体の創製・評価によるモデル化研究と、高分解能のCTデータを用いた計算機シミュレーション技術開発を進め、CTによる構造情報と実際の試験片を構成するポーラスアルミニウム材の変形モードの精査から、実用ポーラスアルミニウムの変形挙動解析に適用できるシミュレーション技術が実現できることを明らかとした。また、こうした材料の変形特性と構造情報との相関に着目して、要求される特性を実現できる構造体条件を抽出明確化する研究を実施し、こうした高度な情報と広範囲の変形条件下で計測した機械的特性値との対比により、より細かい構造、より一様な構造、異形空孔の排除が高特性につながることを明らかにすると同時に、最も要求される特性の保障において、局所密度の十分な評価で実現できることを示した。

高度化する材料技術に対応できる高機能プロセス技術の検討においては、萌芽的基礎研究として、粉体表

面の部分合金化などの粉末プロセッシング技術の高度化により、成形性の大幅向上が期待できることが分かった。

研究テーマ：テーマ題目1

環境応答機能薄膜研究グループ

(Energy Control Thin Film Group)

研究グループ長：吉村 和記

(中部センター)

概要：

多層薄膜を利用した省エネルギー効果の大きい窓ガラス材料として、調光ミラーガラスの研究を行なった。調光ミラー薄膜の研究においては、透明に無色にすることのできる新しい材料を開発するとともに、耐久性を2000回程度まで向上させることに成功した。また、スイッチング特性に優れた全固体型の調光ミラーデバイスを開発した。さらに、多層薄膜における界面制御法の研究においては、サファイア基板の a 面、c 面及び r 面と酸化亜鉛薄膜との界面におけるエピタキシーの機構を解明した。

研究テーマ：テーマ題目2

自然エネルギー制御・評価研究グループ

(Environmental Energy Control and Evaluation Research Group)

研究グループ長：田澤 真人

(中部センター)

概要：

膜構造を利用した省エネルギー効果の大きい窓ガラス材料の開発を目的として、太陽エネルギーを代表とする自然エネルギーを制御する薄膜の作製と評価に関する研究を行なった。具体的な材料として、室温に近いある温度で近赤外透過率が大きく変化する二酸化バナジウム系サーモクロミック薄膜及び同様に室温付近の温度で太陽光の透過する方向が大きく変化する体積型回折格子構造を有する高分子分散型液晶について作製、評価を行った。これらの材料は、夏季には冷房負荷を低減し冬季には暖房負荷を低減する一種の調光材料として有望であることが分かったが、建材としての調光窓ガラスを実現するためには、サーモクロミック薄膜では可視光透過率の向上とともに近赤外透過率の変化幅の向上といった性能向上面での研究、高分子分散型液晶については調光窓ガラスが実現された場合の効果の評価に関する研究が主に必要である。

平成18年度は、多層薄膜構造、回折格子構造、添加物による光学的性能の向上とともに太陽光の入射角の変化による調光特性への影響について研究を行なった。その結果、入射光の偏光状態、材料の構造と透過光制御性の関係について一部明らかとなった。

研究テーマ：テーマ題目2

木質材料組織制御研究グループ

(Advanced Wood-based Material Technology Group)

研究グループ長：金山 公三

(中部センター)

概要：

木質材料の有効利用を促進するためには、①強度向上技術、②形状付与加工技術、③寸法安定性向上技術、④耐久性向上技術並びに評価・保証技術などが必要である。この中でも寸法安定性向上は、金属やプラスチック等のように既に工業部材として認知されて膨大に利用されている材料と比較して大きな隔たりが存在しており、研究の重要度が高いものである。通常は、フシや年輪構造のようなマクロレベル、あるいはマイクロレベルとしても細胞の集合までが検討の対象であるが、我々は X 線回折及び DSC (示差走査熱量分析) によって、分子レベルでの検討に取り組んだ。そして、金属等で見られる「時効現象」が木質材料にも生じることを確認した。これは寸法安定性向上を実現するための有用な発見である。

研究テーマ：テーマ題目2

メソポーラスセラミックス研究グループ

(Mesoporous Ceramics Group)

研究グループ長：田尻 耕治

(中部センター)

概要：

調湿材料・調環境材料等、主に建築用部材となる多孔質材料について、省エネルギー部材としての性能向上・製造コスト低減など応用の一層の促進を図るための研究を行い、同時に例えばヒートポンプ部材等として間接的に省エネルギーに貢献することを目標に、多孔質材料の機能や用途を拡大するための基礎技術の研究を行っている。

調湿材料については、高性能調湿材料として期待されるイモゴライト等アルミニウムケイ酸塩鉱物について、調湿特性の向上や各種用途への応用拡大を目指し、合成条件等の研究を継続した。非晶質イモゴライトやチューブ長さが制御されたイモゴライトの合成法を開発し、それらの材料の吸着特性への効果を検討した。また、一部の鉱物について、表面修飾等による新機能発現のための合成法の研究を行った。調環境材料については、サイズ制御された金クラスター担持多孔質触媒のアセトアルデヒド酸化分解機能を検討した。また、排ガス中 VOC 低温除去触媒として昨年度までに開発された白金超微粒子担持クリオゲル触媒について、大量合成法の開発を行った。その他多孔質材料の新規機能開発に関する研究として、燃料電池の性能・信頼性向上のため、電極等への応用を目指した無機酸化物多孔質体の研究、酸化亜鉛超微粒子上での紫外線発光出

現や、多孔質や超微粒子表面での新規化学反応プロセスの発現を目指した研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 2

セラミックス応用部材研究グループ

(Applied Technology with Traditional Ceramics Research Group)

研究グループ長：杉山 豊彦

(中部センター)

概 要：

窯業、陶磁器に関して蓄積した研究手法やノウハウを活用して、省エネルギーに役立つ建築部材の技術開発を行なう。外壁や庭、屋上などに用いられるセラミックス製ブロック等に、保水性、透水性、断熱性、防音性などの機能を付与したセラミックス建材を開発する。同時に廃棄物リサイクルの活用のための技術開発を行なう。また、陶磁器製造技術、釉薬関連、データベース構築などの基礎研究及び基盤技術の応用研究を行なう。平成18年度は、保水性建材の評価方法の検討を行った。pF 値の測定条件の把握のほか、蒸発試験、吸水試験、気孔率測定、SEM 観察を行い、これらの関連を調べた。実証試験を実験棟で行うための環境計測方法などを検討した。また、基盤的研究として釉薬データベースの構築、リサイクルセラミックスの研究、フィルター材料の開発などを行い、応用研究として陶磁器素地の改良研究、磁器の衝撃強度試験方法の標準化研究などを行った。

研究テーマ：テーマ題目 2

金属間化合物材料研究グループ

(Intermetallic Materials Group)

研究グループ長：橋本 等

(中部センター)

概 要：

チタンシリコンカーバイド Ti_3SiC_2 を代表とする金属性セラミックスは、新規導電性マシナブルセラミックスとして期待されている。その合成、成形、ち密化プロセスの確立を目指し、Ti、SiC、C 混合粉末圧粉体の加熱による Ti_3SiC_2 の合成反応過程を調べ、反応経路を明らかにした。また、フィルター等に应用可能な微細気孔が連結した独特な形態の多孔体組織となることを見出し、その組織形成メカニズムを明らかにした。レアメタルのタングステン代替技術として、WC-Co 超硬材料に代わる $TiC-Ti_3SiC_2$ 複合材料を合成し、特性を調べた。その結果、 Ti_3SiC_2 粉末砕粉に SiC ウィスカを添加して加圧焼結することにより、超硬材料 M10 (硬さ) と M40 (強度) に匹敵する特性が得られた。合成コスト低減を図るため、高価な Ti 粉末の代わりに安価な TiH_2 粉末を用いた合成を行い、高純度の Ti_3SiC_2 を合成できることを明らかにした。

開発したトラベリングゾーンシンタリング法を用いて、焼結温度を棒材の軸方向に変化させながら焼結することにより機械加工性のよい Ti_3SiC_2 単相から硬質の Ti_3SiC_2-TiC 複合相に組織を傾斜させた棒材の作製に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 3

相制御材料研究グループ

(Phase Engineering for Advanced Materials Group)

研究グループ長：小林 慶三

(中部センター)

概 要：

超硬合金に代わる超微細 TiC 粒子分散サーメット合金の製造プロセスを開発した。Ti 粉末、Ni 粉末、C 粉末を配合して短時間のメカニカルアロイング処理により、非平衡相を含む合金粉末や微細な TiC 粒子が分散した複合粉末とした。得られた粉末はパルス通電焼結により低温から収縮して緻密化することがわかった。さらに、硬質粒子を TiB_2 に、結合相を Fe-25at%Al にした新しいサーメット合金を、焼結時に燃焼合成反応を利用し、加圧下で短時間に焼結することで理論密度の97%以上の焼結体が得られた。結合相を Fe-25at%Al にすることで高温での耐酸化性が飛躍的に向上もした。

鉛フリー青銅合金鋳物における鋳造組織微細化とビスマス添加量による特性変化を検討した。冷却速度をゆるめることで組織が微細化して鋳造欠陥が減少することを明らかにした。また、微細化した組織にビスマスが微細分散するので、少量のビスマス添加でも機械加工性が低下しないことがわかった。鋳造組織が微細化すると、鋳物が高強度になるため鋳物の薄肉化が図られ、原材料費の低減につながるものと考えられる。

研究テーマ：テーマ題目 3

環境セラミックス研究グループ

(Ecological Ceramics Research Group)

研究グループ長：埜田 博史

(中部センター、瀬戸サイト)

概 要：

太陽光などの無公害の光エネルギーを用いて有害化学物質を安全に分解・無害化する高機能性光触媒環境浄化材料とその性能評価法の開発を行い、環境浄化への応用を進めた。

酸化チタン光触媒はほぼすべての有害有機化学物質を分解・無害化することができるが、繊維や紙、プラスチックも分解するため、それらに使用することができなかった。そこで、繊維や紙、プラスチックを分解しない光触媒ハイブリッド粒子を開発し、それを炭に付けて、抗菌抗かびや、脱臭、空気浄化などの機

能を持ち、繰り返し使用できる光触媒ブルー活性炭を開発し、それを用いて温室トマトの無農薬栽培に成功した。また、外壁の汚れを落とす光触媒クリーニング剤や、ヘドロを分解する光触媒水環境浄化剤、酸素吸収により色が青から白に変わる脱酸素剤を開発した。さらに、信頼性のある光触媒性能評価法の JIS 化及び ISO 化を進めるとともに、光触媒の安全性を評価するための人工皮膚を用いた皮膚一次刺激性試験による評価法の開発を進めた。

研究テーマ：テーマ題目 3

電子セラミックス粉体研究グループ (Electronic Ceramic Particles Group)

研究グループ長：都築 明博

(中部センター)

概要：

電子セラミックス製品等に使用されるセラミックス粉体の製造から成形・焼結プロセスに至るセラミックス粉体取り扱い技術に関して、資源・エネルギーの有限性に基づく持続的発展社会構築の観点に立った従来技術の見直し・技術課題の抽出・課題解決のための新規技術開発などに取り組んでいる。具体的には、チタニア粉体製法として加水分解法と噴霧乾燥・化学炎法による急速固化で、低温化、微細均一分散等に関し実用レベルの量産性を実証し、電波吸収体の製作と評価技術ではモリブデン製導波管フィクスチャーを製作し、真空中1,400℃まで測定を実現し、無鉛系圧電セラミックスに関してはニオブ酸系について有望な組成を探索した。ナノレベル電子セラミックス低温形成と集積化技術(NEDO プロジェクト)では圧電粉末のナノサイズ化の効果により約200℃の低温化の見通しを得た。水系スラリーを用いたドクターブレード法による薄板成形に向けスラリーの基礎的特性の蓄積を実施した。

研究テーマ：テーマ題目 3

環境調和型材料連携研究体 (Collaborative Research Team for Environment-Conscious Material Technology)

連携研究体長：小川 一太郎

(九州センター)

概要：

廃タイヤ処理過程で発生するタイヤ炭と半導体等の製造過程で発生する廃棄シリコンから2段階反応焼結法を用いて作成した SiC セラミックスと、合金鉄もしくは鋼を複合させ、軽量かつ耐熱・耐摩耗を有する材料の製造技術開発を行っている。開発材の目標は、既存ライナーの特性(255 kg/m²、800℃での高温硬度：HV350、耐すべり摩耗特性：0.25 g/hour)に対して20%軽量化・30%耐熱・耐摩耗性向上とする。

18年度は、SiC系セラミックス複合材表面近傍の組成の均一化を行った。

また、炭素/セラミックス複合材料の鑄込み成型による製造法の研究を行っている。同複合材は通常150 MPaの高圧によりグリーン成形体を作成するが、本研究では炭素原料にフェノール樹脂とピッチの混合物を用いて原料スラリーを作成し、これを鑄込み成型することで、高圧成型を用いずに同複合材の試作を行っている。昨年度は気孔率が30%前後の複合材しか得られなかったが、18年度は熱処理条件を適正化することにより気孔率を数%まで減少させることが可能となった。

研究テーマ：テーマ題目 3

[テーマ題目 1] 輸送機器軽量化に関する研究

[研究代表者] 中村 守 (研究部門長)

[研究担当者] 上野 英俊、佐藤 富雄、恒松 絹江、恒松 修二、井上 耕三、三輪 謙治、阪口 康司、田村 卓也、尾村 直紀、神谷 晶、山田 康雄、下島 康嗣、伴野 巧、千野 靖正、細川 裕之、斎藤 尚文、重松 一典、鈴木 一孝、渡津 章、黄 新ショウ、池山 雅美、斎藤 和雄、増田 晴穂、中尾 節男、崔 竣豪、朝比奈 正、加藤 清隆、園田 勉ほか(常勤職員28名、他4名)

[研究内容]

自動車消費する全エネルギー(生産、使用、廃棄に要するエネルギー)の90%が走行時に消費されるガソリン等の石油燃料に由来することから輸送機器の軽量化に焦点を当て、マグネシウム等の軽量金属を輸送機器の構造部材とするために必要な要素技術の開発を行う。

平成18年度は以下のような成果を得た。

①押出加工用ピレット製造プロセスを改良し非平衡組織の合金化に成功、これにより押出圧力は従来法の84-87%に低下した。難燃性マグネシウム合金の大気中での高効率粉末化技術を確立、各種元素・化合物を添加した粉末を作製して焼結により溶接棒材化した。それを用いたTIG溶接で継手効率90%を達成した。また、Si添加に必要なMg₂Si溶製技術を確立、開発したMg-Al-Si-Zn-Ca系合金は200℃における引張強さ180 MPaを達成した。②AZ31合金ピレット製造技術開発を行うとともに、金属ガラス創製のための電磁振動プロセスの効果を明らかにし、量産化のための設備を設計・導入した。③AZ31合金板について、面内xy方向90度の交差圧延により、深絞り試験のエリクセン値を220℃で170%向上、また、クロスロール圧延によるAZ31合金板の(0002)面集合組織とプレス成形性の関係を明らかにした。異周速圧延によるAZ31合金組織制御では、限界絞り比が1.5となる温度の低温化など成形性を向上させること

ができた。④AZ31合金に対し継手強度90 %以上の得られる摩擦撹拌接合(FSW)条件を導出、さらに FSW によって、厚さの異なる AZ31合金板の接合、AZ31合金板と A5052アルミニウム合金板の接合に成功した。⑤AZ91合金に約3 μm の DLC 膜をコーティングし、0.05N NaCl 水溶液中で耐食性試験を行った結果、腐食電流が未コーティングの1/100、維持電流が1/1000となり、耐食性が著しく向上した。さらに Si を含む DLC コーティングにより、腐食電流を1/1000以下にできた。また、塩水中の摩擦摩耗試験でも DLC コーティングの剥離がなく、大気中の試験と同様の低摩擦係数を維持できた。⑥ポーラス構造を形成する数多くのパラメータを整理し、構造を制御したモデルの創製・評価により、開発すべき構造体の指針を得、さらに定量性向上のため3D-CT 解析技法の確立と計算機シミュレーション技術を高度化、ポーラス構造と機械特性を対比して要求特性を満たす構造を明確化しデータベース化を進めた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 軽量合金、マグネシウム、耐熱合金、塑性加工

【テーマ題目2】 省エネルギー型建築部材の開発に関する研究

【研究代表者】 中村 守 (研究部門長)

【研究担当者】 吉村 和記、楠森 毅、田嶋 一樹、岡田 昌久、田澤 真人、金 平、垣内田 洋、金山 公三、小畑 良洋、三木 恒久、杉元 宏行、田尻 耕治、大橋 文彦、前田 雅喜、増田 浩之、尾崎 利彦、堀内 達郎、犬飼 恵一、山口 渡、多井 豊、富田 衷子、杉山 豊彦、長江 肇、鈴木 和夫ほか (常勤職員24名、他2名)

【研究内容】

民生部門のエネルギー消費の内30 %が空調に関わるものであることから、窓、壁、屋根等の高断熱化や調湿機能等の付与による省エネルギー化に係る部材技術を開発するとともに、生活者の感性おもパラメータとして取り入れた熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

そのアウトカムとしては、2010年までに、以下の省エネルギー型建築部材の導入により、CO₂を15万トン (炭素換算) 削減することを目指す。(ケース1：現状ベース) または、2010年までに、以下の省エネルギー型建築部材の導入により、CO₂を30万トン (炭素換算) 削減する。(ケース2：2007年に法的規制が強化、税制優遇措置がとられた場合) また、具体的手法としては、①省エネルギー型窓ガラスの研究、②木質サッシの研究、③メソポーラス材料 (調湿材料・調環境材料等) の研究、④廃棄物利用建築部材の研究、⑤省エネルギー効果の評価を

行う。

平成18年度の進捗状況は下記の通りである。

①調光ミラーで実大サイズ60×70 cm のガラスを製作しスイッチングできることを実証した。また、2000回以上スイッチングできる全固体調光ミラーデバイスを開発した。②サーモクロミック窓ガラスについては、VO₂系薄膜に TiO₂層を加え、膜厚を最適化することにより可視光の透過率と赤外光の制御に優れた膜構造の設計・試作に成功した。また、企業と共同で A4サイズのサーモクロミックガラスを試作した。③杉の薄板にフェノール樹脂を均質含浸する方法を見だし、杉積層材の強度を3倍以上にすることに成功した。また、バルク木材の射出成形・圧縮成型にも世界で初めて成功した。④調環境材料については、イモゴライトの合成条件と調湿特性の関係を明らかにした。また、高温での水蒸気吸放出特性の評価を可能とした。さらに、金クラスター担持触媒が一酸化炭素の酸化や、アセトアルデヒドの分解に及ぼす担体物質の影響を明らかにした。⑤保水性材料については、焼却灰と廃瓦屑を原料として多孔質焼結体を作成し、保水性材料としての評価試験を行った。また、ルーフバルコニー用保水性建材の性能評価の研究を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 調光窓材料、ヒートミラー、木質窓サッシ、調湿材料、保水性舗装材料

【テーマ題目3】 新機能部材開発のための基盤技術の研究

【研究代表者】 中村 守 (研究部門長)

【研究担当者】 橋本 等、多田 周二、孫 正明、小林 慶三、尾崎 公洋、西尾 敏幸、松本 章宏、三上 祐史、埴田 博史、渡辺 栄次、深谷 光春、都築 明博、後藤 昭博、佐野 三郎、高尾 泰正、川上 省二、楠本 慶二、小川 一太郎、谷 英治、松本 シロウ、熊谷 年男ほか (常勤職員21名、他1名)

【研究内容】

機能材料の高性能化・小型化による省資源・省エネルギー部材の基盤的な研究を行う。その中で、金属系では硬質な耐摩耗性部材及び、熱を電気や力に変えるエネルギー変換部材を開発する。また、セラミックス系では無鉛化を目指す圧電素子材料の探索と部材化技術の開発を行う。さらに光触媒の高機能化に関する研究及び標準化を進める。具体的には、資源生産性に優れる Ti と軽元素 (B,C,N 等) を主たる構成要素として、非平衡相からの微細結晶創製技術等を利用して新規な硬質材料を開発し、タングステン等の希少金属の代替化を検討する。さらに、同じプロセスにより希少資源への依存度の小さい熱電変換材料を開発し、その特性を調べる。また、酸化チタンの特性をさらに向上させる技術開発を行い、酸

化チタンの用途を拡大するとともに環境浄化機能部材の作製とその性能評価試験法の開発を行う。鉛については環境規制を考慮し、無鉛化圧電素子の材料探索と試作、その性能評価を行うとともに銅鑄造材料における鉛フリー化技術の高度化を行う。これらの材料を省エネルギーで部材化するため、マイクロ波や通電を利用した電磁焼結技術の開発を行うとともに、形態を制御した粉末作製技術を開発する。

平成18年度の進捗状況は下記のようなものである。

①Ti-Si-Cの反応合成技術を確認し、任意組成のTi₃-Ti₃SiC₂複合材料を合成した。マトリクス中のTi₃SiC₂の曲げ強度は335 MPaであったが、結晶粒配向制御とSiCウィスカ添加で990 MPa、Hv11.5 GPaの複合材料を得ることができた。②Ti₃C₂Niの短時間ミリングを施し、加熱することでナノTiC分散サーメット合金を作製することができた。また、TiB₂粒子とFe-Alからなる新規な硬質材料をパルス通電焼結により作製することができた。Fe₂VAIナノホイスラー熱電材料を合成するプロセスを確認し、産学連携体制でのモジュール開発を実施した。③ニオブ酸カリウムにNaNbO₃などを固溶させて-40℃まで相転移温度を低下させることに成功し、実用化の可能性が大幅に向上した。④酸化チタンを利用した新規脱酸素剤を開発した。また、炭へのハイブリッド光触媒のコーティングにより、トマトの無農薬栽培に活用できることを確認した。⑤光触媒を担持したドーナツ状のフィルターを作製し、気体及び液体処理装置を作製してその評価を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】金属セラミックス、熱電変換材料、形状記憶合金、光触媒、無鉛圧電材料

⑩【地質情報研究部門】

(Institute of Geology and Geoinformation)

(存続期間：2004. 5. 1. ～)

研究部門長：富樫 茂子

副研究部門長：西村 昭、村上 裕

総括研究員：久保 和也、宮崎 光旗、湯浅 真人

部門付：須藤 茂、鹿野 和彦、中島 隆

所在地：つくば中央第7、中国センター

人員：126名(124名)

経費：2,158,707千円(834,054千円)

概要：

1. 研究目的

日本は、四方を海に囲まれ、大地震や火山噴火が頻発する数少ない先進国である。私たちが暮らし、産業活動をしている地球の環境を守り、地質災害による被害を少なくするためには、まず、足もとの大

地の様子と成り立ちをよく知るための地球システムの深い理解が必要である。どこまで地球のことを理解することができたかによって、将来起きることの予測の精度が決まり、これに応じた対策をとることができる。

地質情報研究部門は、国の「地質の調査」を所掌する総合研究組織の一つとして、長期的視点にたち、陸と海の研究を一元的に実施する。これらを通じて、関連するユニットとともに、地質調査総合センターとして信頼性の高い地質情報の知的基盤を構築し発信する。知的基盤構築・発信及びその基礎基盤やフロンティアとなる研究については、部門全体で取り組む。同時に、人類と地球が共生し、安心・安全で質の高い生活と持続可能な社会の実現に向けて、以下の課題に本格研究として重点的かつ戦略的に取り組む。

2. 重点課題

地質情報研究部門は産総研の地質分野の中核ユニットとして、国土の地質情報を取得・整備するとともに、理論モデル構築による的確な将来予測の実現を目指して、社会の要請に応える。そのために3つの研究領域と7つの重点課題を設定して、研究に取り組んだ。

1) 島弧海洋地質情報

国土基本情報としての陸域と海域の島弧地質と知的基盤整備及び高度で多様な地質情報の整備・発信と標準化研究

(1) 陸域地質及び地質図の調査研究

国土基本情報としての陸域の島弧地質と知的基盤整備

(2) 海域地質及び地質図の調査研究、大陸棚調査

国土基本情報としての海域の島弧地質と知的基盤整備大陸棚画定の科学的根拠提示のための地質調査研究

(3) 地質情報の統合と高度利用、地質標準に関する研究

(4) 衛星画像情報に関する技術開発と情報の統合化に関する研究

2) 地震・火山

地震・火山噴火などの地質災害の軽減に資する研究

(5) 地震災害軽減のための地質現象のモデル化と科学的予測

(6) 火山災害軽減のための地質現象のモデル化と科学的予測

3) 都市沿岸域

産業立地基盤としての都市及び沿岸域の地質災害軽減と環境保全に資する総合的な研究

(7) 都市沿岸域における地質環境変遷の実態解明と地質プロセスのモデル化

これらの成果の概要は以下のとおりである。

- 1) 島弧地質海洋研究を基礎に、知的基盤である地質図を着実に作成し、地質情報の統合を進め、利便性の高い全国シームレス地質図を Web 公開しました。また、国の要請に基づき、大陸棚調査・衛星画像情報にも重点的に取り組んだ。
- 2) 地震・火山噴火等の地質災害の軽減に資するため、南海・東南海地域の地震地下水観測網の設置や火山ガス組成の連続測定装置の試験運用を開始し、活断層の応力測定法の開発や火山地質図・マグマ熱水系の研究を進めた。
- 3) 都市・沿岸域の地質現象と生態系も含む地質環境の総合的研究においては、アジアデルタ・沿岸地球化学図・瀬戸内やサンゴ礁域の生態系と環境変化等の研究を進めています。また、関東平野の沖積層の地下3次元モデルを提示した。

3. 内外との連携

社会の要請に積極的に応えるために、発信する地質情報の信頼性の確保と利便性の向上を図り、国・自治体・産業界との連携を強化して、専門家集団としての提言などを行う。

他の関連ユニットとの連携を強め、産総研における地質調査総合センター (GSJ) としての機能を十分に果たす中核を担うとともに、産総研内外の連携を推進する。総合科学技術会議などの日本の科学技術政策の中で、産総研地質調査総合センターの果たすべき役割について検討し、必要な働きかけを行う。

研究によって形作られる地質情報はもちろんのこと、地球を理解する科学技術は、地質学的にも関連の深いアジアをはじめとする世界にとって共通の財産であり、地質情報研究部門は国際地球惑星年 (2007-2009) や CCOP (東・東南アジア地球科学計画調整委員会) 等の国際組織や IODP (統合国際深海掘削計画)、ICDP (国際陸上科学掘削計画) などの国際プロジェクトを通じて世界に貢献する。また、地震・火山噴火・地すべりなどの緊急課題についても、地質調査総合センターとして迅速に取り組む。

4. 中期計画の実施体制

第2期は、中期計画を達成するとともに、研究のポテンシャルを一層高めることと、対外的なプレゼンスの向上を含め、具体的な社会への貢献・アウトカムの内容を明らかにしつつその実現を目指す。これらを実現するために、3つの重点課題を軸とした19研究グループと1連携研究体による組織体制のもとに、マトリックス方式の研究体制により実施する。すなわち、組織上のグループの活動を縦軸にし、産総研の他のユニットや、所外の研究者やグループまでも含むテーマ (重点課題、知的基盤構築・発信、基礎基盤研究、各種プロジェクト) を横軸にして活

動する。部門全体のコミュニケーションを促進する。

下記の重点プロジェクト (P) はマトリックス方式を採用し、プロジェクトリーダーの強いリーダーシップのもとに実施する。

- ・都市地質 P: 都市沿岸域の地質災害軽減と環境保全に資する総合的な研究
- ・陸域地質図 P: 国土基本情報としての陸域の島弧地質と知的基盤整備
- ・海域地質図 P: 国土基本情報としての海域の島弧地質と知的基盤整備
- ・大陸棚調査 P: 大陸棚画定の科学的根拠提示のための地質調査研究
- ・衛星画像情報 P: 衛星画像情報の整備と地質情報の統合のための研究

外部資金:

財団法人河川環境管理財団 平成17年度河川整備基金助成事業 「宍道湖底層における酸素消費過程の解明」

財団法人住友財団 2005年度環境研究助成 「日本海堆積物による後期第四紀東アジア冬季モンスーン変動の高解像度解明に関する研究」

財団法人鉄鋼業環境保全技術開発基金 第26回 (2005年度) 環境研究助成 (若手助成研究) 「地球温暖化による海面上昇がおよぼす沿岸土砂環境への影響を探る試み」

日本地質学会 財団共同研究 「島弧堆積盆研究グループ 地質科学分野におけるオンライン化の将来動向に関する研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団共同研究 「大水深基礎調査 (地質構造調査) に係わる共同研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団共同研究 「大水深基礎調査 (層序区分調査) に係わる共同研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団共同研究 「大水深基礎調査 (資源ポテンシャル) に係る共同研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団共同研究 「コバルト・リッチ・クラストの微地形把握と採鉱技術の基礎的検討」

社団法人瀬戸内海海上保安協会 財団共同研究 「瀬戸内海における船舶津波対策に関する調査研究」

社団法人 東京地学協会 研究助成金 「九十九里浜平野における相対海面変動の空間多様性：地中レーダーを用いた復元」

厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究奨励補助金 研究助成金 「地中レーダーを用いた“史跡国泰寺跡”の高精度地下探査」

平成18年度河川整備基金助成事業 研究助成金 「塩分が比較的安定している感潮域における付着性汚損生物の侵入動態の解明」

財団法人住友財団 2006年度環境研究助成 「衛星データと陸域生物圏モデルによる全球炭素フラックスの推定；窒素循環モデルの導入」

国立大学法人岡山大学 文部科学省（科学技術振興費主要5分野） 「固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち埋立処分に伴う溶出実験による安全性等」

経済産業省（環境省） 技術振興課委託費 「日本沿岸海域地球化学図による有害元素等のバックグラウンドと環境汚染評価手法の高度化に関する研究」

経済産業省（環境省） 技術振興課委託費 「海洋ごみ対策の確立に向けた情報支援システムの構築に関する研究」

経済産業省（環境省） 技術振興課委託費 「現場調査用高感度蛍光 X 線分析装置の開発に関する研究」

経済産業省資源エネルギー庁 技術振興課委託費 「平成18年度海洋石油開発技術等調査（大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析）」

経済産業省 平成18年度石油資源遠隔探知技術研究開発 「石油資源遠隔探知技術の研究開発」

文部科学省 科学技術振興調整費 「統合化地下構造データベースの構築」

（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構（経済産業省経由） 受託研究 「メタンの海洋生態系による固定・消費メカニズムの定量的把握に関する基礎的研究」

（独）原子力安全基盤機構 受託研究 「平成18年度原子力安全基盤調査研究（原子力安全基盤調査研究自然科学分野総合的評価研究）」

（独）水産総合研究センター（農林水産省経由） 受託研究 「生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査委託事業」

（独）防災科学技術研究所（文科省経由） 文部科学省（科学技術振興費 主要5分野） 「大深度ボーリング試料による地質年代調査」

国立大学法人東北大学（NEDO 経由） 受託研究 「新環境基準に対応した水質汚濁リスク評価基本図の作成」

東京大学地震研究所 受託研究 「断層帯周辺における自然地震観測（稠密アレー観測）」

財団法人日本船舶振興会（日本財団） 2005年度助成事業 海や船に関する事業 「瀬戸内海の防災と環境対策に向けた高潮・津波の影響評価に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「詳細な小地震解析による地殻内応力場の推定」

文部科学省 科学研究費補助金 「内湾における河川ブリュームの挙動と貧酸素水塊の形成過程に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「海洋鉛直微細構造と植物プランクトン挙動との相関を用いた内湾環境の診断評価」

文部科学省 科学研究費補助金 「ネットワークフィルターによるゆっくり地震の検出とその時空間分布のマッピング」

文部科学省 科学研究費補助金 「地質時代の地形変遷ダイナミクスを地層から高精度に復元するための基礎研究」

文部科学省 科学研究費補助 「ホタテガイ殻の酸素同位体比温度計の確立と鮮新世以降の季節変動の高精度復元」

文部科学省 科学研究費補助 「サンゴ礁－海草藻場－マングローブ林から構成される複合生態系における環境動態の解析」

文部科学省 科学研究費補助 「古気候変動・地球軌道要素変動に起因する古地磁気変動の研究」

文部科学省 科学研究費補助 「2003年北海道日高洪水堆積物の海域での堆積過程と海底環境への影響の解明」

文部科学省 科学研究費補助 「水槽飼育サンゴを用いた骨格環境指標の高精度化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助 「メコンデルタの成立とカンボジア低地の古環境に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助 「大規模波動によって生じる土砂移動の現地調査と水理実験に基づく検証」

文部科学省 科学研究費補助 「四国南東部の最終間氷期段丘面の複合編年」

文部科学省 科学研究費補助 「赤道太平洋の ENSO 現象に伴う水温躍層変動と円石藻群集変化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助 「鮮新・更新世古地理の高精度復元」

文部科学省 科学研究費補助 「瀬戸内海における海砂生態系の機能とその破壊からの回復過程に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助 「熱帯域の高精度環境復元と高緯度水床と低緯度域環境とのリンケージの評価」

文部科学省 科学研究費補助 「伊豆小笠原マリアナ弧の海底カルデラと島弧地殻の進化・安山岩の成因」

文部科学省 科学研究費補助 「西フィリピン海盆の発達史：岩石学・地球化学的特徴と拡大海嶺／プレューム相互作用」

日本学術振興会 JSPS 外国人特別研究員試験研究費
「メコンデルタの海岸沿岸域における変化と人間活動の影響に関する研究」

日本学術振興会 JSPS 外国人特別研究員試験研究費
「応力の擾乱が岩石の脆性破壊に及ぼす影響に関する実験的研究—ダム誘発地震への応用—」

発 表：誌上発表294件、口頭発表693件、その他242件

沿岸都市地質研究グループ

(Coastal and Urban Geology Research Group)

研究グループ長：齋藤 文紀

(つくば中央第7)

概 要：

日本及びアジア・太平洋地域に分布する湖沼や汽水域を含む沖積低地から海岸沿岸域において、地球科学的手法を用いて、地質や沿岸環境情報に関するデータ

ベースの構築、沿岸地質調査を行うための機器開発や環境評価の指標・技術開発などを行い、沖積低地から沿岸域における持続可能な発展や生活環境の保全と防災のために貢献することを任務とする。特に、地質分野重点課題の都市地質プロジェクトの一端を担い、大都市圏が位置する沖積低地に関する地下地質・堆積環境の高精度な調査・研究を実施し、都市の防災・環境保全・土地利用に資する地質データベースの整備を行う。また、経済成長が大きく、人口密集地帯である東南アジアから東アジアの海岸沿岸域の保全と防災に資するため、CCOP や IGCP 等の国際プロジェクトを主導し、現地研究機関と共同で研究を実施する。平成18年度は、分野戦略実現のための予算「大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究」の中核として推進するとともに、科学研究費補助金、JSPS 二国間共同研究、その他の外部予算により、基盤的な調査技術の改良開発とともに、日本及びアジアの海岸沿岸域の環境変遷、人間活動の影響、環境保全、平野地質情報、津波などの防災関連研究を推進した。アジアデルタプロジェクトにおいては、CCOP や IGCP のプロジェクトで中国とインドネシアでセミナーを開催するとともに、ベトナムとカンボジアとの二国間共同研究を推進した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

沿岸海洋研究グループ

(Coastal Environment and Monitoring Research Group)

研究グループ長：湯浅 一郎

(中国センター)

概 要：

本研究グループは、疲弊した沿岸生態系を再生し、持続的な利活用が可能な活動空間を取り戻すため、沿岸域の水質改善や沿岸生態系の回復を目指す技術の開発及び実用化支援、沿岸海域の環境保全及び調査・観測・解析研究とそれに必要な技術開発、生態系を含む場の特性とその時間的変遷の解明等を行う。また、公開可能な調査・観測データ等をデータベース化し、インターネット等で広く社会に提供する。

平成18年度は、藻場の維持・保全及び新たな藻場分布測定技術に関する研究、沿岸生物生息場の物理環境、生息要因のモニタリング・評価技術の高度化、海洋ごみ対策のための情報支援システムの構築、海砂利採取による環境影響評価と回復過程に関する研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

物質循環研究グループ

(Biogeochemical Cycles Research Group)

研究グループ長：田中 裕一郎

(つくば中央第7)

概要:

人類活動による地球表層環境への影響は、エネルギー及び物質輸送を介して起こっている。人類活動により影響を受ける将来の環境を考えるため、人為的な影響の特に大きな都市環境及び沿岸環境、影響が広範囲にわたる地球環境について、その環境変動幅と変動支配因子を明らかにすることが、本研究グループの研究目的である。そのため、本研究グループは、地球化学的、古生物学的及び海洋物理学的手法を用いて、4つの「環境」すなわち「都市環境」「沿岸環境」「外洋環境」「古環境」について、主に土壌汚染等による環境安全評価に関する研究、河川流域やサンゴ礁域の生物多様性の保全に関する環境モニタリング、海洋中深層の二酸化炭素の影響に関する物質循環と後期第四紀の温暖化した時代の西太平洋日本周辺海域の環境変動解析に関する研究を行い、将来の都市・沿岸・地球環境の予測手法を開発する。

研究テーマ：テーマ題目6

地球化学研究グループ

(Geochemistry Group)

研究グループ長：今井 登

(つくば中央第7)

概要:

地球化学情報の集積・活用と高度な分析技術の開発を目的とし、地球化学図作成、地球化学標準試料、地球化学情報のデータベース化、これらに必要な高度な分析技術の開発を行った。最近の環境汚染に対する関心の高まりを受けて、全国及び都市周辺の地球化学図を作成し地球化学図を利用した有害元素等のバックグラウンド値の評価を行うとともに、岩石標準試料の整備とデータベース化、標準値の設定を行った。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9

地震地下水研究グループ

(Tectono-Hydrology Research Group)

研究グループ長：小泉 尚嗣

(つくば中央第7)

概要:

国の東海地震予知事業及び地震調査研究業務を分担し、地殻活動と地下水変動の関係を解明するために、地下水等の観測・研究業務を行っており、地震及び火山活動に関連する地下水変化における日本の中核的研究グループである。東海・近畿・四国地域を中心に、全国に40以上の観測点を展開し、地下水の水位・自噴量・水温・水質・ラドン濃度等の観測とともに、一部の観測点では、歪・GPS・傾斜計等による地殻変動や地震の同時観測も行っている。これは、地震予知研

究のための地下水観測網としては質・量において世界有数のものである。観測データは電話回線や携帯電話等を通じて当グループに送信され（一部重要データは気象庁にもリアルタイムで送られて東海地震予知のための監視データとなっていて）、地下水等の変動メカニズム解明のための研究が行われている。観測結果は、解析手法とともにホームページを通じてデータベースとして公開しており（<http://www.aist.go.jp/RIODB/gxwell/GSJ/index.shtml>）、地震防災対策強化地域判定会（東海地震の予知判定を行う気象庁長官の諮問機関）・地震予知連絡会・地震調査委員会（地震調査研究推進本部）に定期的にデータを報告・説明している。

研究テーマ：テーマ題目10

地震発生機構研究グループ

(Earthquake Process Research Group)

研究グループ長：桑原 保人

(つくば中央第7)

概要:

本研究グループは、地震被害軽減のための地震発生予測精度向上を目指し、第2期中期計画においては、地殻内、特に活断層近傍の応力状態や物質分布を評価・推定するための新手法の開発を行う。地震調査研究推進本部、測地学審議会の建議の指針に基づいた国の地震調査研究の一翼を担っており、グループの成果は国の地震調査、観測にフィードバックされる。地質学、地球物理学、地震学の各分野の研究者の融合により、新しい観点からの評価手法の開発を目指している。活断層深部構造・応力状態解明のための地震学的、地球物理学的構造調査、断層破碎帯の変形過程解明のための詳細な地質学的調査、地殻深部の高温高圧環境を実現できる世界有数の実験装置を使用した変形・破壊実験等を行っている。

研究テーマ：テーマ題目11

地殻構造研究グループ

(Tectonophysics Group)

研究グループ長：山口 和雄

(つくば中央第7)

概要:

地球内部の構造とダイナミクスに関する探査・研究を通じて国土の地球科学的実態の解明に貢献することと、そのための地殻構造探査・解析技術の開発・改良を図ることを目標とする。内陸地震の発生地域において、地球物理学的な構造調査・データ収集を行い、既破壊と未破壊の断層面の違い（不均質性）の検出を試みる。平野部の基盤深度急変帯や地質構造線の実態を解明する。地表兆候の少ない近接活断層周辺の地下構造特性に基づき、断層の連続性・活動性を検討する。基盤的研究として、火山体の重力データ解析、IODP

への参画、地殻熱構造と地震との関係解明、地震の破壊過程の解析の高度化、マントル物質の物理化学的考察、地球深部の地震波速度不均質性の解析などに取り組む。

研究テーマ：テーマ題目12

火山活動研究グループ

(Volcanic Activity Research Group)

研究グループ長：中野 俊

(つくば中央第7)

概 要：

中期的な噴火予測のため、活動的火山の噴火履歴・成長史を解明し、将来の活動様式・時期を予測するとともに、火山地質図を作成する。また、長期的な火山活動場変遷の規則性を明らかにするために、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究を実施する。また、火山噴火あるいは火山活動時においては、社会的要請に応えるための組織的かつ機動的な緊急調査を実施する。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目24

マグマ活動研究グループ

(Magmatic Activity Research Group)

研究グループ長：篠原 宏志

(つくば中央第7)

概 要：

短期的火山噴火予知・活動推移予測の基礎となる、噴火機構・マグマ供給系の物理化学モデルの構築を目指し、マグマ系における化学反応・力学過程などの素過程の実験・理論的研究と活動的火山の観測・調査に基づくマグマ活動の把握及びモデル構築を行う。具体的には、火山ガス放出量・組成観測、放熱量観測、地殻変動観測など活火山の観測研究と、メルト包有物や斑晶組織・組成の解析によるマグマの性質と進化の研究、地質調査に基づく岩脈貫入や噴火時系列の解析、高温高压実験やアナログ物質を用いた模擬実験などによる素過程の解析などを実施する。研究成果は火山噴火予知連にも報告され、火山活動の評価などの基礎資料としても用いられる。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目40

マグマ熱水系研究グループ

(Magma-Hydrothermal Systems Research Group)

研究グループ長：森下 祐一

(つくば中央第7)

概 要：

マグマ熱水系を含む広い範囲における同位体・元素の移動・分配素過程の解明を目標とし、マグマ熱水系における鉱物の溶解、移動、沈澱により流体や鉱物の同位体・化学組成が変化する素過程を研究する。特に、

元素の移動・分配の場である熱水性鉱床地域で、同位体分析や流体包有物の解析等に基づき熱水系の進化過程を明らかにするなど、鉱脈、断層などに着目し、地殻流体（熱水、深部流体等）の挙動を鉱物との反応等を手掛かりとして描き出すことを目指す。

一方、岩石・鉱物の同位体・化学組成を均質と見なせない場合には、二次イオン質量分析装置（SIMS）やレーザーマイクロプローブ装置を用い、微小領域における鉱物等の同位体・化学分析を行うことにより、地殻物質の地球化学的特徴の解明や流体との反応による影響の評価を行なうなど、地質不均質系の成因を解明する。また、地球環境の変遷や地球規模での地質現象の解明を行なうためには、太陽系の一惑星としての地球の成り立ちを研究することも必要になるため、SIMS等を用いた惑星物質の形成機構に関する研究を行なう。

研究テーマ：テーマ題目15

海底系地球科学研究グループ

(Seafloor Geoscience Group)

研究グループ長：飯笹 幸吉

(つくば中央第7)

概 要：

海底系の資源形成や地球環境影響等に関わる重金属元素等の挙動・循環の実態・過程を解明するとともに海底下の構造を解明することを長期目標とする。本年度は主に太平洋海域の海洋資源・地質情報の整備を含め、1) 現世熱水鉱床・堆積性鉱床等の分布、成因等に関する研究、2) 将来的な開発に向けた深海底資源等開発・利用と二酸化炭素海洋隔離の組み合わせ、複合的効果の検討に関する研究、3) 海底湧出メタンの海洋環境に与える影響評価等の研究、4) 各種センサーを海底熱水活動地帯や冷湧水地帯に設置して流体の出入りのある海底系における物質循環と元素固定の機構の解明に関する研究、5) 大陸棚画定調査に関わる基盤岩等による海山等の形成史及び潜在的な資源に関する研究を実施するとともに、国連に提出する科学報告書作成に資するデータ等の収集を行う。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19、テーマ題目20

海洋地質研究グループ

(Marine Geology Research Group)

研究グループ長：池原 研

(つくば中央第7)

概 要：

日本周辺海域の海洋地質情報を整備公開するとともに、それらデータを基に日本周辺海域の活断層評価、古環境変動の解明、地質構造発達の解明を行うことを目的とする。第2白嶺丸を用いた音波探査、採取堆積

物及び岩石を基本データとし、それらの解析によって海洋地質図及び表層堆積図を出版、インターネットでのデータ公開も進めている。さらに日本海東縁及び南海トラフ、千島海溝沿いの地震発生頻度を推定するために、既存データに加え、他機関データや調査船等を活用し、地震性堆積物の採取と年代測定を進めるとともに、地質構造の定量的解析を行う。日本海などの古環境変動の研究では、他機関の柱状堆積物試料を用いて、岩相、微化石、化学組成などの解析を進める。

海底地質調査では、日高沖海域の調査を実施し、地球物理探査測線（音波探査、重力・磁力探査）約4450 km、グラブ採泥110点、大口径グラビティコアラ採泥4点、ロックコア採泥5点、プランクトンネット2点を実施し、その予察的結果については地質調査総合センター速報として出版した。また、釧路沖表層堆積図を完成させた。

海域活断層研究では、東海沖海域の調査航海に参加し、海底の地震性堆積物を用いた地震発生履歴の調査を行ったほか、千島海溝、東海沖（南海トラフ東部）、琉球海溝北部、沖縄トラフなどにおいて既存試料の年代測定を進め、タービダイトの堆積間隔をまとめた。

日本周辺海域の古環境変動の研究では、十勝沖、東海沖、日本海などの既存試料の分析を進め、東アジア冬季モンスーン変動、後氷期における北西太平洋亜寒帯域の海洋環境変化などについてまとめた。

研究テーマ：テーマ題目21、テーマ題目22

地球変動史研究グループ

(Paleogeodynamics Research Group)

研究グループ長：山崎 俊嗣

(つくば中央第7)

概要：

古地磁気層序、岩石磁気層序及び微化石層序学的研究を統合した高分解能年代スケールを基盤とし、海陸の地質及び地球物理学的情報を融合して、地質学的時間スケールの地球システム変動及びテクトニクスを解明することを目的とする。これにより、地球科学図、環境変動、地質災害、地質標準など当部門のミッション達成に貢献する。

今年度は、統合高分解能タイムスケールに関する研究、フィリピン海プレート周辺のテクトニス研究、海底近傍物理探査技術の研究を主として運営費交付金を用いて実施するとともに、大深度ボーリング試料による地質年代調査（委託研究）に応用した。古地磁気研究については、運営費交付金を用いた研究の他、科学研究費補助金による課題を実施した。さらに、20万分の1地質図幅の作成と、海洋地質図の付図としての重力・地磁気異常図の作成を担当した。

研究テーマ：テーマ題目23

島弧堆積盆研究グループ

(Sedimentary Basin Research Group)

研究グループ長：尾崎 正紀

(つくば中央第7)

概要：

新生代堆積盆とその周辺の重複変形地域を主な研究対象とし、地質の実態把握と形成プロセスの総合的な理解に努め、地質災害の軽減・産業立地・環境保全に寄与する地質情報を提供する。また、島弧複合地質、統合地質情報、火山活動、沿岸都市等の研究グループと密接に連携し、部門の重点研究課題である陸域地質図プロジェクト（地質図の研究）と地質分野重点課題の都市地質プロジェクト研究を推進するほか、活断層研究センターの研究テーマや地震災害時の緊急野外調査なども担う。研究成果は、論文、地質図幅、データベース、普及広報活動等を通して積極的に社会に発信する。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目25

島弧複合地質研究グループ

(Orogenic Process Research Group)

研究グループ長：宮崎 一博

(つくば中央第7)

概要：

活動的島弧の長期的挙動及び安定性を解明するために島弧複合地質の研究を行う。島弧複合地質の研究では、付加体及びこれに関連する地質体・変成帯・深成岩体を研究対象とし、その形成において本質的な前弧域-海溝付近での堆積及び付加作用、沈み込み帯中-深部での付加・変形・変成作用、島弧地殻中-深部での変形・変成・深成作用などの複合的地質過程の系統的な調査・研究を行う。また、国土の基本地質情報整備のために部門重点課題として実行される陸域地質図プロジェクトに、その中核研究グループとして参画する。陸域地質図プロジェクトにおいては、島弧複合地質の研究成果及び既存の地質体形成過程に関する知見を融合・適合することにより高精度の地質図の作成を行う。研究成果は論文・地質図・データベースなどを通じて公表する。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目26

統合地質情報研究グループ

(Integrated Geoinformation Research Group)

研究グループ長：脇田 浩二

(つくば中央第7)

概要：

統一した凡例で作成した日本シームレス地質図をベースに、20万分の1縮尺の地質図・地球物理図・地球化学図からなる統合データベースの構築を目指す。また、5万分の1縮尺の数値地質図データベースの構築の

ための基礎研究を岐阜県や山口県において実施する。中越地域の斜面崩壊に冠する地質情報解析技術を研究するなど、数値地質情報を利用した社会に役立つ情報を創出するとともに、地質情報の分かりやすい発信のための技術開発を行う。さらに野外調査を基礎として、アジアの地質に関する情報整備・研究・解析を実施する。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目27、テーマ題目28、テーマ題目29、テーマ題目30

地球物理情報研究グループ
(Geophysics Research Group)

研究グループ長：大熊 茂雄

(つくば中央第7)

概 要：

当グループでは、国土の地球科学的実態解明のため、先端的な地球物理学的調査を、調査手法の開発・高度化を通じて実施し、知的基盤情報としての全国規模の地球物理図の作成及び同データベースの構築・公開により地球物理情報の発信を行う。また、地球物理情報に基づく3次元地下構造モデリング手法、シミュレーション手法等の情報解析技術の開発を行う。これら地球物理情報の整備、情報解析技術の開発により、島弧地下構造の解明や物性評価を通じて地質災害の軽減や地質環境問題等の社会的課題の解決に貢献する。具体的には、火山災害軽減のため、空中物理探査による火山体安定性評価手法の確立を目指す。また、これらの研究を世界レベルに保つよう努め、国内外で共同研究・協力を実施し、国・自治体・学会等にも貢献する。

研究テーマ：テーマ題目31、テーマ題目32、テーマ題目33

地質リモートセンシング研究グループ
(Geologic Remote Sensing Research Group)

研究グループ長：佐藤 功

(つくば中央第7)

概 要：

衛星データを活用し、地球科学情報の創出並びに知的基盤情報の拡充を通じて、国土の有効利用及び地質災害の軽減を研究目的として、地質リモートセンシングの研究を実施する。具体的には地質情報基盤の拡充と衛星画像情報の高度利用を目指し、火山衛星画像データベースの充実、岩相区分図や地盤変動図作成に関する研究のほか、衛星情報を基盤とする物質循環に関する研究を行い、防災や地球環境等の問題に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目34

地質標本研究グループ
(Mineralogy and Paleontology Research Group)

研究グループ長：利光 誠一

(つくば中央第7)

概 要：

広報部地質標本館を学術面から支援する研究グループである。長年の調査・研究により収集されてきた地質標本館登録・管理の多様な地質標本について、地質年代と古環境の標準的指標を導き、地球構成物質の多様性を解明する地球科学的研究を行っている。これにより、経済産業省及び産業技術総合研究所のミッションのひとつである「地質の調査」における基礎的・基盤的データを提供する。

研究テーマ：テーマ題目35、テーマ題目36、テーマ題目37

[テーマ題目1] アジアの海岸沿岸地域における基礎地質情報と環境保全に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 齋藤 文紀

(沿岸都市地質研究グループ)

[研究担当者] 齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨、木下 泰正

(常勤職員5名、他1名)

[研究内容]

東南アジアから東アジア沿岸域の保全と防災に資するため、これらの地域を対象に、CCOP-DelSEA プロジェクト「東南アジアと東アジアのデルタにおける統合的地質アセスメント研究」と地質科学国際共同研究(IGCP)-475「モンスーンアジア太平洋地域のデルタ」プロジェクトを推進するとともに、関係国と連携して国際共同研究を遂行し、海岸沿岸域における基礎地質情報の収集と解析を行った。平成18年度は、IGCP-475の第4回年会とCCOP-DelSEA プロジェクトの第3回会合の合同会議を平成19年1月にバングラデシュで開催予定であったが、治安悪化により1年延期した。また、中国の青島とインドネシアのバンドンにおいて人材育成を目的にデルタショートコースとデルタセミナーをそれぞれ実施し、合計で約200名の参加があった。ベトナム科学技術院と産業技術総合研究所との共同研究に関連して、メコンデルタのチャービン地域において海浜地形と堆積物の季節変化の調査を共同で実施した。

[分野名] 地質

[キーワード] アジア、デルタ、沿岸、平野、地球環境

[テーマ題目2] 大都市圏が位置する平野地下地質の調査・研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 木村 克己

(沿岸都市地質研究グループ)

[研究担当者] 田辺 晋、木村 克己、竹村 貴人、内山 美恵子(常勤職員3名、他4名)

[研究内容]

地質分野重点課題の都市地質プロジェクトの研究とし

て、首都圏東部の中川低地南部から東京低地に分布する沖積層を主な対象として、その地下地質構造や堆積環境、土質学的特性を明らかにし、標準層序・3次元地質モデル、ボーリングデータベースの構築、それらを基礎にして地震動特性評価を行うことを目的に、ボーリング調査・コア解析、ボーリングデータの収集・数値化、地下調査手法や3次元モデル構築・表示ツールの開発、軟弱地盤の力学試験等の調査・研究を実施している。今年度は、2地点でのオールコアボーリング調査（埼玉県三郷市采女新田地区42 m 長と千葉県市川市塩浜地区60 m 長）とコア解析、中川低地南部（9,500本）及び港湾地域（4,500本）のボーリングデータベースの解析、2,000本のボーリングデータの新規数値化を含むデータベースの更新（計18,000本）、土壌サンプラーを用いた自沈粘土の不攪乱・連続試料の採取方法の改良、超軟弱粘性土の力学試験装置の開発、等を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】平野、沖積層、3次元地質モデル、ボーリングデータ、データベース

【テーマ題目3】海岸沿岸域の地質調査と環境調査のための調査解析技術の研究（運営費交付金）

【研究代表者】齋藤 文紀

（沿岸都市地質研究グループ）

【研究担当者】村上 文敏、七山 太、田村 亨、西村 清和、山室 真澄、齋藤 文紀
（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

地中レーダーや浅海用のマルチチャンネル音波探査機器、コンパクトサイドスキャンソナーなどの野外における調査機器の開発と改良、及び堆積物の解析手法の高度化の研究を行っている。平成18年度は、地中レーダーを沿岸平野の海浜外浜堆積物と津波堆積物への適用、マルチチャンネル音波探査の河川域や陸棚域での適用を試みた。コンパクトサイドスキャンソナーに関しては、DGPS 受信機、地図ソフトを組み合わせてサイドスキャンソナーのシステム化を行い、研究資料集としてとりまとめた。また GIS の海岸侵食研究やデルタへの適用を検討した。

【分野名】地質

【キーワード】アジア、デルタ、沿岸、平野、地球環境

【テーマ題目4】藻場の保全と造成に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】星加 章（沿岸海洋研究グループ）

【研究担当者】星加 章、谷本 照己、高杉 由夫
（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

アマモ場の保全と造成のための要素技術について検討

した。海砂に替わる人工アマモ場基盤材として高炉スラグの適応性を調べるため、広島県三津口湾において各種高炉スラグや浚渫土との混合から成る人工基盤に移植されたアマモの生育を引き続いてモニタリングを行った。アマモ生育について基盤材に含まれる有機物と栄養塩の観点から検討した結果、アマモ移植初期からの活発な生育のためには、スラグに浚渫土を混合して栄養塩や有機物等を含有させる必要があること、及びスラグ100 %の場合では、初期におけるアマモの育成は悪いが時間の経過とともに栄養塩等のアマモの育成条件が整い、株数が増加することを明らかにした。アマモ遺伝子に配慮した造成の指針のため、安芸灘北部海域を対象に風の影響を考慮した粒子輸送シミュレーション解析を行い、安芸灘北部海域におけるアマモ種子輸送経路の概要を明らかにした。

【分野名】地質

【キーワード】アマモ場造成、高炉スラグ、アマモ種子、播種

【テーマ題目5】沿岸生物及び物理環境のモニタリングと評価（運営費交付金）

【研究代表者】湯浅 一郎（沿岸海洋研究グループ）

【研究担当者】星加 章、高杉 由夫、湯浅 一郎、橋本 英資（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

海田湾に設置された海上浮体実験室において水質等の長期環境モニタリングを実施し、得られた5年間のデータから底層の溶存酸素の季節的・経年的な変動について解析した。その結果、多雨と高温の年ほど貧酸素の強度は強い傾向であることが明らかになった。また底層の溶存酸素の変動には鉛直的な酸素供給が支配的であり、表層と底層の水温差で代表される成層強度の変化が、貧酸素水塊の主な変動要因であることが明らかになった。これにより水温差を貧酸素水塊の発生と消長の指標として適用できることがわかった。

海岸生物の長期変遷の要因を把握し、沿岸生態系の健全性を維持する方策を見出すために、呉周辺の海岸生物についてベルトトランセクト法、及び個体数を計測する水平モニタリングによる調査を継続し、2006年は8月9日から11日の呉周辺の5定点で実施した。この他、宇品、似島、竹原など12点でカメノテ、イボニシに関する生物調査を行った。呉周辺では1990年代半ばから種類数が増加しているが、2004年からカメノテが見つかって来た宇品、似島など広島湾の最奥部でも、個体数が増加していることが確認され、呉周辺だけでなく相当広範囲にわたるカメノテの回復が続いていることを確認した。

【分野名】地質

【キーワード】沿岸生物調査、物理環境、沿岸生態系、長期モニタリング

〔テーマ題目6〕沿岸・外洋域の環境変遷及び物質循環
に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕田中 裕一郎（物質循環研究グループ）

〔研究担当者〕田中 裕一郎、丸茂 克美、鈴木 淳、
長尾 正之（常勤職員4名、他12名）

〔研究内容〕

金属鉱床地帯などから供給される有害重金属の河川から沿岸域における挙動のモニタリング手法の開発のために、有害重金属の存在形態分析を行うことを目的とした。兵庫県鉱山周辺を調査対象地域として、六甲花崗岩、有馬層群の火山岩類、生野層中の火山岩類、及びそれらを母材とする土壌や河川堆積物の重金属分析を行い、土壌から河川堆積物に移行する有害重金属量の評価を行った結果、有馬層群に関しては鉛、生野層に関してはヒ素とスズの高濃度異常が明らかとなった。

沖縄県石西礁湖中央部をモデル海域として、海水の塩分、濁度等の水質観測と堆積物中の含泥量などの底質採取分析を行い、環境モニタリングの基礎データの集積を行い、陸域起源物質のサンゴ礁内での分布様式を解析した。その結果、底質中の含泥量、海水濁度等の分布から、陸域起源の細粒堆積物が水質悪化に寄与していることを明らかにした。また、サンゴ骨格中の鉛等の重金属元素の最適分析法を開発し、実試料に適用した。小笠原諸島父島産の長尺サンゴ骨格試料の分析により、過去108年間にわたり骨格中の鉛濃度が上昇してきたことが明らかになった。この鉛はアジア諸国の工業活動によって放出されたものである可能性が高いことが判明した。

炭素循環に関連して、赤道太平洋における生物起源炭酸塩沈降粒子の沈積量変動の解析を行った結果、海洋の成層化及び湧昇に影響されて、西赤道太平洋域は低く、中央赤道太平洋域で高いことが判明した。

また、完新世を対象として日本周辺海域における高時間解像度による温暖化の変動幅と時期的なずれの解明を行うために、三陸沖で採取された海底コア及びセジメントトラップ試料を用いて、安定同位体分析、化学組成分析や生物学的手法により、完新世の海洋一次生産量と栄養塩等の環境緒量の変遷の解析を実施した。その結果、完新世において、三陸沖の海域は、生物生産量の増加とともに、親潮影響域から混合水域への変遷が明らかとなった。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕有害重金属、土壌、沿岸、地球温暖化、炭素循環、気候変動、古海洋学、サンゴ礁

〔テーマ題目7〕地球化学図の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕今井 登（地球化学研究グループ）

〔研究担当者〕今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、
太田 充恒、久保田 蘭、寺島 滋、
立花 好子（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

全国及び大都市周辺の地球化学図を作成し、有害元素の広域分布と地域の地質特性等諸要因を総合的に解析してバックグラウンド値の評価を行う解析・評価法を検討した。東京周辺から河川堆積物と土壌試料の採取と分析を行った。これらのデータを基に地理情報システム上に元素の分布と各種の背景データを重ね合わせ、両者の相関と統計解析を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地球化学図、河川堆積物、環境汚染、有害元素

〔テーマ題目8〕地球化学標準試料の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕今井 登（地球化学研究グループ）

〔研究担当者〕今井 登、御子柴 真澄、太田 充恒、
岡井 貴司、久保田 蘭、寺島 滋
（常勤職員5名、他1名）

〔研究内容〕

あらゆる地質関連試料の分析の基礎となる地球化学標準試料として河川底質標準試料を新たに1個（JSd-5：汚染底質）作成した。この試料の主成分及び微量成分元素について共同分析を行って標準値を設定した。また、分析法の検討として既調製試料の主・微量成分の精密分析を実施し、標準試料の各種情報をデータベースとしてインターネット上で公開した。さらに、標準試料のISO対応のためISOに準拠した標準試料の作成法の検討とISO認証値を得るための共同分析等の作業を行った。また、ISO対応のためのシステムの作成と書類の整備を行い、ISO認証のために製品評価基盤機構認定センターの審査を受けた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕標準試料、岩石、鉱物、堆積物、化学組成、同位体

〔テーマ題目9〕地球化学の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕今井 登（地球化学研究グループ）

〔研究担当者〕今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、
太田 充恒、久保田 蘭、寺島 滋、
立花 好子（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

地殻における元素の地球化学的挙動解明の研究として、日本の土壌・堆積物における微量元素の研究、炭酸塩中の元素の挙動と分析法の研究、火成岩の地球化学的研究、鉄・マンガン水酸化物中の元素の挙動の研究を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地球化学、土壌、炭酸塩、火成岩、鉄・マンガン水酸化物

〔テーマ題目10〕地下水変動による地震・火山活動の予測（運営費交付金、施設整備費、重点研究支援協力員、深部地質環境研究センターとの共同研究）

〔研究代表者〕小泉 尚嗣（地震地下水研究グループ）

〔研究担当者〕小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、佐藤 努、大谷 竜、北川 有一（常勤職員6名、他10名）

〔研究内容〕

本グループは、東海地震予知事業における地下水観測分野を担当し、また、「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）の推進について（建議）」（文科省測地学分科会）においても、地下水総合観測による地殻活動モニタリングシステムの高度化等を分担している。平成18年度の主な成果は以下の通りである。

東南海・南海地震対象域に2点の新規地下水等総合観測施設を設置した。東海の既存地下水観測施設を3点高度化した。また、両観測網のデータを統合化するため、産総研側のデータ受信及び表示・解析システムを高度化した。国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆的地下水位変化検出システムを運用した。野島断層解剖計画プロジェクトに参加し、第1回（平成9年）から第3回注水実験（平成15年）まで、野島断層での透水性が徐々に低下している結果を国際誌に報告した。また、第5回注水実験（平成18年）までの結果から、第3回以降は透水性が低下していないことを明らかにした。台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、産総研において第5回ワークショップを開催し、連携を深めた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地震予知、地下水、活断層、地殻変動、地殻歪、地震、火山、東海地震、東南海地震、南海地震

〔テーマ題目11〕地震発生機構に関する研究（運営費交付金、重点研究支援協力員）

〔研究代表者〕桑原 保人

（地震発生機構研究グループ）

〔研究担当者〕木口 努、今西 和俊、増田 幸治、長 郁夫、佐藤 隆司、白井 信正、雷 興林、重松 紀生（常勤職員9名、他7名）

〔研究内容〕

本グループは、「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）の推進について（建議）」（測地学審議会、平成15年7月、対象期間：平成16～20年度）において、内陸活断層の深部構造・応力場の解明、地震発生の素過程に関する実験的研究や、「今後の重点的調査観測について（一活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の

進め方一）」（平成17年8月、地震調査研究推進本部）においては、糸魚川－静岡構造線近傍で発生する微小地震の発生メカニズムの解明の研究を分担している。平成17年度の成果は下記の通りである。

フィールド研究として、内陸活断層の深部構造、応力場の解明のため、糸魚川－静岡構造線（糸静線）中部で設置した臨時的微小地震観測点8カ所の観測の継続・維持を行ない、解析のための基礎データを得た。新開発の浅部応力方位測定法を跡津川断層、警固断層に適用し、跡津川断層では最大主応力の軸は断層と約40度、警固断層では断層にほぼ直交する結果となった。また、中国の長大活断層系である Anninghe-Zemuhe 断層系での10カ所の測定を2007年3月から実施した。活断層深部の応力状態を明らかにするため、紀伊半島東部の中央構造線に沿う東西約40 km の地域の地質調査、石英の微細構造解析を行った。中央構造線近傍のマイロナイトの大部分は、温度条件が脆性－塑性遷移領域より高温（360～400℃）で塑性流動し、その差応は力100 MPa 程度であったのに対し、一部区間（長さ13 km、幅100 m）でのみ、脆性－塑性遷移領域相当の温度条件（300～330℃）における塑性流動を経験し、この領域での流動差応力が200 MPa 近い大きなものであったことが明らかになった。

実験室での研究として、断層深部の環境での岩石物性測定手法の開発について、断層深部環境を復元した状態での電気伝導度の測定手法を開発する準備を整えた。これにより既に完成している弾性波速度測定手法と組み合わせることにより、岩石試料内部のクラックや亀裂の、体積含有割合や連結度などの異なる状態を反映する物性測定が可能になる。岩石破壊実験では、既存の実験データの詳細な解析を行い、巨視的破壊の直前に、AEのエネルギー放射率の加速度的増加、b値の減少、フラクタル次元、相関距離の減少から増加への変化を特徴とするフェーズの存在を確認した。また、微小な弾性波速度変化を検出できるトモグラフィー手法を開発し、岩石への水の浸透が局所的に進むことを明らかにした。岩石の固着・すべり実験を行い、すべりと電磁波放射が時間的にほぼ同時に起きていることを確認し、より正確な時間関係を把握するためのすべり変位の直接測定を試みた。さらに、断層状態把握を目の実験のため封圧を高精度で制御するシステムを開発した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕活断層、深部構造、地殻応力場、岩石破壊実験、すべり実験

〔テーマ題目12〕地殻構造の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕山口 和雄（地殻構造研究グループ）

〔研究担当者〕山口 和雄、横倉 隆伸、加野 直巳、牧野 雅彦、田中 明子、大滝 壽樹、伊藤 忍、住田 達哉、駒沢 正夫、

稲崎 富士、横田 俊之（地圏資源環境
研究部門）（常勤職員11名、他5名）

【研究内容】

地殻深部の不均質構造に関する研究で、2003年宮城県北部地震の震源域をモデルフィールドとして、想定される断層面の走向方向の発震・傾斜方向の受振を組み合わせた反射法地震探査のデータ解析を行い、震源断層面上の一部において他よりも鮮明な反射面を確認した。また、反射法測線で得られた宮城県北部地震の余震の震源再決定を行った。長野県西部の地震の破壊過程に関する研究をまとめた。部門重点研究の一環として、2004年中越地震震源域南方の十日町市域で反射法地震探査を実施し、往復走時約3秒までの反射面と信濃川付近の向斜構造をとらえた。都市地質プロジェクトでは、綾瀬川断層推定位置と菖蒲坑井付近を通る調査測線で反射法地震探査を行い、極浅部から往復走時1秒付近までの水平成層構造をとらえた。関東平野中部の既存地下構造データの収集と見直しを開始した。上部マントルに対応する高温高压実験で多用される NaCl 圧力スケールについて、音速測定、衝突実験等の多様な実験データを統一的に説明する熱力学モデルの考察を行った。IODP ポストクルーズ会議でコア密度の推定方法などについて発表した。フィリピン・レイテ島の大規模斜面崩壊の原因を解明するために重力探査等の合同調査を実施し、フィリピン断層構造を把握した。

【分野名】地質

【キーワード】不均質、断層面、地球内部、地下構造、平野部

【テーマ題目13】火山活動の研究（運営費交付金）

【研究代表者】中野 俊（火山活動研究グループ）

【研究担当者】中野 俊、星住 英夫、川辺 禎久、石塚 治、下司 信夫、古川 竜太、石塚 吉浩、松本 哲一、及川 輝樹、工藤 崇、小林 哲夫、中川 光弘（常勤職員9名、他3名）

【研究内容】

国の火山噴火予知研究を分担し、活動的火山の噴火履歴を明らかにするとともに火山地質図を作成し、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究の実施を目的としている。平成18年度においては、口永良部島火山地質図を完成した。また、十勝岳火山、樽前火山の火山地質図作成のための調査を実施した。また、第四紀火山の時間空間分布を明らかにするために、中部九州の第四紀火山岩類の分布を検討した。

【分野名】地質

【キーワード】活火山・噴火履歴・火山地質図・第四紀火山活動

【テーマ題目14】マグマ活動の研究（運営費交付金）

【研究代表者】篠原 宏志（マグマ活動研究グループ）

【研究担当者】篠原 宏志、高田 亮、斎藤 元治、松島 喜雄、東宮 昭彦、森 健彦、鬼沢 真也、竹内 晋吾、並木 敦子、谷口 雅美（常勤職員5名、他5名）

【研究内容】

薩摩硫黄島の火山熱水系を数値シミュレーションから考察し、その形成メカニズムの議論を行った。その結果、全山的な熱水系の形成はマグマの脱ガス活動によってもたらされることが確認された。その際、必要となる条件として、山体が十分な透水性を持つこと、マグマの脱ガス深度が海水準より浅いこと等が明らかになった。火山の熱的活動を把握するため、携帯型赤外カメラによる空中赤外熱映像の撮影法を開発し、有珠山、樽前山、登別の火山に適応した。広範囲で精密な地表面温度分布を取得することができた。

活動的火山の噴火・脱ガス過程の解明のために、桜島火山について、大正噴火 軽石のメルト包有物分析を実施し、マグマの揮発性成分の組成・濃度を明らかにした。この濃度から見積もられる大正噴火直前のマグマ溜まりの深さは、地震学的に推定されている現在のマグマ溜まりの深さと一致した。インドネシアの火山の時空分布を明らかにするために、採取された年代測定用試料の前処理を行った。マグマの再供給がマグマ溜まりに与える影響を評価するため、有珠火山において斑晶のサイズ分布の変化を調べ、マグマの再供給量の見積りを行った。有珠火山地質図の改訂版の作成を行った。

冷却するマグマを想定した岩脈貫入機構を明らかにするために、流動途中で固まるアルコールを注入するアナログ実験の開発を行った。含水流紋岩質マグマの減圧発泡実験を実際の噴火に近い減圧条件で行い、急冷生成物のガス浸透率を測定した。その結果、いずれの減圧速度でも、80%を越える発泡度となる低圧条件にならないと脱ガスしうる程度の浸透率に達しなかった。このことは、脱ガスが火道浅部で起こることを示唆する。マグマの噴火様式と脱ガスの関係を明らかにする為に減圧中の気泡を含むマグマのアナログ物質の膨張様式を観察し浸透率推定実験の解析を行うとともに、気泡を含む流体の浸透率を測定する装置を作成した。

富士山、箱根、薩摩硫黄島、口之永良部島において連続地殻変動観測を実施した。富士山・口之永良部島では電話回線などによるデータ回収を行い、準リアルタイムの連続観測を実施した。京都大学防災研究所と共同で実施している口永良部島における観測の結果、山頂における局所的な地殻変動を検出した。

火山に関する多様な研究成果の発信手法の検討を行い、薩摩硫黄島を対象とした web を通じた研究成果公開の準備を進めた。

【分野名】地質

〔キーワード〕 火山、マグマ、噴火予知

〔テーマ題目15〕 マグマ熱水系に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 森下 祐一
(マグマ熱水系研究グループ)

〔研究担当者〕 森下 祐一、小笠原 正継、濱崎 聡志、清水 徹、ナポレオン ハモンド、倉橋 映里香、福山 繭子、斎藤 元治、宮城 磯治（深部地質環境研究センター）（常勤職員6名、他5名）

〔研究内容〕

地球科学では多種の微細な鉱物からなる岩石試料や、鉱物内に複雑な構造を持つ試料を扱う必要がある。このような地質試料を簡単な系で代表させることは困難であり、複雑な系から成る地質不均質系を解明するためには、微小領域において現象の本質を研究する必要がある。このため、高感度・高質量分解能の大型二次イオン質量分析装置（SIMS）を研究手法として幅広い分野の課題に対応し、火山の噴火メカニズム研究や鉱物資源探査等の社会的に重要な課題を見据えつつ、分野横断的な研究も行なう。

マグマ熱水系における流体の物理化学を推定する目的で、南アフリカ共和国の始生代クライパングリーンストーン帯縞状鉄鉱層地域に胚胎する、カラハリゴールドリッジ金鉱床の研究を進めた。コア試料等空間的な広がりを持った試料について、炭酸塩鉱物（シデライト、アンケライト、方解石）の酸素、炭素及びストロンチウム同位体分析を行ない、鉱液の起源を推定した。国内では、北海道豊羽多金属鉱床—無意根山地域のマグマ熱水系が、重複熱水活動によって形成したことを明らかにし、光竜金銀鉱床の鉱脈組織の特徴をレビューするとともに、その特徴を鹿児島県菱刈金銀鉱床と比較検討した。その結果、鉱床規模や深度が、鉱脈組織の特徴に成因的に反映していることが明らかになった。

活火山体である雲仙火山掘削コア中に熱水変質帯が見出されている。現世のマグマ熱水系のフィールドとして、熱水変質帯における二次鉱物の記載を行った。また、過去の熱水系である伊豆半島の第四紀火山活動に伴う熱水変質帯の発達過程のモデル化を行った。一方、マグマ熱水系における鉱物の溶解、移動、沈澱により元素が移動する素過程の研究として、平尾石灰岩層に産する反応帯について、微量元素分析を行ない、岩石—流体反応における希土類元素等微量元素の挙動を検討した。

微小領域における定量技術の開発では、Au イオン注入硫化鉱物について、SIMS 深さ方向分析、ダイヤモンド触針式粗さ計による深さ測定を行った。さらに RSF（相対感度係数）計算プログラムを作成し、硫化鉱物中の金の定量手法を開発した。鉱石中の磁硫鉄鉱の予察的な測定によると、微小領域（3 μm）における金の検出

限界は EPMA の1,000 ppm に対して0.05 ppm 程度である。この金の定量手法を、天然の硫化鉱物に予察的に適用し、深さ方向の空間分解能3 nm で、1-10 ppm の金濃度変動を SIMS で捉えることに成功した。

火山の噴火メカニズム研究では、三宅島火山2000年噴火のカンラン石内微小メルト包有物の水素、炭素濃度を SIMS 測定し、水が2-3 wt%、二酸化炭素が0.02 wt% 程度であり、従来得られていた斜長石内メルト包有物濃度に比べてやや高濃度であることを明らかにした。

東日本花崗岩ジルコンのウラン—鉛年代測定のため第三紀基盤花崗岩体の選定を行い、必要となったカソードルミネッセンス像検出器の開発を行った。ジルコンの分離には、機械的な試料粉碎作業や薬品を用いた実験が必要であるが、安全な作業手順を確立し、実験作業の安全に努めた。

地球の成り立ちを研究するためには、「太陽系の一員としての地球」との視点が必要であり、微小領域同位体分析法等を用い、惑星物質の形成機構に関する研究を行った。初期太陽系固体物質の形成年代を特定するため、始原的炭素質コンドライト隕石中のコンドリュールの²⁶Al 年代測定を行い、難揮発性包有物形成後100~250万年という結果を得た。これは普通コンドライト中のコンドリュール形成年代と同時期であり、原始惑星系円盤において同時期に異なる化学グループのコンドライトが形成したことが初めて明らかになった。これを説明するモデルとして、太陽からの距離による空間温度の相違によってケイ酸塩鉱物、有機物、氷の挙動の違いが生じることから、より太陽に近い領域に普通コンドライト形成領域、より外側に炭素質コンドライト形成領域が存在したと考えた。また、隕石中コンドリュールの短寿命⁶⁰Fe 年代測定法を用いて、太陽系初期の熱履歴や物質の変遷を議論した論文を公表した。

SIMSを用いた分野横断的な研究としては、微生物による砒素の回収に関する研究において、砒素耐性菌の砒素濃度をSIMS分析し、論文が公表された。また、中国のマントルゼノリスのSIMS分析に基づく中国との共同研究で、論文が公表された。

北東アジアの鉱物資源情報とその他の地球科学情報の編集と解析に関する国際共同プロジェクトでは、分担部分の報告書原稿を作成し、またモスクワで開催されたプロジェクトワークショップで進捗状況の報告と研究発表を行った。さらに北東アジアの地質と鉱物資源情報のGIS データを CD-ROM として公表した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 マグマ—熱水系、熱水変質帯、二次イオン質量分析装置、SIMS、同位体分析、隕石、年代測定、ウラン—鉛年代、メルト包有物、縞状鉄鉱層

〔テーマ題目16〕 現世熱水鉱床・堆積性鉱床等の分布、
成因等に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 飯笹 幸吉

（海底系地球科学研究グループ）

〔研究担当者〕 飯笹 幸吉（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

島弧海底熱水系等における重金属資源形成に伴う元素の移動過程及び濃集メカニズムの海域特性の解明の一環として、伊豆・小笠原弧火山フロントに位置する明神礁海底カルデラの調査を実施した。本年度7月の「淡青丸」調査航海では、明神礁海底カルデラにおける黒鉱鉱床を発見するために、海水・堆積物・岩石の採取、海底写真撮影等の調査を実施した。その結果、明神礁海底カルデラの中央火口丘西麓では海水中のマンガン濃度及び濁度異常を検出するとともに、深海曳航体に搭載した海底カメラによって小チムニー、シンカイヒバリガイを確認した。やや白色を帯びた高さ10 cm ほどに成長したチムニーは、火山角礫岩から構成される崖錐の間に分布しており、明瞭な熱水噴出口を持っている。チムニーが分布している周辺の海水中では、およそ100 nmol/L のマンガン濃度異常が検出されたが濁度異常は観測されないことから、噴出した熱水は透明であることが推定されている。また、シンカイヒバリガイは裂かの発達した火山岩の窪みに密集した状態で棲息しており、この周辺の海水には、マンガン及び濁度異常が検出されている。さらに、ドレッジ及び柱状コアによって硫化物の鉱染した緑色凝灰岩・変朽安山岩、緑色の凝灰岩、火山礫凝灰岩、安山岩を採取した。中央火口丘に伴う黒鉱鉱床の存在の可能性がこれまで以上に確実に上がった。これは、従来発見されていた現世の黒鉱鉱床がカルデラ形成時の断層周辺に分布しているのとは異なり、初めての産状となるだろう。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 日本、海底、熱水、硫化物、黒鉱、海山、カルデラ、構造、リフト、チムニー、マンガン、シンカイヒバリガイ

〔テーマ題目17〕 将来的な開発に向けた深海底資源等開発・利用と二酸化炭素海洋隔離の組み合わせ、複合的効果の検討に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 山崎 哲生

（海底系地球科学研究グループ）

〔研究担当者〕 山崎 哲生（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

洋上プラットフォーム等を共通化する海底熱水鉱床開発と二酸化炭素海洋隔離の組み合わせ融合化モデルを構築し、その経済的効果を検討した。また、深海底鉱物資源開発の再評価、直近の経済性要因を用いた経済性の検討等を行った。

メタン湧出域周辺における物質収支の定量的把握・評価モデルの有効性を検証するとともに、人為的メタン漏出にも適用できるように改良した。また、現場データの収集を行った。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 深海底、資源開発、二酸化炭素、海洋処分、ハイブリッド、深層水、肥沃化、銅、経済性、評価

〔テーマ題目18〕 海底湧出メタンの海洋環境に与える影響評価等の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 山崎 哲生

（海底系地球科学研究グループ）

〔研究担当者〕 山崎 哲生（常勤職員1名）

〔研究内容〕

メタン湧出域周辺における物質収支の定量的把握・評価モデルの有効性を検証するとともに、人為的メタン漏出にも適用できるように改良した。また、現場データの収集を行った。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 海底、漏出、メタン、物質収支、定量、評価、モデル、人為的

〔テーマ題目19〕 各種センサーを海底熱水活動地帯や冷水地帯に設置して流体の出入りのある海底系における物質循環と元素固定の機構の解明に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 中村 光一

（海底系地球科学研究グループ）

〔研究担当者〕 中村 光一（常勤職員1名）

〔研究内容〕

平成18年4月18日～5月13日に実施された米国調査船メルヴィル号航海において、5/25号のNatureに掲載が決まっていたNW-Rota1海底火山山頂の海底噴火が引き続き継続していることを確認した。北部マリアナにおいては平成17年11月に発見した日光海山山頂カルデラ内の地点以外にも、大黒海山及び日光海山山頂脇の小火口においても熔融イオウの湧出が確認され、熔融イオウの「池」ができていたことを発見した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 NW-Rota1、海底火山、溶融、イオウ、池、海底噴火、カルデラ、大黒海山、日光海山

〔研究テーマ20〕 大陸棚画定調査に関わる基盤岩による海山等の形成史及び潜在的な資源に関する研究（運営費交付金：重点プロジェクト）

〔研究代表者〕 西村 昭（副研究部門長）

〔研究担当者〕 西村 昭、湯浅 真人、飯笹 幸吉、

岸本 清行、上嶋 正人、石塚 治、
下田 玄、山崎 哲生、棚橋 学、
森尻 理恵、斉藤 英二、石原 丈実
(常勤職員11名、他1名)

〔研究内容〕

部門プロジェクトである本課題は、海底系地球科学研究グループをコアグループとして実施している。以下の項目の内、[1]と[3]の2項目を運営費交付金で実施している。[2]は外部資金を使用している。[1]. 国の大陸棚画定調査の内の基盤岩採取の一環としての調査航海を含む産総研の分担調査及び同海域データ整備の実施。[2]. 基盤岩採取に関する試資料の分析・解析及び海域地質データの整備。[3]. 国連提出の大陸棚限界情報作成への貢献(国連提出情報素案作成部会への参加)。

平成18年度には以下のことを実施した。

1. 大陸棚画定調査の一環として、東日本沖海域における基盤岩採取に関する産総研調査航海の試料を基に以下のことが明らかになった。第2白嶺丸の航海で採取した海山の基盤岩について、主要元素組成、微量元素組成、Pb, Nd, Sr 同位体の測定を行った。その結果、望星海山と堀田海山は、HIMU に特徴的な微量元素組成と Pb, Nd, Sr 同位体組成を持つ。Smetanin 海山の同位体組成は、望星海山に比べ枯渇している。採取した基盤岩類には、数百 ppm 程の Cu, Pb, Zn などを含む水成マンガン酸化物や熱水活動に伴う鉄水酸化物や珪化作用が存在していることが判明した。
2. 国連提出情報素案作成部会(各省庁の代表者の構成する国連提出情報作成委員会のもとに平成17.1に発足した作業部会)に参加し、定例会、及び WG 会合において活動した。国連提出の大陸棚限界情報の作成にむけて、日本周辺海域における大陸棚延伸シナリオを検討し、地形に基づくシナリオ、並びに地質情報データも使用するシナリオとりまとめ作業を進めた。また、国連に大陸棚限界情報を申請したアイルランド・ブラジルについて情報収集を行ったほか、アメリカ地球物理連合会議[AGU]において関連学術情報の収集を実施した。また、平成19年3月末に開催された「大陸棚の限界に関する委員会」(アメリカ国連本部)において、申請国の対応状況や審査における情報収集を行った。さらに、平成18年9月に高知大学で開催の日本地質学会において、大陸棚画定調査研究のブース展示により宣伝活動を行い、関連研究成果発表を学会のシンポジウム等において行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海洋地質調査、大陸棚画定、大陸棚限界、国連

〔テーマ題目21〕海洋地質図等基盤情報の整備と高度化
(運営費交付金)

〔研究代表者〕池原 研(海洋地質研究グループ)

〔研究担当者〕池原 研、片山 肇、荒井 晃作、
辻野 匠、井上 卓彦、上嶋 正人、
野田 篤、村上 文敏、岡村 行信、
木下 泰正(常勤職員10名、他4名)

〔研究内容〕

日本周辺海域の地球科学的調査・研究を通じて、地殻を中心とした海洋地球に関する基盤的情報を系統的に整備し、広く社会へ提供する。第一期中期計画期間(平成13~平成16)では、海洋地質図14図の整備、海洋地質データベースの構築とインターネット公開、これらを支え発展・高度化させる基礎的基盤の研究に関して世界をリードする研究に取り組む。本研究により、産業構造審議会産業技術分科会・日本工業標準調査会合同会議のうたう「2010年までに20万分の1海洋地質図(四島周辺)全49区画全ての整備」に応えるとともに、情報の科学的な信頼性や水準の維持向上を図る。なお、海洋地球に関する基盤の情報及び科学的知見は、国や社会の持続的発展を支える基本的公共財として、産業立地を含む各種海洋開発・災害軽減・環境管理などに対する基礎的資料となる。

本年度計画のこれまでの調査航海の結果に基づき、海洋地質図の整備を進めた。その結果、能登半島東方表層堆積図及び能登半島西方海底地質図、日御碕沖表層堆積図、枝幸沖海底地質図、日向灘海底地質図、遠州灘海底地質図、石狩湾海底地質図、石狩湾表層堆積図を印刷中のほか、北見大和堆表層堆積図、隠岐海峡表層堆積図、落石岬沖表層堆積図、釧路沖表層堆積図の原稿も完成済みである。(海底地質図には重力異常図・地磁気異常図も添付)

データベースに関しては、海域地質構造断面(音波探査記録)データ、表層地層探査記録及び海底堆積物コア柱状図のデジタル化を進め、順次公開した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海洋地質図、表層堆積図、データベース、日本周辺海域、第2白嶺丸

〔テーマ題目22〕海域活断層の評価手法(運営費交付金、原子力安全基盤調査研究費)

〔研究代表者〕池原 研(海洋地質研究グループ)

〔研究担当者〕池原 研、片山 肇、荒井 晃作、
辻野 匠、井上 卓彦、野田 篤、
岡村 行信(常勤職員6名、他3名)

〔研究内容〕

評価方法が確立されていない深海域の活断層の活動度を、音波探査プロファイル、タービダイト、潜水調査などに基づいて推定する手法を確立することを目標とする。

当ユニットは日本周辺海域の海底地質図を作成するための調査を通じて日本で最も詳しい海底地質情報を有していることから、これらの調査を効率的に実施することが可能となっている。

今年度は、日本海北部の表層地層探査記録を整理し、堆積速度の広域分布とその制限要因について検討した。また、千島海溝、日本海溝、相模湾、東海沖、琉球海溝北部、沖縄トラフの堆積物コアの年代測定を進め、タービダイトの堆積間隔を推定した。東海沖では、ほぼ全域に渡って数百年程度の堆積間隔が得られ、おおよそ南海トラフ沿いの歴史地震の発生間隔が完新世中期以降にわたって同じである可能性が示唆された。

【分野名】地質

【キーワード】海域活断層、南海トラフ、千島海溝、日本海溝、地震発生間隔

【テーマ題目23】地球変動史の研究（運営費交付金）

【研究代表者】山崎 俊嗣（地球変動史研究グループ）

【研究担当者】山崎 俊嗣、柳沢 幸夫、上嶋 正人、岸本 清行、高橋 雅紀、渡辺 真人、小田 啓邦、山本 裕二、望月 伸竜、菅沼 悠介、臼田 悦子、平井 圭子、荻谷 恵美、井上 聖子
（常勤職員7名、他7名）

【研究内容】

(1) 新生代統合高分解能タイムスケールの研究

新第三紀における微化石層序（珪藻、放散虫、有孔虫、貝形虫）、古地磁気層序、火山灰層序及び放射年代など、個々の年代層序の精度と確度を向上させるとともに、複数の年代層序を複合して年代層序の高度化をはかり、それを基に新第三紀複合年代尺度の標準化を行うことを目的とする。

今年度は、後期鮮新世において時間分解能の向上に役立つ、珪藻の新たな鍵種を見出した。現在詳細な分類学的・層序学的検討を行っている。また、DSDP Leg 86とODP Leg 145の3地点の珪藻化石用試料の処理を行い、鮮新世・更新世の北西太平洋の珪藻化石群集の概要を再検討した。テフラ層序については、新潟大学との共同研究により、中部日本の中新統を対象にして微化石年代層序との統合を進めた。さらに珪藻化石年代層序とサイクル層序を組み合わせた研究を信州大学と共同で進めた。

(2) フィリピン海プレート周辺のテクトニクス研究

過去から現在までのフィリピン海プレートの運動を、高分解能タイムスケールに基づく陸域の地質学的情報と海域の地球物理学的情報を総合して復元する。そして、プレート運動が日本列島のテクトニクスを支配してきたことを明確にすることを目的とする。

今年度は、フィリピン海プレートのオイラー極の位置が3 Ma 頃に変化したことに関して、その原因及び日本列島のテクトニクスとの関連について考察した。オイラー極の移動に伴う地質学的応答として、黒滝不整合のタイミングを年代層序学的に明確にした。

フィリピン海北西部において掘削された BMS コア

の古地磁気測定を、JOGMEC との共同研究として行った。過去2年間の測定データとあわせて、フィリピン海北西部は、20 Ma 頃にはほぼ現在の緯度に達していたことを明らかにした。フィリピン海プレートは全体として北上したのではなく、パラオ付近に位置するオイラー極を中心として約90度の時計回り回転をしたと考えることにより、既存のデータを含めてフィリピン海プレートの古地磁気データを説明できることを明らかにした。

(3) 都市深部地質研究

防災科学技術研究所からの委託研究「大深度ボーリングの地質年代調査」を実施した。これは、大都市大震災軽減化特別プロジェクト（文部科学省予算）の一部である。今年度は、つくば市南部で掘削された大深度ボーリングの地質年代調査を行い、関東平野地下地質構造解明のためのデータを提供した。また、5年間にわたるプロジェクトで得られた研究成果をまとめ、総括報告書を完成した。本研究のより詳しい報告は、別項目としてなされている。

(4) 海底近傍物理探査技術の高度化

産総研独自開発の海底近傍物理探査システム DAI-PACK を用いた観測と解析により、これまでにない高精度で深海底の地質構造を議論できることが証明されつつある。今年度は、南海トラフの ODP-ACORK サイト周辺での構造調査で、掘削当時の坑内計測プロフィールと非常によく対比できる表層地質構造が得られた。また、日本海ガスハイドレート湧出域で行った調査では、海底下十数メートル下からドーム状に上昇してくると解釈できるハイドレート層の高精度マッピングに初めて成功した。相模湾東部海域の探査データについて、サブボトムプロファイラ記録の解析を行ない、堆積層分布の微細構造が確認された。

(5) 古地磁気・岩石磁気研究

科学研究費補助金による研究課題「古気候変動・地球軌道要素変動に起因する古地磁気変動の研究」を実施した。約10万年周期の古地磁気強度変化について、赤道太平洋と北太平洋の堆積物コア間において、古地磁気強度変動は一致するが、堆積物のレコーダーとしての特性を表す岩石磁気データは位相が異なることから、地磁気変動を反映していることを結論した。本研究については別項目により詳しい報告がなされている。

地磁気エクスカージョンの実態解明研究としては、Kamikatsura エクスカージョン、Iceland Basin エクスカージョンの年代モデルの検討等を進めるとともに、6千年前と1万4千年前に地磁気エクスカージョンが起きた可能性を調べるため、海洋研究開発機構の「かいうよう」KY07-04航海において、沖縄トラフ最北部の男女海盆からピストンコア試料を計4本採取した。

過去1,000万年間の古地磁気変動の解明を目指して、統合国際深海掘削計画（IODP）に提案中の掘削プロ

ポーザル(612-Full3)は、SSEP(科学推進評価パネル)を経てSPC(科学計画委員会)に送られた。サイトサーベイ・データをとりまとめて事前調査パネルに提出した。

【分野名】地質

【キーワード】複合年代層序、タイムスケール、フィリピン海プレート、テクトニクス、物理探査、古地磁気、岩石磁気、深海掘削

【テーマ題目24】陸域地質図の研究(運営費交付金:重点プロジェクト)

【研究代表者】竹内 圭史(島弧堆積盆研究グループ)

【研究担当者】竹内 圭史、中野 俊、星住 英夫、松本 哲一、川邊 禎久、古川 竜太、石塚 吉浩、石塚 治、下司 信夫、及川 輝樹、尾崎 正紀、水野 清秀、小松原 琢、宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、中島 礼、宮崎 一博、松浦 浩久、高橋 浩、中江 訓、西岡 芳晴、原 英俊、野田 篤、青矢 睦月、脇田 浩二、中川 充、巖谷 敏光、斎藤 眞、宝田 晋治、吉川 敏之、利光 誠一、兼子 尚知、中澤 努、坂野 靖行、久保 和也、鹿野 和彦、木村 克己、田邊 晋、高田 亮、小笠原 正継、濱崎 聡志、柳沢 幸夫、駒澤 正夫、栗本 史雄、牧本 博、酒井 彰(常勤職員54名(うち他研究ユニット7名)、他42名)

【研究内容】

「陸域地質図の研究」の実施にあたっては、本部門・他研究ユニット及び外部研究機関の研究者との協力体制のもと、「火山活動」・「島弧堆積盆」・「島弧複合地質」・「統合地質情報」・「地質標本」の5つの研究グループが中心となって推進している。

20万分の1地質図幅については、小笠原諸島・八代を始めとする8地域の地質調査を進捗した。白河・山口及び見島・屋久島4地域及び改訂長岡1地域の地質原図・原稿を完成した。

5万分の1地質図幅に関しては、小滝・新居浜を始めとする30地域の地質調査を当初計画に基づき進捗させた。青梅・福井・伊野の3地域の図幅について地質原図及び報告書原稿を、仙崎・父島列島の2地域について報告書原稿を完成した。

そのほか20万分の1総括地質図として秋田山形地域を研究資料集に登録した。

【分野名】地質

【キーワード】地質図幅、20万分の1地質図、5万分の1地質図

【テーマ題目25】島弧堆積盆の研究(運営費交付金)

【研究代表者】尾崎 正紀(島弧堆積盆研究グループ)

【研究担当者】尾崎 正紀、水野 清秀、竹内 圭史、小松原 琢、宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、中島 礼、中嶋 輝允、本郷 美佐緒、山口 正秋、納谷 友規(常勤職員8名、他4名)

【研究内容】

本年度は、関東西部及び新潟の堆積盆について、標準層序の確立、堆積環境の推定、活構造の活動度についての研究を行い、下記のような成果を得た。

- 1) 箱根火山及びその周辺の環境変化を明らかにする目的のため、箱根火山中心部の温泉ボーリングコア中に見出された湖成層の花粉及び珪藻分析を行った結果、この湖成層は中央火口丘噴出物の前の寒冷な時期のカルデラ充填堆積物であることが明らかになった。
- 2) 関東平野西部更新統の標準層序作成のため、青梅図幅地域内の軽石質テフラのFT年代及び古地磁気測定を行った結果、当該地域の鮮新〜更新統の下限は従来考えられていたよりも古く、約3.7 Ma頃のGilbert Chronに遡ることが明らかになった。
- 3) 新潟平野北部砂丘地帯の地下には、鮮新更新統・魚沼層を變形させる背斜の存在や、周辺の沖積層中の液状化履歴から、大規模な伏在活構造が存在する可能性が指摘されていた。この砂丘地帯地下において2本のボーリングを掘削し、年代測定をおこなった結果、砂丘東方の平野部との間で沖積層基底深度には構造的な落差は見出されないこと、しかし、完新世初頭から約5,000年前にかけて砂丘地帯にバリアー島とその内陸側に並走して流下する河道が繰り返し形成されたことが明らかになった。

【分野名】地質

【キーワード】島弧、堆積盆、新生代、古地磁気層序、火山灰層序、放射年代、花粉化石、活断層、地震被害

【テーマ題目26】島弧複合地質の研究(運営費交付金)

【研究代表者】宮崎 一博

(島弧複合地質研究グループ)

【研究担当者】宮崎 一博、松浦 浩久、高橋 浩、中江 訓、西岡 芳晴、原 英俊、野田 篤、青矢 睦月、山本 由弦(常勤職員8名、他1名)

【研究内容】

島弧地殻の主要部分を構成する付加体及びこれに関連する地質体・変成帯・深成岩体の野外調査、試料の分析と解析を行い、様々な時間・空間スケールで進行する堆積及び付加作用・変形作用・変成作用・火成作用の解明を進め、以下のような成果を得た。1) 根田茂帯と北部北上帯の境界に見出した両帯の構成岩とは異なる地層の

層序（下位より酸性凝灰岩珪質泥岩互層、千枚岩、細粒砂岩）を推定した。2) 九州四万十帯では、温度構造の不連続性による境界断層変位量の推定のため、イライト結晶度とビトリナイト反射率との相関による地質温度計の校正を行なった。3) 三河地方領家帯では、変成分帯により下位高温の温度構造を見いだした。四国中央部三波川変成分帯では、上下の秩父帯付加体に挟まる変成岩の地質構造を推定した。4) 近畿地方アダカイト質花崗岩の形成過程と比較検討するため、海洋地殻の溶融により生じたとされる北上山地アダカイト質花崗岩の化学組成分析を行ない、海洋地殻溶融説の妥当性を検証した。

【分野名】地質

【キーワード】島弧、変成作用、付加体、火成作用

【テーマ題目27】統合地質情報の研究（運営費交付金）

【研究代表者】脇田 浩二

（統合地質情報研究グループ）

【研究担当者】脇田 浩二、巖谷 敏光、斎藤 眞、宝田 晋治、井川 敏恵、坂寄 裕代
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

1/20万シームレス地質図について、1/20万区画の「福島」「白河」「豊橋及び伊良湖岬」や北海道地域のデータ修正を行った。また詳細凡例版のデータ作成を開始した。地層名検索データベースについては、データの更新と第四紀火山の英語化、地質図画像表示機能の追加等を行った。また統合データベースの基礎となる国際地質標準について国際地質標準の委員会の評議員として活動したほか、地質図に関する JIS/TR 標準に関わる研究を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】統合、デジタル情報、数値化、地理情報システム、データベース

【テーマ題目28】地質情報図の研究（運営費交付金）

【研究代表者】脇田 浩二

（統合地質情報研究グループ）

【研究担当者】脇田 浩二、中川 充、森尻 理恵、斎藤 眞、吉川 敏之、宝田 晋治、Joel,C.Bandibas
（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

1/5万縮尺のシームレス地質情報図について、新たに作成された地質図に基づいた地質図改良とその数値化及び周辺地質図とのシームレス化を実施した。また、より詳細な地域地質情報収集のための野外調査を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】デジタル情報、数値化、標準化、地理情報システム、GIS

【テーマ題目29】地質情報利用技術の研究（運営費交付金）

【研究代表者】脇田 浩二

（統合地質情報研究グループ）

【研究担当者】中川 充、斎藤 眞、吉川 敏之、川畑 大作、Joel,C.Bandibas
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

地質図を初めとした地質情報を利用し、社会に役立つ地質情報を創出する技術について研究を行った。特に地質及び地形情報を高度に利用し、新潟県中越地域において地質と山地斜面における災害に資する情報利用技術に関して、ニューラルネットワーク技術を利用した解析研究を実施した。また、地質図情報の有用性を社会に浸透させるために、ジオパークやジオツアーに関連した委員会等に出席した。

【分野名】地質

【キーワード】ジオパーク、ジオツアー、地理情報システム、データベース

【テーマ題目30】アジア地質情報の研究（運営費交付金）

【研究代表者】脇田 浩二

（統合地質情報研究グループ）

【研究担当者】脇田 浩二、中川 充、巖谷 敏光、森尻 理恵、斎藤 眞、吉川 敏之、宝田 晋治、川畑 大作、井川 敏恵、Joel,C.Bandibas、奥村 公男
（常勤職員8名、他3名）

【研究内容】

日本を中心としたアジア地域の地質に関連した地質情報整備のための基礎研究を実施し、国際シンポジウム等で発表を行った。アジアの深成岩の光学的・磁気的特性に関する研究では、北海道根室地域で試料採取を行い、岩石磁気の測定を実施した。またアジアの自然災害図については、新たなデータを追加するとともに表示ソフトに改良を加え、様々なブラウザに対応する Web 版の作成を試みた。

【分野名】地質

【キーワード】アジア、デジタル情報、数値化、標準化、地理情報システム、GIS、データベース

【テーマ題目31】地球物理図の編集とデータベースの構築に関わる研究（運営費交付金）

【研究代表者】大熊 茂雄

（地球物理情報研究グループ）

【研究担当者】大熊 茂雄、中塚 正、駒澤 正夫、村田 泰章、名和 一成、牧野 雅彦、上嶋 正人、金谷 弘、佐藤 秀幸
（常勤職員7名、他2名）

[研究内容]

1. 重力基本図の研究：中国・四国地域の重力基本図を1図（広島）作成するとともに、同地域で重力調査を実施した。新たに、近畿・中部地域での重力調査に着手した。
2. 空中磁気図の研究：平成19年度に作成を予定している岩手火山地域のデータ整備を実施するとともに、イタリア・ブルカノ火山の2.5万分の1空中磁気図を誌上発表した。
3. 地球物理データベースの研究：重力データの地形補正のため、WGS84対応の日本周辺陸海域のDEMの整備を行った。空中磁気収録データの処理・DBデータ取り込みとそれらのデータ解析をWebインターフェイスのもとに実施可能なエキスパートシステムの試作版を構築した。日本列島基盤岩類物性データベースへの物性情報約300件の追加登録を行った。

[分野名] 地質

[キーワード] 地球物理図、重力図、空中磁気図、岩石物性、地球物理データベース

[テーマ題目32] 火山地域の地球物理学的研究（運営費交付金）

[研究代表者] 大熊 茂雄

(地球物理情報研究グループ)

[研究担当者] 大熊 茂雄、駒澤 正夫、中塚 正、中野 俊、石塚 吉浩、松島 喜雄、杉原 光彦、高倉 伸一、佐藤 秀幸、茂木 透、小川 康雄

(常勤職員8名、他3名)

[研究内容]

火山体安定性評価手法開発のため、モデル火山での高分解能空中磁気探査に向けた地磁気観測機材の整備を行った。御嶽火山での予察調査を行い、調査の可否について検討した。有珠火山地域地球物理総合図の完成に向けて、既存データの編集及び解析・解釈に加え、地上磁気探査と岩石試料採取の補備調査を行った。富士火山の磁気異常データ解析・解釈を目的とした岩石磁気測定のために、同火山周辺で岩石試料の採取を行った。

[分野名] 地質

[キーワード] 火山、有珠火山、山体崩壊、空中物理探査、重力探査、火山地域地球物理総合図、火山災害の軽減

[テーマ題目33] 情報解析技術の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 大熊 茂雄

(地球物理情報研究グループ)

[研究担当者] 村田 泰章、中野 司、名和 一成、川畑 大作、稲崎 富士、長谷川 功

(常勤職員5名、他1名)

[研究内容]

1. 3次元地下構造モデリング手法の研究：

- 1) 笠野原台地において、重力の補足調査を行い、詳細地形データを用いた地形補正、地殻表層密度推定を行った上で、3次元2層構造モデルを構築した。また、地下壕を利用して台地表層の水の挙動を観測し、地下壕の安定性評価に関わるデータを取得した。ボーリング数値データについては、位置情報を読み込み、コンピュータで表示が可能になった。
- 2) これまでに開発した3次元構造の境界面を効率的に三角形分割する技法を応用した、3次元画像上の物体像の鳥瞰図の描画などを行うためのソフトウェアを公表した。

2. 重力変化の精密計測に関する研究：犬山超伝導重力計による地震と降雨に伴う重力変化の検出に関する論文を作成した。南極・昭和基地のデータ解析によるmHz帯域の津波、Hz帯域のT波・非地震性振動の検出について学会発表を行い、インド洋津波に関する複数の論文が国際誌・プロシーディングスに掲載された。

[分野名] 地質

[キーワード] 地質情報、総合解析、3次元地下構造、モデリング手法、標準

[テーマ題目34] 地質リモートセンシングの研究（運営費交付金）

[研究代表者] 佐藤 功

(地質リモートセンシング研究グループ)

[研究担当者] 佐藤 功、浦井 稔、二宮 芳樹、佐々井 崇博（常勤職員4名）

[研究内容]

火山衛星画像データベースについては、これまで登録した日本、フィリピン及びインドネシアの31火山にロシアやパプアニューギニア等の火山を追加し、東アジアの主要な49火山の登録を完了した。また、これに新規取得されたデータを定期的に追加した。ASTER熱赤外データを用いた、花崗岩の長石含有量に基づくタイプ分類の可能性について検討した。衛星地盤変動図に関しては、関東地域（特に、埼玉県、茨城西部及び房総北部）などについて、利用可能な合成開口レーダデータの収集を行った。時系列の衛星データと衛星重視型モデルを用いて物質循環シミュレーションを行い、二酸化炭素の吸収・放出源を把握した。

[分野名] 地質

[キーワード] リモートセンシング、画像データベース、画像解析、干渉 SAR 技術、岩石指標、モデルシミュレーション、物質循環

[テーマ題目35] 古生物の記載・分類、環境指標、標準層序の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕利光 誠一（地質標本研究グループ）
 〔研究担当者〕利光 誠一、中澤 努、兼子 尚知、
 長森 英明、中島 礼（常勤職員5名）

〔研究内容〕

各種動物化石の地質学的属性情報の標準化、環境指標及び年代指標の確立のため、古生代～新生代の動物化石の記載・分類やこれらを取り巻く標準層序、堆積相の研究を行った。古生代の標準層序、環境変遷の研究に関して、山口県秋吉台石灰岩について深さ100 m のボーリング調査を行い、予察的に石炭紀・ペルム紀境界付近の層序と、この中に短周期氷河性ミランコビッチサイクルを認めた。今後引き続きフズリナ生層序、堆積相解析などの詳細な検討を進める予定である。中生界上部の層序的・年代的指標とするため、北海道北西部の白亜系蝦夷層群を調査するとともに、日本における白亜紀中期～後期層の生層序と炭素同位体比変動との比較についてレビューし、両者の対応関係を予察的に示した。新生代の層序指標に関して、沖縄県の第四系琉球層群の基底部に糸満層を新設し、その Sr 年代値（1.3 Ma）を明らかにした。また、千葉県袖ヶ浦市に分布する第四系下総層群から産出した化石群について明らかにし、約22万年前の関東地方における気温年較差が現在より大きかったとする仮説を提唱した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕石灰岩、ボーリング、海水準変動、古環境解析、古生物、層序、同位体

〔テーマ題目36〕多様な岩石類の鉱物科学的研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕角井 朝昭（地質標本研究グループ）
 〔研究担当者〕角井 朝昭、坂野 靖行、奥山 康子、
 青木 正博、豊 遙秋
 （常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、日本列島に産する多様な岩石・鉱物標本について地質学的属性情報の標準化をはかることを目的として、構成鉱物の記載や化学組成等の検討を行った。今年度は、四国中央部三波川帯別子地域の含コランダムゾイサイト角閃岩よりクロリトイドを見出し、産状・鉱物組み合わせ・化学組成から、クロリトイドはコランダム+ざくろ石+水の反応により形成されたことを示し、この反応がおこった温度条件を推定した。また、平成17年に新鉱物として認定された *aspidolite* について記載を進めて学会発表を行った。この新鉱物の発見報告に対して、日本鉱物学会から櫻井賞が授与された。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕全岩化学組成、X線粉末回折、記載、新鉱物、櫻井賞

〔テーマ題目37〕地質標本データベースの研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕利光 誠一（地質標本研究グループ）
 〔研究担当者〕利光 誠一、角井 朝昭、兼子 尚知、
 坂野 靖行、中澤 努、長森 英明、
 中島 礼、奥山 康子、青木 正博、
 豊 遙秋（常勤職員8名、他1名）

〔研究内容〕

産総研地質標本館に研究試料として長年蓄積されてきた岩石・鉱物・化石などの地質標本は、「地質の調査」の研究成果を保証するファクトデータとして重要である。地質標本研究グループのミッションとして、これらの収蔵標本を軸にして標本情報の体系化と情報発信を進めてきた。本研究はRIO-DBによるデータベース公開と密接に関係して進めている。本年度は、新生代軟体動物等の標本カタログとして、地質標本館に寄贈された岡本和夫氏の化石コレクションの地質学的・古生物学的属性情報をとりまとめ、標本カタログとして公表するため地質調査研究報告に投稿した。また、地質標本館に収蔵されていた小野暎氏の現生貝類コレクションについて、カタログ化に向けて整理を進めた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地質標本データベース、地質標本館、登録標本、カタログ

〔テーマ題目38〕火山学の評価に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕須藤 茂（地質情報研究部門）
 〔研究担当者〕須藤 茂（常勤職員1名）
 〔研究内容〕

火山研究の成果のうち、アウトカムの評価検討は、これまであまりなされていないため、三宅島及び有珠山2000年噴火について、住民に対するアンケート調査を実施した。両火山の過去の噴火については、古くなるほど認識の割合は減るが、おおむね良く記憶されていた。2000年に噴火したことに対しては、多くの住民がもうすぐ、あるいはもう少し後には噴火するだろうと考えていたと回答しており、この程度の中期的噴火予知は、とりたてて火山の研究成果ということではなく、住民自身によってなされていたことになる。活動の推移の予測に関して、特に火山研究の成果が災害軽減を果たす上で役に立ったことがあったとは判断できない。各調査・研究機関の認知度については、産業技術総合研究所は、旧所名である地質調査所よりも知名度が低く、機関として最低の認識度であった。次の噴火を火山研究者は適確に予知してくれるかとの設問に対して、「そう思う」と答えた住民が有珠山では半数を超え、三宅島の調査結果と逆であった。2つの噴火の災害の程度に関して、三宅島のほうはるかに深刻であったこと、有珠山では火山研究者が大きな失態を演じることはなかったことが、有

珠山噴火に関わった火山研究者に対する住民の相対的に温かい評価につながったものと考えられる。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕評価、火山学、火山災害、噴火予知、三宅島、有珠山、アンケート調査

〔テーマ題目39〕島弧における大陸地殻の形成と発達
(運営費交付金)

〔研究代表者〕中島 隆 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕中島 隆 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

日本列島の後期白亜紀珪長質マグマティズムのアジア大陸成長発達史における役割、及び付加型造山運動という概念の問題点とその具体例として、国際学会で発表した。コヒスタン島弧下部地殻ユニット岩石の精密年代測定結果に基づき、インドユーラシア衝突時期がこれまで言われているより早い可能性を指摘した。

西南日本の白亜紀花崗岩の起源物質を調べるため、領家帯のミグマタイトの年代測定用試料を採取し、ジルコンを分離した。一部はすでにウラン-鉛年代測定を開始した。

熊野酸性岩580 m 連続ボーリングコアの系統的な肉眼観察と薄片作成と観察、及び化学分析を行ない、熊野酸性岩の性格を記載するとともに形成過程を考察した。この成果は次年度に学会講演と論文で発表する。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕白亜紀、花崗岩、ミグマタイト、ジルコン、年代測定、コヒスタン島弧、インドユーラシア衝突、熊野酸性岩、ボーリングコア

〔テーマ題目40〕CCOP 火山災害軽減プロジェクト
(運営費交付金)

〔研究代表者〕高田 亮 (マグマ活動研究グループ)

〔研究担当者〕高田 亮 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

アジア太平洋諸国で若手の研究者を中心に、互いに噴火経験の情報を共有化するために、CCOP プロジェクトとして、火山災害軽減のための野外ワークショップを2004-2007年の期間、毎年開催している。第3回は、インドネシア火山地質災害防災局 (DVGHM) が現地組織者となり、2006年8月31日-9月3日に、インドネシアのバンドンで開かれた。インドネシアから30名、フィリピンから2名、CCOP 事務局から1名、産総研から5名の合計38名が参加した。インドネシアで噴火中のメラピ火山の報告なども行われた。野外巡検はパバンダヤン火山とクラカタウ火山で行われた。第4回は、フィリピンで2007年秋に開催する。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕CCOP、噴火、火山災害、ワークショップ

プ、インドネシア

⑱【環境管理技術研究部門】

(Institute for Environmental Management
Technology)

(存続期間：2004.4～)

研究ユニット長：原田 晃

副研究部門長：小林 幹男、田尾 博明

主幹研究員：竹内 浩士

所在地：つくば西、つくば中央第5

人員：85名 (83名)

経費：1,247,261千円 (553,107千円)

概要：

1. 研究の方針

本研究部門では、持続的発展可能な社会の実現に向け、経済産業の発展と安全・安心な環境を両立させるため、産業起源の環境負荷のマネジメントに関する科学技術研究開発を行い、環境技術産業の振興・創出を図るとともに環境関連政策の立案・実効へ貢献することを目指している。具体的には、社会的・政策的ニーズ及び緊急性の高い研究課題として、環境診断、有害化学物質のリスク削減、都市域の資源循環・廃棄物リサイクル及び地球温暖化対策技術評価などを第2期における部門の重点課題に設定している。また、「製品」に繋がる「第2種基礎研究」の実践とともに、新規技術シーズを創出する「第1種基礎研究」も推進している。

2. 重点研究課題

環境管理技術研究部門で第2期当初に設定し、現在推進している重点研究課題の目的・目標は以下の通りである。

1) 環境診断技術の開発

環境を監視し、その機能を調べるための、①環境負荷物質の連続監視技術と、②環境負荷物質に対する自然浄化機能の診断技術を開発する。また、生体への影響を評価するため、③生体内化学物質の高感度分析装置と、④生体内で化学物質により発現される遺伝子のセンシング技術を開発する。これらの技術開発を通して、将来、誰もが容易に身の回りの生活環境情報にアクセスできる社会、自然の浄化機能を活かした安全で安心な社会、生体診断やトキシコゲノミクスなど次世代の環境診断産業において国際競争力を有する社会の創出に貢献する。

2) 有害化学物質リスク削減技術の開発

有害化学物質のリスク削減に向けて、適切な排出低減技術に取り組む。すなわち、小規模発生源

からの化学物質及び難分解性・難処理性物質の排出低減技術を開発する。極微量でも有害性／蓄積性のある物質や非意図的生成物に対して低濃度・広域に対応できる技術開発及び自然の浄化機能を強化したパッシブな新技術の開発を目指す。未規制物質・非意図的生成物を含めた総合的な化学物質リスク管理を目指して、製造から使用、廃棄に至る各ステージで排出、環境中挙動の評価手法を構築する。ナノ物質やバイオマス燃料等、今後利用が盛んになるであろう物質、技術についても、環境への影響を評価する手法を検討する。産総研国際戦略構想に沿い、アジア環境エネルギーパートナーシップを構築する。

3) 都市域最終処分量削減技術の開発

都市域における廃棄物最終処分量の削減に向け、資源の循環・再利用を増進する技術を開発する。小型電気電子製品を主な対象とし、高度選択粉碎、多素材同時分離回収、多元素同時抽出／採取／除去、有価物再生などの工程から成るプロセスを開発する。また、このリサイクル技術システムについてエネルギー消費、コストパフォーマンス、社会受容性を含めた、地域社会への適合性を評価する手法を開発する。

4) 地球温暖化関連物質の環境挙動解明と二酸化炭素対策技術評価

京都議定書の第2約束期間（2013年以降）をも視野に入れ、温暖化関連物質に関して将来排出シナリオ、環境影響評価、削減効果の科学的検証及び国際的活動への貢献を行う。フィールド観測に基づく温暖化物質の挙動の定量的解明、CO₂など地球温暖化関連物質の大気、海洋、植生圏での循環モデルに基づいて、陸域生態系及び海洋での炭素吸収・放出量評価手法を開発する。当部門が先導する逆問題解法に基づいて CO₂放出・抑制シナリオや排出抑制効果の評価・監視手法を開発する。また、二酸化炭素海洋隔離に対しては、現場観測と室内実験を実施し、海洋循環モデル・生態系モデルと組み合わせた評価を行う。また、メタン、亜酸化窒素等の温暖化気体の海洋中動態を調査し、将来の海洋環境変化や海洋利用に対する評価手法を開発する。国内外との研究協力を通して成果の相互利用と標準化などを行う。

外部資金：

経済産業省 エネルギー需給構造高度化対策費 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費 低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

「NO_x・PM 排出抑制技術開発」

「VOC 処理技術開発」

「廃棄物適正処理システム技術開発」

「有害物質処理プロセスのエネルギー・環境評価」

経済産業省 エネルギー需給構造高度化対策費 エネルギー使用合理化技術開発委託費 エネルギー・環境技術標準基盤研究

「低サルファー燃料中硫黄化合物の形態分析方法」

「自家蛍光消光を用いた光触媒のバイオフィーム形成阻害・分解効果の評価方法の標準化」

経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）

「高い分子移動拡散性を有するマイクロメソ多孔体を利用した VOC 処理技術の開発に関する研究」

「臭素系難燃剤の簡易迅速分析法の開発と放散過程の解析」

「二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究」

「環境中での嫌気性アンモニア酸化活性の測定と廃水及び自然浄化の最適条件の研究」

「都市域における局所的高濃度汚染の高精度予測手法に関する研究」

「パーフルオロカルボン酸類の環境中変換・除去過程に関する室内実験研究」

「内湾窒素循環過程における干潟・浅海域一湾央域生態系の相互作用の解明」

「高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究」

「固定発生源 PM10/PM2.5/CPM 測定方法の開発に関する研究」

「固定発生源由来複合揮発性有機化合物分解技術に関する研究」

経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）

「地上フラックス観測データの総合的解析」

「熱帯森林生態系における炭素収支に関する研究」

「福江・沖縄・小笠原におけるエアロゾルの変動の観測と放射強制力の推定」

「亜寒帯森林生態系における炭素収支に関する研究」

「温帯森林生態系における炭素収支に関する研究」

「二酸化炭素収支分布推定のためのデータ同化手法の開発」

経済産業省 技術振興課委託費 産業技術研究開発委託費

「平成18年度産業技術研究開発委託費（新規 POPs 候補物質の分析法の標準化）」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（財団法人えひめ産業振興財団）

「高効率有機物分解による機能性成分製造技術開発」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委
託 我が国の国際的リーダーシップの確保
「次世代のアジアフラックスへの先導」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委
託 産学官共同研究の効果的な推進
「環境ホルモン標準物質合成と国際標準化研究」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委
託 重要課題解決型研究等の推進
「生物化学テロにおける効果的な除染法の開発」

農林水産省九州農政局
「平成18年度千潟水質浄化計測調査検討委託事業」

農林水産省農林水産技術会議事務局
「平成18年度「農林水産生態系における有害化学物質
の総合管理技術の開発」委託事業」

文部科学省 科学研究費補助金
「低温プラズマと光触媒の複合反応器による揮発性有
機物の高速・高効率処理技術の確立」
「海洋生物が生成する温暖化気体の発生量と組成解
明」
「硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌による堆積物
からの硫化物の溶出抑制機構」
「ラドンを用いた複雑地形を含む安定大気境界層中の
物質輸送の研究」
「ナノバブルの安定化及び崩壊メカニズムの解明に関
する研究」
「硫酸イオンラジカルを用いた環境残留性有害フッ素
化合物の光化学分解・無害化システム」
「不凍糖タンパク質による水の結晶化抑制機構の分子
動力学研究」
「マイクロプラズマを用いたナノバイオインターフェ
イスの創製」
「界面動電現象を用いた複合汚染土壌の原位置浄化に
関する研究」
「酸素安定同位体測定による森林生態系における炭素
循環の研究」
「海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物
プロセスとの相互作用」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助
成金
「貴金属リサイクルのための新金属分離回収プロセス
開発」
「ソフト化学的合成法による省エネルギー型ランプ用

蛍光体微粒子の開発」
「先端電子機器に含まれる有害化学物質の溶出試験法
開発と国際標準化」
「マイクロ抽出分離／表面ソフトイオン化質量分析法
による潜在的有害性高分子量化合物の解析技術」
「光触媒能を有する多色調光材料の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受
託費
「有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／直接加
熱式 VOC 吸着回収装置の研究開発」
「ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼ
ーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法
の開発」
「廃棄物系バイオマスからの液体燃料製造技術の研究
開発」
「環境配慮設計推進に係る基盤整備のための調査研
究」
「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」

その他（経済産業省経由）
「炭坑用データ収録システムの評価」

その他（文部科学省経由）
「二酸化炭素データの標準化法」

その他（国土交通省経由）
「平成18年度二酸化炭素深海貯留のための洋上投入シ
ステムに関する研究（スラリー液滴挙動・閉塞プラ
グ成長の解析）」

その他（公益法人経由）
「相模湾における人工湧昇放流水の水塊分布と栄養塩
動態の把握」

発 表：誌上発表208件、口頭発表452件、その他63件

計測技術研究グループ

(Measurement Technology Research Group)

研究グループ長：田尾 博明

(つくば西)

概 要：

従来の環境計測技術にバイオ・ナノ技術を融合させ
た次世代環境診断技術を開発するため、その基盤とな
る分析装置、センサ類の試作と性能評価を実施する。
平成18年度は、1) 微生物を利用する水質監視技術確
立のため、3種類の微生物の培養法、抽出法を確立し、
シアンを従来より2桁高い感度で検出した。ボルタン
メトリーでは、Pb, Cd に対して水銀電極と同等の感
度を持つ電極を開発した。独自の紫外線分解法により

フミン酸等の妨害を除去した。一方、微生物の分析では、等電点電気泳動法によりレジオネラを分離可能とした。抗体最適化、磁気ビーズ濃縮法を開発した。リボゾームタンパク質の質量分析によりゲノムと対応した分類が可能なることを示した。2) LC/ICP-MS により尿中ヒ素の形態が既知5種類に加え、未知15種類があることを明らかにした。フェロセンを電気化学活性団とする遺伝子プローブを合成し、この立体配置変化に基づく検出法を開発した。電極の集積度を256チャンネルに上げ、上記プローブを固定化した。3) NiO ナノ粒子の気管注入試験を行ったラットの Ni 体内分布を明らかにした。4) 標準化に関しては臭素系難燃剤用標準物質を開発した。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目6

粒子計測研究グループ

(Particle Measurement Research Group)

研究グループ長：遠藤 茂寿

(つくば西)

概 要：

環境に多大な影響を及ぼす微粒子状汚染物質によるリスクの削減を図るため、固定発生源からの大気中浮遊粒子状物質 (PM10/PM2.5及び凝縮性粒子) 濃度計測に必要とされるダスト試料採取システムを開発するとともに、開発された技術をもとに JIS/ISO への標準化を行う。18年度には、サンプリングシステムの要素技術である定流量等速吸引の自動化、採取ガス中水分計測及び PA10/2.5分級法を確立し、その統合システム化に目処をつけるとともに、低濃度ダストを対象とした中容量サンプリングシステムを実用化し、その手法を反映した ISO 改正案を作成した。また、ナノサイズ粒子の環境影響・有害性を適切に試験評価することが可能な液相ナノ粒子分散系を調製する技術を確立する。18年度には、酸化ニッケルや二酸化チタンでは20-50 nm の、また、フラーレンでは100 nm のナノ粒子分散水の調製が可能となった。また、カーボンナノチューブ (CNT) の長さ調整を目的とした切断技術を実証し、単層 CNT で長さ5 μm 以下に切断可能であることを確認した。何れの試料も有害性試験に供することができた。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目21

未規制物質研究グループ

(Potential Pollutants Group)

研究グループ長：堀 久男

(つくば西)

概 要：

パーフルオロオクタン酸 (PFOA) 等のパーフルオロカルボン酸類や、パーフルオロオクタンスルホン酸

(PFOS) 等のパーフルオロアルキルスルホン酸類及びそれらの誘導体は界面活性剤として使用されてきたが、近年その環境残留性や生体蓄積性が懸念されている。そこで我々はその環境対策の指針の構築のために必要な環境分析法の開発、動態の解明と処理法の開発に取り組んでいる。18年度は外洋環境水中の極微量のフッ素量の測定が可能な燃焼イオンクロマトグラフ総フッ素分析法を開発した。また、PFOA の気液平衡定数の測定により、大気経由の輸送過程や大気中での OH との反応の寄与が従来の推定より大きいことを明らかにした。さらにパーフルオロカルボン酸の間接発生源であるフルオロテロマーアルコールの酸化反応の理論化学的検討を行い、中間体であるアシルラジカルの分解反応過程が重要なことを示し、大気中パーフルオロカルボン酸類の生成に関する従来の説が誤りであることを明らかにした。また、PFOS 等のパーフルオロアルキルスルホン酸類について、それらを含む水に鉄粉を入れ、亜臨界水状態にするとフッ化物イオンまで高効率に分解できることを発見した。

研究テーマ：テーマ題目7

環境分子科学研究グループ

(Environmental Molecular Science Research Group)

研究グループ長：脇坂 昭弘

(つくば西)

概 要：

気相・液相における分子間相互作用、クラスター生成過程、粒子 (エアロゾル) 生成過程に関する物理・化学的研究法を確立し、環境中の化学物質の挙動を実験的に解明するため、以下の研究に取り組んだ。

1. ナノ粒子・エアロゾルの環境中動態解析に関する研究：

工業用ナノ粒子が環境中に放出された場合のリスク評価に必要な工業ナノ粒子の凝集・拡散特性評価に関する実験を開始した。今年度はナノ粒子の気中分散法を開発し、気中に分散したナノ粒子の粒径分布を計測する測定系を開発した。

2. 水環境中化学物質のクラスター構造の解析：

有害化学物質の水環境中の拡散・移動予測に必要な凝縮特性について、質量分析法によるクラスター構造解析により検討した。これにより、化学物質の電子的性質と淡水・海水中の挙動の間の関係を明らかにした。

3. 各種分光法による気相中化学物質の高感度検出に関する研究：

赤外分光法 (キャビティリングダウン法、マトリックス単離法) と計算化学を融合した気相中の分子・クラスターの高感度検出法を開発した。また、マイクロメータサイズの巨大粒子の粒径と赤外分光

特性の関係について系統的な実験を行った。

研究テーマ：テーマ題目 2

光利用研究グループ

(Photoenergy Application Group)

研究グループ長：松沢 貞夫

(つくば西、5名)

概要：

有害化学物質リスク削減を目的として、1) 大気及び水中の環境汚染物質・有害化学物質の光分解除去技術の開発、2) ナノ粒子の暴露影響評価手法の開発、及び3) 光触媒材料の性能試験方法の標準化を行う。

光分解除去技術関係では、効率を大幅に向上させるために光触媒材料の複合化、既存光触媒の可視光応答性や電荷分離効率の向上、光触媒反応の促進等に関する研究、及び無公害・低コスト化を可能とする小規模光触媒分解装置の開発を行った。複合化による機能性材料として、高吸着能・高活性光触媒の調製とナノポーラスシリカとの混合系光触媒の試作を行った。また、効率と選択性の向上につながる重要な情報である触媒の活性と活性酸素の関係も明らかにした。光触媒分解装置の開発に関しては、当所で開発した VOC 分解装置の長期運用可能性の確認及び気相中燐化合物の処理を目指した装置の設計を行った。ナノ粒子の暴露影響評価手法については、大気開放下に暴露された炭素材料、フラーレン、及びカーボンナノチューブの一重項励起酸素生成能の計測手法を確立した。光触媒材料の性能試験法の標準化関係では、光触媒材料のトルエン除去性能試験方法の JIS 最終案作成、可視光応答型光触媒材料の NO_x 及び VOC 除去性能評価方法の検討、バイオフィルム形成阻害・分解効果の評価法に必要なシアノバクテリア試供菌の死滅を判別するための条件決定等を行った。

研究テーマ：テーマ題目 4

励起化学研究グループ

(Excited State Chemistry Group)

研究グループ長：二タ村 森

(つくば西)

概要：

揮発性有機化合物 (VOC) 排出量を平成22年度において平成12年度比3割削減するという目標を達成するため、主に中小固定排出源の VOC 分解装置の開発指針を得ることを目標とする。オゾン酸化触媒法の高度化については、疎水性ゼオライトにマンガンを含浸担持することにより、高活性な単核マンガン種を得ることができ、ベンゼン酸化活性が室温において水蒸気存在下でも維持されることを見出した。プラズマ駆動触媒法の高度化については、Au/TiO₂を検討し、酸化の難しい CO の酸化触媒として有用であること、ま

た失活した同触媒の再生に、酸素プラズマが有効であることを見出した。VOC の複合系については、トルエン、メタノール、ジクロロメタンの低温プラズマ分解を実施し、水の添加効果について検討したところ、VOC の化学構造によらず水は転化率に対して負の効果を示すが、CO や CO₂ の生成は促進することを明らかにした。

赤外円二色性の解析に関しては、これまで代謝に関わる構造活性相関においてまったく考慮されていなかった二量体構造に関する新たな立体配座の知見を得た。研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11

吸着分解研究グループ

(Adsorption and Decomposition Technology Research Group)

研究グループ長：菊川 伸行

(つくば西)

概要：

当グループは、吸着技術や分解技術を駆使して NO_x や VOC、廃プラスチック等による環境リスクを削減する革新的なシステムの開発及びそのための吸着剤等の素材開発を目指している。具体的には、下記の研究目標をめざして研究を進めている。

1) 大気環境のリスク削減に関する研究

主に VOC の新規吸着回収技術に取り組み、マイクロ波・高周波等のスチームレス脱離技術について実用化のための要素技術の高度化を行う。また、そのための新規吸着剤の創製に関しては、高い VOC 吸着能と大きな吸脱着速度とを兼ね備えたシリカ系多孔体の、実用化を視野に入れた性能向上を図るとともに多孔質シリカ膜等を創製する。さらに、大気圧低温プラズマやマイクロ波等の物理的な外場と触媒を組み合わせる排ガス処理技術についての基礎データを取得する。

2) プラスチックリサイクルに関する研究

都市域最終処分量削減をめざした分散型リサイクルシステム構築をめざし、そのための分離技術(ハロゲン、金属、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等)の開発と装置化の研究、並びに単体分離された個別プラスチックリサイクル技術の高度化やバイオマスとの共存下でのリサイクル技術の開発を主要課題として、水平移動床方式熱分解法と溶媒可溶化分解法を技術ベースに、マイクロ波照射法等も採用しつつ目標達成をめざして研究を進める。また、培われたポテンシャルを活かして緊急な社会ニーズにも対応していく。

平成18年度には、混合廃プラスチック再資源化の装置開発において、塩素除去プロセスを350~380℃で行うのが最適であることを見いだしたほか、プラスチック中の臭素系難燃剤の形態分析のための定量的な抽

出条件を検討し、適切な溶媒によって200℃程度の温和な条件下でエポキシ樹脂の全量可溶化に成功するなどの成果を得た。

研究テーマ：テーマ題目12、テーマ題目13

浄化触媒研究グループ

(Catalytic and Electrochemical Purification Group)

研究グループ長：小渕 存

(つくば西)

概要：

当グループでは、主に、触媒及び電気化学反応を要素技術とする環境対策技術の研究開発を行う。今中期計画期間においては、温室効果ガス排出抑制に係わるディーゼル車排出粒子状物質（PM）及び窒素酸化物（NO_x）低減技術、化学物質の環境リスク対策に係わる揮発性有機化合物（VOC）の分解技術に取り組む。今年度は、これらに関わる具体的研究として、1) グループ研究課題「触媒担持型電気集塵装置の開発」、2) グループ研究課題「超微細気泡と触媒を利用した水中有害物質の分解」、3) グループ研究課題「電気化学的手法を用いた土壤中重金属イオンの in-situ 測定手法の研究」4) NEDO プロジェクト「革新的後処理システムの研究開発」、5) 経産省委託費「粒子状物質高度浄化処理技術の開発」、6) 環境省委託費「高い分子移動拡散性を有するマイクロメソ多孔体を利用した VOC 処理技術の開発に関する研究」の6課題に取り組んだ。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目

16

浄化機能促進研究グループ

(Advanced Remediation Group)

研究グループ長：辰巳 憲司

(つくば西)

概要：

有害化学物質リスク削減のため、当グループでは、省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究と、省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究を行っている。

1) 省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究では、自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術の開発を目指す。このため、POPs に代表される疎水性有機汚染物質のバイオレメディエーションやファイトレメディエーションによる浄化を促進させるため、さらには水による洗浄浄化でも浄化ができるようにするため、疎水性有機汚染物質の移動を促進させる物質の探索を行った。また、重金属吸収力に優れたハイパーアキュムレーターを獲得しその商用化を目指すとともに、残留性有機汚染物質の持続的削減技

術開発を目的として、環境浄化に適した組み換え植物の創製の研究を行った。さらには、重金属と有機汚染物質の両方で汚染された、複合汚染の浄化に有効と考えられる、界面導電現象を利用した土壌浄化の研究を行った。

2) 省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究では、重金属を含むスラッジや有機汚泥の削減ができる廃水・廃液処理技術の確立を目指す。このため、各種重金属含有廃水の処理でスラッジ発生量を削減できる薬剤を開発するとともに、プリント基盤工場から排出されるレジスト廃液や、高濃度のフッ素・ホウ素を含む廃液について、効率的にスラッジや汚泥を濃縮、処理する方法を検討した。

研究テーマ：テーマ題目17

融合浄化研究グループ

(Chemical and Biological Purification Research Group)

研究グループ長：高橋 信行

(つくば西)

概要：

水中微量有害物質の高度処理技術や環境低負荷型の処理プロセスの確立、微生物生態系機能の解明・評価・制御をめざして、環境中での嫌気性アンモニア酸化活性（ANAMMOX）の測定と廃水及び自然浄化機能の最適化、染色事業所排水に含まれる難分解性有機物を対象としたオゾン処理と生物処理との併用による省エネルギー型廃水処理技術の開発について検討した。

環境中での ANAMMOX の測定と廃水及び自然浄化機能の最適化の検討に関する研究では、昨年度までにはほぼ確立した、安定同位体である¹⁵N を用いたトレーサー実験を基本原理とした環境中での ANAMMOX 活性の簡便かつ迅速な測定方法を利用して、ある淡水湖沼を対象に ANAMMOX 活性の水平分布を調査した。その結果、活性は局在しており、活性が検出された地点では分子生物学的方法でも ANAMMOX 微生物の存在が裏付けられた。逆に活性が検出されなかった地点からは分子生物学的なシグナルも得られなかった。

省エネルギー型廃水処理技術の開発に関する研究では、本技術を実際の染色廃水処理現場へ応用するには原材料の処理性の評価が不可欠であることから、製造工程中で使用されている各種原材料のオゾン処理及び生物処理に対する分解特性を検討した。これと同時に、ベトナムからの招聘研究者に水質分析方法及び安全性評価方法を教示し、技術研修を行った。

研究テーマ：テーマ題目18

リサイクルシステム評価研究グループ (Recycling System Management Group)

研究グループ長：大矢 仁史

(つくば西)

概要：

循環型社会創生のためには、静脈技術の開発、高度化とともにそれらの技術のシステム化、実用化が必要である。そのために、静脈側のリサイクル、リユース技術の情報収集を行い、社会的な適応性について検討し、その結果を静脈技術開発に生かすとともに動脈技術の開発にも反映させることによって循環型社会創生に貢献できる。

静脈側のリサイクル技術開発としては、廃棄物処理を目的とした新しい粉碎技術（アクティブ粉碎技術）開発を行った。廃プリント基板を対象とした単体分離性の実験的検討とそのときの銅、樹脂の粉碎産物粒径の特徴を明らかにした。また、動脈側の技術開発としては、層状複水酸化物を媒介としたリサイクルによるリスク削減の研究を実施した。

これらの技術開発のシステム化に資する研究として、3R を中心とした循環型社会創生を進めるにあたってのコスト、環境負荷の問題を明らかにし、リサイクル、リユースに必要な社会的、技術的課題抽出もあわせておこなった。

研究テーマ：テーマ題目19

リサイクル基盤技術研究グループ (Advanced Recycling Technology Research Group)

研究グループ長：小林 幹男

(つくば西)

概要：

環境保全及び資源安定確保の立場から、複合素材型廃棄物である小型電気電子機器廃棄物等を対象に、有害物質の除去・拡散防止、有価物とりわけ資源安定確保上重要である希少金属再生利用増大に資する分散型リサイクルシステム構築に資すべく、環境低負荷省エネルギー型コア技術として、コンパクトでフレキシブル、ユニバーサルなリサイクルプロセスのための技術開発を行った。具体的には、デジタル電子機器等の複合素材型廃棄物を対象とした多素材同時分離技術及び高度再生利用技術等の開発のための研究を行った。具体的には、微粒子に対応可能なカラム型乾式気流選別プロセスの開発、廃水処理を必要としないケミカルフリーな湿式分離技術として、遠心場利用微粒子分離プロセスの開発のための研究を行った。さらに、界面の親水性・疎水性をコントロールすることにより油水分離を可能とする技術開発を行った。また、貴金属再生材の高性能化技術、リサイクルをし易くする立場からの有害元素を利用しない技術開発も実施しつつある。

研究テーマ：「高効率分離回収システム技術開発」「レア

メタルリサイクル効率化のための技術開発」「貴金属リサイクル過程からの単分散微粒子の製造」等

(外部資金の項に記載)

金属リサイクル研究グループ (Metals Recycling Group)

研究グループ長：田中 幹也

(つくば西)

概要：

金属循環型社会を構築するためには、省エネルギー的、高選択的な金属分離回収技術の開発が不可欠である。当グループでは、溶媒抽出法や吸着法による精製技術、電解法による採取技術などの革新を達成することにより、廃棄物及び鉱石からの金属回収に関する新規プロセスを提案することを目標としている。また排水中の有害金属を、酸化還元法、沈殿法、吸着法により除去することも検討している。今年度は、省エネルギー的銅電解採取、使用済み無電解ニッケルめっき液からのニッケル回収、貴金属の抽出分離等について研究した。

研究テーマ：テーマ題目20

大気環境評価研究グループ (Atmospheric Environment Research Group)

研究グループ長：近藤 裕昭

(つくば西)

概要：

大気環境評価研究グループでは、地表に近い大気中の物質の輸送過程を中心に研究を進めている。現在の研究の中心は、二酸化炭素の大きなリザーバーの一つである植生や森林生態系による大気中の二酸化炭素の吸収量を、濃度プロファイルの変化と Eddy Covariance 法（EC 法）や安定同位体の変動の測定により評価すること、及び、Large-Eddy Simulation やメソスケール気象モデルを用いたマイクロスケールからメソスケールの物質輸送過程を解明することである。EC 法では岐阜県高山市、中国ハルピン市郊外の老山、タイ、インドネシア等で観測を行っている。これらの研究は、炭素循環にかかわる陸上生態系の役割や地球温暖化などの気候変化に対する生態系の応答の解明に寄与する。18年度は AsiaFlux ネットワークの活動の一環として、EC 法に関するトレーニングコースをアジアの途上国相手に実施した。

シミュレーションモデルを用いた研究では、複雑な都市温暖化対策の総合的な評価を、ヒートアイランド対策と地球温暖化対策の両面から行った。また、川崎市池上新町の沿道における大気拡散の解析を行った。これらの研究を行うにあたっては、国内外の研究機関、大学等と幅広い共同研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 8

地球環境評価研究グループ

(Global Environment Study Group)

研究グループ長：田口 彰一

(つくば西)

概要：

地球環境評価研究グループは、産業活動に伴い大気や海洋に排出される温室効果物質を含む環境負荷物質が自然界でどのように循環するかを明らかにし、それらの物質が環境に与える影響や想定される対策の効果を評価する手法を開発することにより政策策定の根拠としうる資料を作成することを目的としている。平成18年度はメタンと亜酸化窒素の濃度の相模湾と北西太平洋海中での調査、過去の炭酸関連の海洋中濃度データの編集整備、海水中二酸化炭素濃度観測手法の標準化、及び大気、陸域、海洋間の二酸化炭素交換量を大気輸送モデルによって推定する方法の開発を行い温室効果物質の循環の一部を解明した。大気中濃度の増加を抑制するために海洋中に二酸化炭素を注入する場合を想定し、高濃度二酸化炭素が海洋環境に及ぼす影響の評価を試みた。海洋における燐の形態や循環を解明するために測定手法を検討した。有明海の干潟及び東京湾の海底堆積物の現地調査を行い、沿岸域や海底において微生物が窒素化合物を窒素に変換する過程のモデル化を試みた。小笠原の父島などにおいて散乱係数等を連続観測し東アジアの人為起源物質から生成される微粒子が大気の放射に与える影響を評価するために必要となるデータの一部を得た。

研究テーマ：テーマ題目 1

環境流体工学研究グループ

(Environmental Fluid Engineering Group)

研究グループ長：清野 文雄

(つくば西)

概要：

本研究グループは、水の流動・相変化特性を最大限利用した新しい環境保全技術を実現するための基盤を確立する。特に、(1) マイクロバブルの流動特性、自己加圧効果を利用した河川・海洋の水質改善技術、並びに(2) ハイドレート相変化特性を利用した環境負荷物質の除去技術、CO₂等の地球温暖化物質の固定技術をターゲットとして、それらの特性を解明するとともに、水質改善・物質除去効率を定量的に予測し、実用化技術の開発へ向けた基礎データを構築することを目的として研究展開を行っている。

ナノバブルの安定化及び崩壊メカニズムの解明に関する研究では、ナノバブルの安定化のメカニズムを解明して安定的な製造法を確立すること、並びにこれを効率的に崩壊する手法を確立して殺菌や化学反応など

に利用できる技術として確立することを目的として研究を進めている。18年度においては、ラジカル発生メカニズムとして表面電化濃縮の関与を見出すとともに、オゾンの分解が促進されることを明らかにした。

二酸化炭素深海貯留のための洋上投入システムに関する研究では、ドライアイス・液体 CO₂ スラリー圧力晶析法のプロセス設計のための基礎検討を行った。さらに、数値流体力学計算シミュレータを開発して、ドライアイス粒子と液体 CO₂ の混合物である CO₂ スラリー液滴の海洋中での挙動を明らかにした。

有害物質処理プロセスのエネルギー・環境評価に関する研究では、NO_x (窒素酸化物) を利用した PM (浮遊微粒子) 酸化処理について、ディーゼル自動車排ガス処理の DPF 装置と担持触媒を実例として、プロセスのエネルギー・物質収支モデルを組み立て、また、各種エネルギー低減効果指標と組み合わせることにより、PM 処理性能評価を実施した。この結果、350 K 程度の排ガスを675~750 K 程度まで上昇させることができれば、排ガス中の NO を35%~53% 有効に PM 酸化剤として利用し、かつ0.90以上の高燃焼率を得ることが可能であることを明らかにした。

水の結晶化抑制機構の分子動力学研究においては、不凍タンパク質が成長を強く抑制する特異的な氷界面の結晶化機構を明らかにした。不凍タンパク質による氷の成長抑制機構を解き明かす分子動力学計算に世界で初めて成功し、結晶化抑制機構の本質を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 9

[テーマ題目 1] 海水中の二酸化炭素上昇が与える生物地球化学的影響の評価手法の確立 (部門重点化交付金)

[研究代表者] 鈴木 昌弘

(地球環境評価研究グループ)

[研究担当者] 鶴島 修夫、山田 奈海葉、原田 晃

(常勤職員3名)

[研究内容]

大気中二酸化炭素濃度の上昇抑制対策の一つとして、二酸化炭素 (CO₂) を海洋に隔離することが提案されている。この海洋隔離技術の確立には、海洋環境に与える影響の評価が必要で、具体的には二酸化炭素の放出によって形成される高濃度二酸化炭素、酸性の海水による生物個体や生態系への直接的影響の評価だけではなく、表層から運ばれてくる生物の死骸や生物の排泄物等が分解・溶解することにより生成される化学成分が間接的に生態系へ及ぼす影響の評価、など海洋環境の変化に対する生物・地球科学的評価を行うことが重要になる。

二酸化炭素の放出によって作り出される高濃度二酸化炭素・酸性海水の上記過程への影響を、室内及び現場実験で求めるとともに、西部北太平洋での実施を想定して、

その影響の程度を時間的・空間的に評価する。この結果から、より海洋環境影響の少ない海洋隔離に関する提言をまとめ、国際的合意形成に向けた情報提供を行う。

海洋中深層への二酸化炭素隔離技術による炭酸カルシウム沈降粒子の溶解促進効果を定量的に把握するために、これまで蓄積してきた擬似現場実験データの解析を行い、溶解速度を見積もるための経験式を得た。さらにその式に基づく数値シミュレーションを構築し、任意の二酸化炭素隔離量（海水中濃度増加量）に対する溶解促進効果を定量的に予測する手法を提案した。例えば二酸化炭素隔離によって現場の全炭酸濃度が10%増加した場合、粒子の沈降フラックスがおよそ30%減少するという結果を得た。また、中深層の有機物循環を駆動する細菌群集の生理活性に対する二酸化炭素隔離の影響評価では、酸性海水が細菌群集の生物量に顕著な影響を与えることなく、逆に生産速度を増加させる可能性を示唆する結果を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、海洋隔離、海洋酸性化、炭酸カルシウム、有機物分解

【テーマ題目2】有機溶媒プロセスの水系化のための液相クラスター質量分析技術（部門重点化交付金）

【研究代表者】脇坂 昭弘
（環境分子科学研究グループ）

【研究担当者】脇坂 昭弘、中川 美樹
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

ミセル、エマルジョン、混合溶媒中のクラスター構造などの液相の微視的な不均一構造を高度に利用することにより揮発性有機溶媒の使用量を減少させることが可能である。これらを高度に利用するためには試行錯誤的な従来のプロセス設計法を脱して、分子レベルのマイクロな情報に基づいた新たなプロセス設計法が必要である。そこで、これまでに当研究部門で独自に開発した液相クラスター質量分析技術を基に、溶媒と溶質分子との弱い相互作用を検出できる分析技術を新たに開発し、環境負荷を考慮した最適な液相プロセスの設計基盤となる液相の微視的な不均一構造の解析手法の開発を目指した研究を開始した。

液相クラスター質量分析技術は、産総研独自の技術であり、国際的にも高い評価を受けている。この技術により、溶液中のクラスター構造が共存する溶媒分子やイオンによって制御できることが明らかになった。しかし、現在、観測可能なクラスターは、溶液中の相対的に強い相互作用（静電的相互作用、双極子間相互作用、水素結合相互作用など）によって形成されたクラスターに限られており、また、観測可能な質量数も4,000以下に限られている。多様な溶液中のクラスター構造を観測するた

めには、さらに弱い分子間相互作用とさらに大きなクラスターが観測できるような新たな装置を開発する必要があるため、平成17年度より3ヵ年計画で新たな質量分析装置の開発に着手した。

18年度は、昨年度に開発したインターフェイスを用いて、質量分析装置の真空チャンバー内の静電ポテンシャルと多段排気系の圧力バランスによって、弱い分子間相互作用が観測できることを確認した。KClのメタノール溶液から分離した $K^+(KCl)_n$ クラスター、及び K^+ 溶媒和クラスターの観測結果から結晶化プロセスに関する新たな知見を報告した。また、正一負イオン間の静電的相互作用とイオン-溶媒分子間の相互作用が同時に起こる溶液中では、これらのバランスによってクラスター構造が大きく変化することを明らかにした。液相で同時に作用する複数の相互作用のバランスにより、クラスター構造を制御することができることを実験的に示した。さらに、質量数10,000の分析が可能な四重極質量分析計を導入するための改造を行なった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】質量分析法、クラスター、有機溶媒、水

【テーマ題目3】トキシコゲノミクス高感度センサレイチップの開発（部門重点化交付金）

【研究代表者】田尾 博明（計測技術研究グループ）

【研究担当者】青木 寛、田尾 博明、長縄 竜一、鳥村 政基（常勤職員4名）

【研究内容】

遺伝子の発現量を指標にした化学物質の有害性評価法（トキシコゲノミクス）として現在最も幅広く用いられているのは、蛍光標識に基づくDNAチップ法である。しかし、高価な装置や煩雑な操作が必要という欠点がある。本研究では、トキシコゲノミクスに基づく化学物質の次世代型有害性評価法の確立に向け、高感度・迅速・簡便な遺伝子解析を可能とする新しい電気化学センサの開発を行う。このため、フェロセンなどの電気化学活性団とプローブ核酸とのコンジュゲートを合成することで、マーカー分子や標識化合物などの第三者を用いずに高感度・高選択的に遺伝子検出を可能にする新規核酸プローブを開発する。同時に、マイクロ流路一体型マイクロセンサレイチップの開発を行う。本研究により、従来の発現遺伝子の解析方法を根本的に変えることができ、化学物質全般についての新しい評価軸の確立が可能になると考えられる。本年度は、昨年度合成したフェロセンを電気化学活性団とする新規遺伝子プローブを金電極表面上に固定化する際の溶液条件を検討し、プローブを分解することなく安定に電極表面上に固定化するための条件を見出した。その結果、電極表面上のプローブ由来のフェロセン密度が増大（約7倍）した。一方、プローブ感度向上の検討では、測定溶液に電気化学活性マーカーを添加することでフェロセンの電子移動反応電流を増幅し、

感度を約3倍向上できることを見出した。また、マルチチャンネルアレイやマイクロ流体システムとの複合化を行うため、マイクロ電極アレイチップ（384チャンネル、電極径250 μm ）を作製した。さらに、当該チップ上のマイクロ電極ごとに独立したプローブの固定化を行うため、キャピラリーを吐出口として有する8チャンネル可変ピッチアレイスポットを開発した。このアレイスポットは、8本のキャピラリーを1列に並べた分注ヘッドを備えており、分取時及び分注時におけるキャピラリー間のピッチを9 mm から1 mm の間で自在に変更できる装置である。最小容量で100 nL の分注が可能となった。このアレイスポットを用いることで、マイクロタイタープレート上に展開したプローブ溶液を正確にマイクロ電極アレイチップ上にスポットすることが可能となり、網羅的な遺伝子解析を要するトキシコゲノミクスに欠かせない、微細かつ集積度の高いマイクロ電極アレイに基づくセンサ構築が容易になった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】トキシコゲノミクス、遺伝子センサ、DNA チップ

【テーマ題目4】ナノ物質による環境・生体影響の先端計測・予測技術開発（部門重点化交付金）

【研究代表者】田尾 博明（副研究部門長）

【研究担当者】田尾 博明、平川 力、松沢 貞夫、金 誠培、（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

ナノテクノロジーの社会的受容度を確実にするためには、技術開発の過程、技術の市場化に先んじて、リスク評価が行われ、リスク管理の体系が提示されることが望ましい。当課題に対しては産総研の技術開発ユニットと環境評価ユニットが結集して取り組んでおり、当部門でもナノ物質のハンドリングとキャラクタリゼーション、環境計測法、挙動解明、動態予測モデルの開発等を担当している。本研究では、ナノ粒子の生体影響を評価する上で重要な酸化ストレスの生成能を評価する方法の開発と、生体内に取り込まれたナノ粒子が引き起こす酸化ストレスを可視化する方法を開発する。これらの研究を通して、ナノ材料をモデルケースとして、今後、産業化が予想される新材料の安全性に関する試験技術の開発と、その標準化を行うポテンシャルを部門の中に構築することを目指す。本年度は、レーザー励起燐光スペクトルの強度と減衰から、一重項励起酸素の濃度と寿命を測定する手法を開発し、種々のナノ粒子、フラーレン(C_{60})、マルチウォールカーボンナノチューブ(MWCNT)、酸化チタン(TiO_2)、可視光応答酸化チタン(N-Doped TiO_2 , S-Doped TiO_2 , Pt-Compound-Modified TiO_2)、酸化ニッケル(NiO(II) , NiO(III))、酸化タングステン(WO_3)の一重項励起酸素生成能を測定した。使用し

たナノ粒子は光励起により一重項励起酸素を生成するが、ナノ粒子及び C_{60} , MWCNT 分子表面上に吸着しており、大気中へ拡散しないと考察された。従って、ナノ粒子が大気中に拡散状態にあっても、一重項励起酸素の拡散による人体の被曝はないと結論付けられた。一方、ナノ粒子により生起される炎症効果を評価するための、分子プローブの開発を行った。遺伝子設計によって、炎症の際に発生するサイトカイン反応タンパク質(NF- κB)に生物発光プローブ(ルシフェラーゼ)を組み込んだ、炎症分子プローブを開発した。このプローブはサイトカインを検知すると核内に移行し、核内でタンパク質のスプライシングを起こすことによって、ルシフェラーゼが働き発光する。このプローブを乳ガン細胞や子宮細胞に組み込むことにより炎症に敏感な細胞センサを開発した。また、実際の生体での炎症機構に近づけるため、この炎症検知細胞とマクロファージを共存させた coculture システムを構築し、酸化チタンの影響を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化ストレス、分子プローブ、ナノ粒子

【テーマ題目5】新技術のリスク評価・管理手法の研究—ナノテクノのケース研究（部門重点化交付金）

【研究代表者】田尾 博明（副研究部門長）

【研究担当者】遠藤 茂寿、内田 邦夫、内藤 牧男（大阪大学）、福森 義信（神戸学院大学）（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

液相に分散したナノ粒子を用いたナノ粒子の生体有害性試験において、使用されるナノ粒子のサイズ、形態がよく制御され、かつ、その特性が十分に把握されていることが、有害性試験の再現性・信頼性を確保する上で必須の要件である。特にカーボンナノチューブ(CNT)の場合、非常に長いチューブが綿状に絡み合い、また、単層CNT(SWNT)ではバンドル状態を形成しており、解砕法の開発が重要と思われる。同時に、媒液の状態を制御することで解砕されたナノ粒子を安定な分散状態に保つことが必要である。安定な液相分散系の調製には界面化学的な手法が適当であるが、有害性試験との関連で生体親和性の分散系が求められる。そこで本研究では、機械的な作用を利用しつつ、生体親和性のCNT液相分散系の調製法を検討する。平成18度にはSWNTの効率的な機械的解砕法の検討とともに、SWNTの分散安定に最適な生体親和性の分散剤の探索を行った。

SWNTを機械的解砕する手法の一つとして、脆性的なマトリックス中にCNTを分散・固化した後に成形体を粉砕し、CNTを適当な長さに切断する手法(固化粉砕法)を産業技術総合研究所で開発したスーパー・グローブSWNT(SG-SWNT)の水中分散に適用した。固化にはショ糖を用い、粉砕を湿式で行った。その結果、

SWNT を1-2 μm 程度、最大で5 μm 程度の長さに切断することができた。また、チューブの絡み合いも非常に少なく、よく分散した懸濁液を得ることができた。

直径3 mm のガラスビーズを充填した容器内の CNT スラリーに超音波を照射するだけの、極めて簡便な SWNT の解砕・液相分散法、すなわちビーズ超音波法を開発した。CNT を可溶化する各種の分散剤を用いてビーズ超音波法により SWNT が水中に分散できることを確認した。得られた分散液を遠心分離し、その上清を評価した結果、最大4 mg/mL の SWNT 懸濁液を得ることができ、SWNT の切断にもビーズ超音波法が効果的であることがわかった。このことから、有害性試験で使用できるレベルの SWNT 分散液がビーズ超音波法で調製できることを明らかにした。また、分散剤の生体親和性についてのスクリーニングを行い、デオキシコール酸ナトリウム、ポリオキシエチレンひまし油、水溶性ビタミン E の分散では凝集塊が見られず、さらに分散された SWNT でバンドルの解離が認められた。これらが SWNT の水中分散に効果的な生体親和性分散剤であることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ粒子、ナノリスク、液相ナノ分散、CNT、単層 CNT

【テーマ題目6】高分子量有害化学物質評価のための新規ソフトレーザーイオン化質量分析法の開発（部門内部グラント交付金）

【研究代表者】田尾 博明（計測技術研究グループ）

【研究担当者】佐藤 浩昭、田尾 博明、孫 麗偉、寺本 華奈江、根本 淳史
（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

近年、ポリマー材料中に含有される添加剤やオリゴマー類が内分泌かく乱性を有している可能性が疑われるようになり、環境リスク評価を行ううえで、臭素系難燃剤などの添加剤の分析が重要視されてきている。こうした化合物は、分子量が数百から数千以上に及ぶため、ダイオキシン分析などで汎用される GC/MS 法の適用が困難あるいは不可能である。そこで本研究では、ポリマー材料中に含有される難燃剤などをはじめとする各種添加剤などの高分子量有害化学物質の迅速・簡便・高感度分析を実現する新しい計測システムの開発を目的として、特異な表面物理現象を発現する素子をイオン化場とする新しいソフトレーザーイオン化質量分析法の開発を行う。本計測システムの開発により、ポリマー由来の有害成分の動態評価や環境中の有害物質の起源解析などに関する知見を容易に得ることが可能となり、環境リスク評価、環境適合型製造工程の開発、リサイクル技術の発展など、環境管理技術への多大な貢献が期待できる。本年度は、昨年度に開発したゲルマニウムナノドット (GeND) を

用いたイオン化基板の作製条件の検討及び GeND を用いた臭素系難燃剤や亜リン酸エステル系酸化防止剤などの高分子用添加剤の分析を行った。

ゲルマニウムナノドットは、量子ドットの作製技術である分子線エピタキシー (MBE) 法を利用して作製する。高効率でソフトイオン化が達成できるナノドット基板の最適化を行うために、ゲルマニウムの蒸着時間及び基板温度のパラメータを制御し、成長するナノドット構造体の形状、大きさ、基板内での分布について検討した。その結果、ナノドットの形状には、当初予想していた蒸着時間よりも、蒸着時の基板温度が大きく影響することを見出した。そして、各作製パラメータと得られるナノドット構造体の形状との関係を明らかにして、任意のナノドット構造体を作製することが可能となった。ナノドットイオン化法による高分子用添加剤の分析では、ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDE) への適用を検討した。PBDE は、RoHS 指令で規制対象となっている臭素系難燃剤であり (10臭素体を除く)、その簡易分析法の開発が望まれており、異性体を識別できる手法として質量分析法も利用されている。しかし、PBDE は、熱や光に不安定であるためイオン化時にフラグメント化が起こりやすく、そのソフトイオン化は困難であった。一方、ナノドットイオン化質量分析法の適用を試みたところ、ソフトイオン化が可能であることが分かり、10臭素化体に含まれる7~9臭素化体を検出・識別することができた。レーザー脱離イオン化質量分析法は一般に定量分析が不得手であるが、 ^{13}C ラベル化試料を内部標準として用いることにより、およそ10~1000 ppm の範囲で検量線を作成することができ、定量分析への応用も可能であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノドット、ソフトイオン化、質量分析

【テーマ題目7】硫酸イオンラジカルを用いる環境有害物質の分解処理に関する研究（部門内部グラント交付金）

【研究代表者】堀 久男（未規制物質研究グループ）

【研究担当者】堀 久男、忽那 周三（常勤職員2名）

【研究内容】

パーフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) 等のパーフルオロアルキルスルホン酸類について分解反応を探索した。その結果、それらを含む水に鉄粉を入れ、不活性ガス雰囲気中で250-350 $^{\circ}\text{C}$ の熱水 (亜臨界) 状態にするとフッ化物イオンまで高効率に分解できることを発見した。この反応を電子工業用の反射防止剤中の PFOS 分解に適用し、PFOS 濃度を6時間で処理前の118.8 ppm から検出限界以下まで減少させることに成功した。また、パーフルオロカルボン酸類の発生源としては、これらが使用や廃棄にともなって環境中に放出されることのみならず、別の物質が環境中でそれらに変化するという間接

発生源も存在する。特に揮発性のフルオロテロマーアルコール類が環境中でパーフルオロカルボン酸類に変化することが環境中パーフルオロカルボン酸類の一つの重要な起源になっているという指摘がなされていた。そこで典型的なフルオロテロマーアルコールである $C_4F_9C_2H_4OH$ を空气中に存在させ、酸化チタン光触媒によりフッ化物イオンまで分解できるかどうか調べた。in-situ IR や GCMS による生成物分析から $C_4F_9C_2H_4OH$ は $C_4F_9CH_2CHO$, C_4F_9CHO , $C_nF_{2n+1}COF$ ($n=2, 3$) さらに COF_2 を経て最終的に二酸化炭素とフッ化物イオンまで分解すること、水蒸気が反応中間体の分解を促進することが分かった。この反応ではフルオロテロマーアルコールの微生物分解で見られる毒性が高い不飽和テロマー酸類は生成しなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、光分解、無害化、パーフルオロカルボン酸、パーフルオロアルキルスルホン酸、PFOA、PFOS、界面活性剤、テロマーアルコール

【テーマ題目8】ラドン測定による温室効果気体の鉛直拡散輸送過程の評価に関する研究（部門内部グラント交付金）

【研究代表者】近藤 裕昭

（大気環境評価研究グループ）

【研究担当者】近藤 裕昭、三枝 信子、飯塚 悟、村山 昌平、宇佐美 哲之

地球環境フロンティア研究センター：石島 健太郎（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究では、土壤中において比較的一様なソースをもち、大気中では α 崩壊以外にソース・シンクを持たない土壤起源のトレーサーであるラドン (^{222}Rn) の特性を利用して、①土壤中ラドン濃度の測定手法を確立し、土壤中における気体の拡散過程の評価手法を開発し、土壤中における温室効果気体の生成・分解強度の分布を推定する。②大気中ラドン濃度分布を測定することができる高精度濃度測定手法を確立し、地表付近の大気鉛直拡散輸送過程を評価できる手法を開発するとともに、フラックス測定や CO_2 濃度分布測定等と比較し、これら測定結果に対する鉛直拡散輸送過程の変動の寄与を明らかにする。③観測で得られるラドン濃度の鉛直分布データを用いて、鉛直拡散輸送モデルの改良を行い、大気-地表（森林等）間の温室効果気体をはじめとする物質交換の影響が、上空へどのように伝搬していくかをより精度良く評価できるモデルの開発を行う。

本年度は、ラドンを用いた大気中における鉛直拡散輸送過程の推定のために不可欠である、土壤から大気へ放出されるラドンフラックスの空間分布及びその変動要因の評価を行うために、2006年8月に岐阜県高山市冷温帯

落葉樹林において、2006年11月に気象研究所構内において集中観測を行った。地表におけるラドンフラックスは、地表に被せた密閉チャンバー内の空気試料を一定時間ごとに採取して濃度を測定し、時間経過に伴う濃度の上昇率から求めた。ラドン濃度の測定には、高濃度の試料について測定が容易であるルーカセル法を採用した。また、ラドンフラックスに影響を及ぼすと考えられる地表付近の土壤中体積含水率及び地温の測定も行った。観測結果より、両サイトにおいてラドンフラックスと体積含水率との間には負の相関が見られた。高山サイトにおいて、上記相関と体積含水率の多点観測を組み合わせ、ラドンフラックスの空間分布を推定したところ、平均ラドンフラックス推定値は 76 ± 10 (1σ) $Bq\ m^{-2}\ h^{-1}$ であったが、尾根部で谷部より最大約 $50\ Bq\ m^{-2}\ h^{-1}$ 高く見積もられた。また、高山サイトと気象研究所を比較すると、前者の方が同じ体積含水率でもラドンフラックスが高い傾向が見られたが、これは、ラドンの起源である土壤粒子中のラジウム含有量に大きな差はないと仮定すると、土質の違いによる土壤中の空隙率の違いが寄与していることが推察された。これらの結果から、ラドンを用いた鉛直輸送拡散モデルでは、土壤中体積含水率等の環境要因の変動に伴う地表ラドンフラックスの時空間変動を考慮する必要があることが示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ラドン、鉛直拡散輸送過程、炭素循環、土壤起源トレーサー

【テーマ題目9】リモートセンシングデータの利用による海洋表層フラックスの予測手法の開発（部門内部グラント交付金）

【研究代表者】永翁 龍一

（環境流体工学研究グループ）

【研究担当者】永翁 龍一（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究開発は、海洋表層における大気と海洋との間での熱や物質の交換速度を、海洋表層の流体力学的な特性のみから評価する手法を提案することを主たる目的としている。

従来、海洋表層での熱や物質の交換速度の評価では、海水中の温度分布や物質の濃度（海水中での分圧）の測定が不可欠であったため、実海域での多点計測に膨大な時間がかかり、データの蓄積の容易さにおいて難点があった。本研究開発では、人工衛星からのリモートセンシングによって計測される海洋表層の流体力学的な特性のみを利用する手法を確立し、広範囲な実海域での熱や物質の交換速度の評価を従来の手法よりも容易にすること、また熱・物質交換速度の多点計測を可能にして、十分な量のデータを蓄積することを最終目標として、手法確立のための基礎研究を実施した。

平成18年度は、海洋表層に出現する流体力学的な特性

値の中でも表面発散と呼ばれる特性値に注目した。計算機によって近似的に再現された海洋表層近傍の流体力学的なモデル乱流場を利用し、そのモデル場から表面発散を算出し、統計的な処理を行うことによってその分布の持つ代表長さスケールや代表速度スケールなどを決定した。また海洋表層における熱・物質の交換速度を同時に計算し、その両者の関係性を評価した。

以上の研究を行うことによって、海洋表層での乱れが十分強い場合には熱・物質の交換速度は表面発散の統計的な処理によって得られた代表時間スケールの1/2乗に比例することがわかった。この関係は、表面更新モデルと呼ばれる、海洋表層の流体がその運動によって入れ替えられる速度から熱・物質交換速度を予測するモデルから得られる関係式と一致することも明らかとなった。また熱・物質交換速度を決定する流体力学的な運動の代表長さスケールは、海洋表層に形成される乱流境界層とほぼ同じであり、比較的大規模な流体運動が熱・物質交換速度を決定することが示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】海洋乱流、物質交換、計算機シミュレーション、リモートセンシング

【テーマ題目10】放電場における固体表面上の活性酸素種・中間種の解明の研究、(部門内部グラント交付金)

【研究代表者】二タ村 森 (励起化学研究グループ)

【研究分担者】尾形 敦、金 賢夏 (常勤職員2名)

【研究内容】

本年度は、触媒表面上における放電の様子を観察するため「対物レンズ-Cマウント-イメージインテンシファイヤ (Image Intensifier、以下 I. I.) -リレーレンズ-デジタル1眼レフカメラ」で構成されるシステムを構築した。これまで、微弱な光を発する放電プラズマの様子をカメラで撮影するためには60~120秒程度の長い露出時間が必要であった。このような条件では、数多い単一放電が重なった平均画像しか得られないため、持続時間が短い放電プラズマが固体表面に与える影響を詳しく調べるには不十分である。I. I. は微弱な光を効率的に増幅できるため、短い露出時間で放電プラズマの様子を撮影することができる。今年度は上記のシステムの組み立てとともに、ゲイン、露出時間、及びカメラの設定条件等について検討した。このシステムを用いることにより露出時間がこれまでより3桁ほど小さい10~20 msec で放電プラズマの様子を撮影することに成功した。今後さらに、高速ゲーディング装置を導入することにより、固体触媒表面に発生する放電プラズマの経時変化様子と触媒活性との相関に関するビジュアル情報を収集する予定である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】放電、活性酸素種、触媒

【テーマ題目11】VOCの高効率分解に関する研究 (外部資金及び運営費交付金)

【研究代表者】二タ村 森 (励起化学研究グループ)

【研究担当者】二タ村 森、尾形 敦、菅澤 正己、永長 久寛、金 賢夏、門 宏超、寺澤 知之 (常勤職員5名、他4名)

【研究内容】

揮発性有機化合物 (VOC) 排出量を平成22年度において平成12年度比3割削減するという目標を達成するため、主に中小固定排出源用の VOC 分解装置の開発指針を得ることを目標とする。有害物質処理技術研究開発では、低温プラズマ法、光触媒法、オゾン酸化触媒法等の特徴を有機的に結びつけた高効率・簡易型除去システム的确立を目指す。固定発生源由来複合揮発性有機化合物分解技術に関する研究では、代表的な VOC としてトルエン、ジクロロメタン、メタノールを選定し、低温プラズマ触媒複合反応器によりエネルギー効率の向上と有害副生成物の生成抑制を図る。低温プラズマと光触媒の複合反応器による揮発性有機物の高速・高効率処理技術の確立に関する研究では、種々の触媒と低温プラズマとを複合化させて反応器の性能を向上させ、最適な運転条件に関するデータを取得する。放電場における固体表面上の活性酸素種中間種の解明の研究では、触媒表面上に生成した化学種を同定して、反応機構を解明する。

有害物質処理技術研究開発では、オゾン酸化触媒の低温プラズマ反応器内への配置により、十分なオゾンが発生していてもベンゼン酸化が促進されないことが確認された。オゾン酸化触媒の高度化については、担持マンガ酸化物を種々の条件下でベンゼン酸化に適用した結果、疎水性ゼオライトに酢酸マンガンを含浸担持することにより、単核マンガ種を得ることができた。この触媒の活性が室温において水蒸気存在下でも維持されることを確認した。

固定発生源由来複合揮発性有機化合物分解技術に関する研究では、トルエン、メタノール、ジクロロメタンの低温プラズマ分解を実施し、水の添加効果について検討したところ、VOC の化学構造によらず水は転化率に対して負の効果を示すが、CO や CO₂ の生成は促進することを明らかにした。水から生成する OH ラジカルのような単独化学種により VOC の分解挙動を説明することは困難であるため、不揮発性中間体と水との化学的な分子間相互作用が増幅されて CO_x 生成が促進されたものと考えられる。同軸型の無声放電反応器や浴面放電反応器内に装入した MnO₂ はトルエン転化率、CO_x 収率ともに増大させた。in situ オゾン濃度との相関から、必ずしも分解オゾン量とトルエン分解率の増分とは整合していない。無声放電型反応器と浴面放電型反応器のオゾン生成能、MnO₂ のオゾン分解能だけでなく、触媒表面上に生成する酸化触媒種の寄与が反応器のタイプに依存する可能性も考慮しなければいけない。

低温プラズマと光触媒の複合反応器による揮発性有機物の高速・高効率処理技術の確立に関する研究では、酸化チタンの吸着能力が低いものの、触媒効果が大きい特性を示すことを明らかにした。これに対して、ゼオライトは吸着特性に優れていた。また、VOC分解除去における副生成物のうち、酸化の難しい一酸化炭素の酸化触媒としてAu/TiO₂の活性について検討した。低温プラズマ中に失活した触媒の再生に酸素プラズマあるいはオゾン処理が有効であることを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 揮発性有機化合物 (VOC)、低温プラズマ、光触媒、オゾン酸化触媒、吸着剤、濃縮、分解

【テーマ題目12】 繊維状メソポーラスシリカの合成法に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】 小菅 勝典 (吸着分解研究グループ)

【研究担当者】 小菅 勝典、菊川 伸行、久保 史織 (常勤職員3名)

【研究内容】

目標:

繊維状多孔性シリカの細孔径、繊維長、表面特性等を制御し、かつ安定的な品質の製品を得るための合成条件の精度を高める。

年度進捗状況:

攪拌反応条件並びに一定の温度範囲における界面活性剤の性質を利用することによって、添加物を用いずに、メソ細孔径3~13 nm の広い範囲で均一細孔径を持つと同時に長さを制御した、種々のナノ及びマイクロ形態を有する繊維状多孔性シリカ粒子が合成可能であることが明らかとなった。この合成方法によって、これまでに全く報告例のないメソ細孔8 nm さらには10 nm を有する純粋なシリカ成分の大細孔径の繊維状多孔性シリカ粒子が得られた。さらに、1,000℃以上の高温においても繊維状形態を保持したまま、比表面積100 m²/g 以上の繊維状多孔性シリカ粒子や、無孔性のシリカ繊維が作製可能である。また、熟成時間を変化させることによって、細孔特性パラメータを制御することが可能で、異なる細孔径を持った繊維状多孔質シリカ粒子が作製できることが分かった。研究成果は、2007年の新機能材料展で公表し、次年度以降は繊維状多孔質シリカ粒子を利用したシート化サンプルの作製・用途開発、さらに秘密保持契約に基づく他企業における研究開発へと進展する予定である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 多孔体、シリカ、繊維状、合成

【テーマ題目13】 廃プラスチックの革新的リサイクル技術

(1) 廃プラスチックの溶媒可溶性回収技術 (運営費交付金)

(2) プラスチック廃棄物の資源化方法と装置開発 (運営費交付金、資金提供型共同研究、民間企業との共同研究)

【研究代表者】 加茂 徹 (吸着分解研究グループ)

【研究担当者】 加茂 徹、小寺 洋一 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

(1) 廃プラスチックの溶媒可溶性回収技術

目標:

マイクロ波を吸収し、温和な条件下でポリウレタンを効率よく可溶性化できる混合溶媒を検討する。

年度進捗状況:

エチレングリコールは50~100℃付近では非常に良くマイクロ波を吸収するが、溶媒温度が高くなるに従ってマイクロ波吸収量は急激に減少し、沸点付近までエチレングリコールをマイクロ波で加熱することはできなかった。しかしエチレングリコールに水酸化ナトリウムを0.1~1%程度添加すると100~200℃までのマイクロ波吸収が飛躍的に改善されることを見いだした。

すなわち、本研究により、水酸化ナトリウムを0.1~1%程度添加したエチレングリコールを発泡ウレタンに噴霧しながらマイクロ波を照射すると、極めて短時間に発泡ウレタンの減容化できることに成功した。

(2) プラスチック廃棄物の資源化方法と装置開発

目標:

各種プラスチック含有廃棄物について低エネルギー消費型で環境負荷物質排出低減処理を実用化する。

年度進捗状況:

廃棄物事業者の実態調査などをもとに、資源化に必要な装置の規模や性能などの仕様を明らかにするとともに、革新的資源化プロセスの実用化に取り組んだ。とりわけ、1) 脱塩素・夾雑物除去、2) 高速油化、を中心課題に研究を実施した。脱塩素は熱重量分析などの結果、ポリ塩化ビニルの脱塩素化水素反応が完結する温度であり、しかもポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレンの主要な汎用樹脂の分解があまり起きない350~380℃の温度域で実施するのが、脱塩素の鍵となることが明らかになった。逆にこれ以上の温度では分解で生成したオレフィン類に塩化水素が付加し、有機塩素化合物が生成すること、また、これらの有機塩素化合物を燃焼させるとダイオキシンが生成することを確認した。高速油化については、スクリー形状について検討した。これまでのシングルスクリーではなく、高粘度な溶融物が多い場合、スクリーへの溶融物の付着さらには炭化固着が懸念される。二軸スクリーにより、その危険性が回避されると期待されることから、検討を行い、設計を行った。一方、試料導入についても、容器包装プラスチック破砕品、農業用フィルムの破砕物、自動車シュレッダーダスト有機成分破砕物について、二軸スクリー式試料導入器の性能を確認した。農業用フィルムについてはホッパーか

らスクリーへの試料の噛みこみに課題があることが分かったが、ホッパー内容物への展圧で噛みこみの問題を回避できる見通しがついた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 廃プラスチック、リサイクル、減容化、油化、燃料ガス化、マイクロ波、ポリスチレン、ポリプロピレン、エポキシ樹脂、ポリウレタン、発泡ウレタン

〔テーマ題目14〕 触媒担持型電気集塵装置の開発（運営交付金）

〔研究代表者〕 小渕 存（浄化触媒研究グループ）

〔研究担当者〕 小渕 存、内澤 潤子、大井 明彦（常勤職員3名）

〔研究内容〕

電気集じん方式のディーゼルエンジンから排出される粒子状物質（PM）の処理装置について、サイクロン方式とは異なる二次 PM 捕集技術を検討した結果、電気集じん後の粗大化した PM（二次 PM）が金網型の粗いフィルタでかなり捕集できることを確認した。また、走査型パーティクルサイザーを用いてナノ粒子に対する除去効果を把握した結果、粒径が小さい PM ほど捕集率が高いことがわかった。すなわち、PM 捕集率は、粒径 200 nm で約80 %であったのに対して、粒径20 nm では約98 %に達した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ディーゼル車、粒子状物質、DPF、触媒、電気集じん

〔テーマ題目15〕 超微細気泡と触媒を利用した水中有害物質の分解（運営交付金）

〔研究代表者〕 中山 紀夫（浄化触媒研究グループ）

〔研究担当者〕 中山 紀夫、小渕 存（常勤職員2名）

〔研究内容〕

超微細気泡（マイクロバブル）と触媒を併用した水中有害物質の高効率分解処理技術の開発を目標とする。今年度は、Cu 等の金属触媒、及び Pd-Cu バイメタル等の合金触媒と、H₂（純水素）マイクロバブルを併用することによる水溶液中の硝酸、亜硝酸イオン分解効果を検証した。その結果、直径約20 μm の高濃度（2000～3000個/cm³程度）H₂マイクロバブル水溶液を調整できるマイクロバブル発生装置を製作し、電気化学的手法によりこの水溶液の H₂還元電流が通常の気泡を通じた水溶液の数倍程度大きく、優れた還元能力を有することを明らかにした。またフィルタカートリッジに硝酸イオン分解用の Pd-Cu バイメタル合金触媒を付着させてこれに H₂マイクロバブルを含む水溶液を通水し、水溶液中の硝酸イオンを分解する実験システムを製作し、硝酸イオンが分解可能であることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超微細気泡、マイクロバブル、水素、有害物質、分解、硝酸、亜硝酸

〔テーマ題目16〕 電気化学的手法を用いた土壤中重金属イオンの in-situ 測定手法の研究（運営交付金）

〔研究代表者〕 中山 紀夫（浄化触媒研究グループ）

〔研究担当者〕 中山 紀夫（常勤職員1名）

〔研究内容〕

当研究グループでこれまでに開発した電気化学式ベントナイト用重金属イオンセンサーについて、一般土壤に適用可能な各種改造・性能検証実験を行い、金属製構造材量の腐食状況及び土壤汚染状況の監視用、並びに土壤汚染修復作業モニター用の in-situ 測定手法としての提供を図る。今年度は、試作・改良中の円筒型センサーを用い、豊浦標準砂中に含浸させた10⁻³ M 前後の Zn イオン水溶液について、その濃度増大とともに出力信号が増大することを明らかにし、土壤汚染修復作業モニター用の in-situ 測定手法としての基本的な機能を確認した。この実験結果に基づき、さらに感度、再現性の向上を図った形状のセンサーを設計、製作した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 電気化学、土壤、重金属イオン、センサー、腐食、亜鉛

〔テーマ題目17〕 水・土壤の高度浄化技術の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 辰巳 憲司

（浄化機能促進研究グループ）

〔研究担当者〕 辰巳 憲司、市川 廣保、飯村 洋介、

森本 研吾、澤田 章、

和田 慎二、ロナルド ナバロ

（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

有害化学物質リスク削減のため、省エネ・低環境負荷型土壤修復技術の研究と、省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究を行った。省エネ・低環境負荷型土壤修復技術の研究では、POPs に代表される疎水性有機汚染物質の移動促進剤の探索、環境浄化に適した組み換え植物の創製、界面導電現象を利用した土壤浄化の研究を行った。

移動促進剤の探索の研究では、界面活性剤、多糖類などの水溶液による多環芳香族化合物（フェナントレン、アントラセン、ピレン）の溶解度に対する効果を検討した。まず、多環芳香族化合物（フェナントレン、アントラセン、ピレン）の結晶を試験管にとり、シクロデキストリン（β-CD、γ-CD）及び DNA 水溶液を加えて1日間振盪する。未溶解の結晶を遠心分離して除去した上澄液にヘキサンを加えて振盪抽出する。ヘキサン相中の多環芳香族化合物濃度を GC/MS により測定した。その

結果、DNA 水溶液ではフェナントレン、アントラセン、ピレンの全てについて溶解度が著しく向上した。シクロデキストリンでは一部で溶解度の向上が見られたが、DNA ほどの効果は見られなかった。

環境浄化に適した組み換え植物の創製の研究では、これまでに草本類で有害化学物質を除去し得る組換え植物の作出に成功しているが、本年度は、さらに木本類（樹木）においても同様の機能を保持させることに成功した。具体的には、担子菌カワラタケ由来のマンガン・ペルオキシダーゼ遺伝子をポプラに導入した。選抜した組換えポプラは活性型のマンガン・ペルオキシダーゼを生産しており、その酵素はカワラタケ由来のものと同様に免疫学的に同一であることを確認した。また、その組換えポプラはペンタクロロフェノールを除去する能力を有することを確認した。また、商用ベースに乗せるために必要である、ハイパーアキュムレーターの不稔性株の取得に成功し、さまざまな環境条件においても適用可能であることを実証した。

界面動電現象を利用した土壌浄化方法では、汚染箇所の原位置にて有害有機化合物を分解し、有害金属を溶出させることで複合汚染土壌を浄化できる方法の開発を目指した。本年度は、汚染土壌内の有機炭素含有量が分解効率に影響を及ぼすことを明らかにした。また、錯形成剤についても検討し、その結果、有害重金属は溶出させるが、土壌主要成分の溶出量が少なキレート剤を見出すことができた。

低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究では、プリント基盤工場から排出されるレジスト廃液や、高濃度のフッ素・ホウ素を含む廃液について、効率的に濃縮、処理する方法を開発した。蒸留して濃縮を行う際は、できるだけ含水率が低められることが好ましいが、含水率を低めすぎたり、高温で処理したりすることにより、蒸留残渣が蒸留容器の表面に強く固着し、残渣の取り出しが困難になることが多い。そこで、乾燥面に残渣が固着するのを防止する薬剤を開発し、従来法に比べ簡便な減圧濃縮法を確立した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】DNA、シクロデキストリン、ファイトレメディエーション、ハイパーアキュムレーター、界面動電現象、多環芳香族化合物、重金属

【テーマ題目18】省エネルギー型廃水処理技術の開発に関する研究

（運営費交付金、国際共同研究推進資金）

【研究代表者】高橋 信行（融合浄化研究グループ）

【研究担当者】高橋 信行、上樹 勇、山口 文男（常勤職員3名）

【研究内容】

ベトナムでは近年の急速な工業化にともない繊維・染色業が基幹産業となっており、染色廃水量が年数10%の割合で急増しているが、処理されて環境中に放流される量は全体の僅か10%程度であり、発生源での未然防止対策が重要な課題となっている。このような背景から、オゾン処理と生物処理の併用による省エネルギー型廃水処理技術のベトナムへの普及を視野に入れつつ、染色廃水処理現場への応用に際しての効率化の検討を行った。オゾン・生物処理を実際の染色廃水処理現場へ応用するには、原材料の処理性の評価が不可欠であることから、製造工程中で使用されている各種原材料のオゾン処理及び生物処理に対する分解特性を検討した。その結果、原廃水中の難オゾン分解性物質としては、オゾンと反応性が無い酢酸や $\Delta O_3/\Delta DOC$ の大きいPVAや平滑剤（ノニオン）が、難生物分解性物質としてはBOD₅/DOCの小さいPVA、キレート剤、染料、Fix剤などが推定できた。このことから、被染色材料由来のPVAはオゾン処理並びに生物処理の両者に対して難分解性であり、オゾン・生物処理後にも残留する可能性が高いことが推察された。次に、この原材料を使用している当該事業所の原廃水を対象にしてオゾン処理→生物処理→砂ろ過を行い、各処理工程後の処理水を対象に、全有機ハロゲン化合物生成能の変化から安全性の評価を行った結果、原廃水での初期値は各処理工程を経るにしたがって減少しており、処理水の安全性向上が確認された。

ベトナムへの技術の普及に関しては、現地染色事業所（Nam Long Textile Company、主に反応性染料を使用して糸・布染めを実施）の工程廃水及び最終放流水を対象に、ベトナムからの招聘研究者とともに水質特性の把握及び放流後の特性変化を把握することで、水質分析方法及び安全性評価方法を教示し、技術研修を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】難分解性有害物質、染色排水、オゾン処理、生物処理、色度、生物分解性

【テーマ題目19】環境調和型素材設計と評価（運営費交付金）

【研究代表者】大矢 仁史

（リサイクルシステム評価研究グループ）

【研究担当者】大矢 仁史、日比野 俊行、

古屋仲 茂樹（常勤職員3名、他6名）

【研究内容】

静脈側の技術開発としては、アクティブ粉砕技術開発として単体分離前の基板の破壊形式の解明や単体分離を大きく保ったままの銅粒子が最大粒径となる粉砕条件の検討など銅回収の前処理に必要な条件についての実験を行い実用化に必要なデータの蓄積を行った。動脈技術開発としての層状複水酸化物を媒介としたリサイクルによるリスク削減の研究では、層状複水酸化物を用いた陰

イオン吸着剤の開発など、層状複水酸化物の基礎研究を実用化に結びつけるための研究開発を行った。

社会的評価技術としては、北九州エコタウンでのリサイクル技術ニーズ調査結果から、北九州エコタウン企業でのラウンドテーブルディスカッションにより、フラットテレビと国際資源循環にテーマを絞り、九州経済産業局、北九州市役所や産総研九州センターの協力を得ながらプロジェクト化を目指す研究体制の検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】循環型社会、リサイクル、システム化、実用化、動脈産業、静脈産業

【テーマ題目20】使用済み無電解ニッケルめっき液からのニッケルリサイクル（運営費交付金）

【研究代表者】田中 幹也

（金属リサイクル研究グループ）

【研究担当者】田中 幹也、成田 弘一

（常勤職員2名）

【研究内容】

使用済み無電解ニッケルめっき液中のニッケルを回収、再使用するためにミキサーセトラー抽出装置を用いた連続操業条件を確立することを目的とした。具体的には、ベンチスケールでの有機相と水相の流速とニッケル回収率の関係を、ミキサー内の流動特性も考慮した抽出モデルでシミュレーションすることを検討した。これと併行して、実機での試運転並びに回収ニッケル塩を用いたリサイクルめっき液の評価を行った。その結果、実験結果を精度良く再現できる数値シミュレーション方法を確立した。また、実機の試運転によりニッケルが回収できること、並びにリサイクルめっき液によるめっき特性も試薬から調製しためっき液と同等であることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】無電解ニッケルめっき、溶媒抽出、リサイクル

【テーマ題目21】中容量ダスト測定法の研究（運営費交付金）

【研究代表者】小暮 信之（粒子計測研究グループ）

【研究担当者】小暮 信之、島本 聡

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

数10 mg/m³N以下の低濃度ダスト測定で問題となっている測定時間の長期化と測定精度の低下等の問題点を解決するため、100～200 L/minのISO準拋形大容量ダスト試料採取システムを試作検討し、低濃度ダスト測定における簡易・迅速化技術を確立する。また、JISのISO整合化で課題になっているJISの等速吸引自動式システムをISOに提案するため、ISO改正原案を検討して作成する。

本研究の最終年度は、昨年度新たに試作した普通形自

動式測定システムの吸引装置をターボブロワからダイヤフラムポンプに交換し、等速吸引の迅速な流量制御を可能にする比例電動バルブ方式を採用した結果、重油燃焼ボイラにおける実証試験で、最大吸引流量約240 L/minまで瞬時の自動吸引制御が可能なることを明らかにできた。また、平衡形手動式と普通形自動式の両測定システムについて、最終的な実用化試験を重油燃焼ボイラとセメントキルンにおいて実施し、両測定システムの実用化を完成させた。この結果、両測定システムをISOに提案できることが確認できたため、ISO改正修正案（Draft Proposal for Revision of ISO 9096/ISO 12141）を検討し作成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】低濃度ダスト、簡易・迅速測定法、大容量試料採取法、平衡形試料採取法、普通形自動試料採取法

⑱【環境化学技術研究部門】

（Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry）

（存続期間：2004.5.1～）

研究ユニット長：島田 広道

副研究部門長：浜田 秀昭、原谷 賢治

総括研究員：関屋 章、竹内 和彦

所在地：つくば中央第5、つくば西、関西センター

人員：85名（83名）

経費：1,270,736千円（495,471千円）

概要：

1. ミッション

本研究部門では、持続発展社会を実現するために、①環境負荷物質（主として有害物質）排出の最小化、②エネルギー効率の向上・温室効果ガスの排出量削減、③有限資源から循環型資源への原材料転換、の三つの技術目標を掲げ、分離、合成、転換等、化学及び化学工学の展開が大きな役割を果たす産業技術の研究開発を進める。この際、長期的観点から、上記最終ゴールを目指す画期的産業技術の研究開発と、短・中期的観点から既存産業の環境負荷低減技術及びエネルギー効率向上技術の研究開発をバランス良く進める。

2. 研究の概要

1) 反応・触媒・プロセス技術

長期的には化学及び化学工学とバイオテクノロジーとの融合による、資源転換、排出物無害化を目指す。短・中期的にはわが国産業の将来像を見据え、国内立地可能な高付加価値製品を中心とした製造技術を対象とする研究開発を行う。また、

我が国総体としての温室効果ガス排出削減目標達成のため、既存反応プロセスの大規模省エネルギー技術の研究開発を進める。また、社会ニーズの強い環境浄化技術・省エネルギー技術についても研究開発を行う。

2) 材料技術

長期的には、現在の化成品の原材料が順次石油系からバイオ系に変遷することを想定して、研究開発戦略を策定する。短・中期的には、バイオベース材料の応用範囲拡大のための研究開発、実用化を視野に入れつつ進めるべき生物由来材料（バイオマテリアル）の研究開発に注力する。また、ニーズの強い低環境負荷型材料についても受託費等を活用して研究開発を継続する。

以上の観点で、本研究部門では、下記の重点研究課題を選定する。

- ①生物由来原料を用いる化学製品・製造技術
- ②副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術
- ③分離技術等を応用した省エネルギー型化学プロセス技術
- ④環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術
- ⑤大気環境改善を実現し省エネルギーに貢献する排ガス浄化技術

3. 体制・運営

1) 体制・運営に関する工夫・努力

本研究部門は産業技術総合研究所の研究ユニットとして研究業務を実施し、その成果を社会に還元すべく技術指導及び成果の普及活動を行う。したがって、職員には、まず、主として公的資金によって運営される公的組織の一員であることを自覚することが求められる。具体的には、研究資源の利用にあたって、法律を遵守することはもちろん、公共性、公正性、透明性を確保しつつ、可能な限り高い効率で研究成果を達成することを意識し、これを社会に還元するよう努めることが求められる。ついで、産総研の一員として基本方針、各種規程・ポリシーを十分に理解し、ミッションに沿って産総研の成果を最大化するよう活動することが求められる。

2) 本格研究の考え方

本研究部門における多くの研究は第二種基礎研究、すなわち既知の知識の融合・適用によって社会・産業ニーズに応えようとする研究と位置づけられる。一方、第二種基礎研究の中における位置づけとしては、ともすれば論文・特許等、目に見えやすいアウトプットが現れやすい、開発研究からやや距離を置いた位置に止まりがちとなっている。産業界の研究開発ポテンシャルに疲弊が見ら

れる現状を踏まえ、本研究部門では第二種基礎研究における上流から下流まで、すなわち第二種基礎研究のシーズから開発研究の導入部までを実施する。また、第一種基礎研究については、第二種基礎研究を実施中にしばしば得られる未知現象の原理解明を中心とし、真に新たな技術シーズにつながる可能性のある課題を主対象として実施する。

3) ユニット間連携の推進

環境・エネルギー分野に限らず、全研究ユニットとの連携を積極的に推進することを基本方針とする。一方で、研究ユニット間の連携は自然発生的に生まれ・育つとは限らないことから、研究者に有用と考えられる他研究ユニットの情報を連絡し、ユニット間連携を促す。特に、ともにグリーン・サステナブル・ケミストリーに関わる研究開発を担うコンパクト化学プロセス研究センターとはシンポジウムの共催、合同研究交流会等の機会を積極的に設ける。また、バイオテクノロジーと化学技術の分野融合による研究課題発掘を目的として、平成18年度採用の融合分野枠研究者を中核として生物機能工学研究部門、ゲノムファクトリー研究部門との交流を図る。さらに、従来から研究者間での情報交換が行われている「低公害ディーゼル利用システム」については、新たな研究センターの設立を目指して、エネルギー技術研究部門、環境管理技術研究部門との連携を強化する。

4) 産学連携・知的財産の考え方

本研究部門では、産総研研究者のオリジナルな成果を核とした技術の研究開発及びその展開を最も高い優先度で推進する。このような課題の研究実施に当たっては、基本特許となるべき発明を単独で行うことを最優先とし、強固な知的財産権を確立した後、共同研究等を通じて技術移転、産業化を進める。一方、本研究部門が進めようとする技術領域の課題のうち、特に集中的研究実施体制が効果的と考えられる社会・産業ニーズの大きい課題については、早期の段階から国家プロジェクトあるいは資金提供を受けた研究コンソーシアム等を通じた共同研究体制により加速的に推進する。この場合、技術シーズすべてが産総研オリジナルでないケースも想定されるが、産総研のミッションが産業技術向上への直接貢献であることを踏まえ、さらなる知的財産権の獲得を目指しつつ、技術展開における中核的役割を果たす。個別ニーズに応える産業技術の研究開発課題については、競争関係にある民間企業との適切な関係を保ちつつ、早期の技術完成化を目指した受託研究、共同研究を推進する。

外部資金：

- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化対策費 エネルギー使用合理化技術開発委託費 ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化対策費 エネルギー使用合理化技術開発委託費 ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発 省エネルギー型グリーンプロセス研究開発
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化対策費 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費 低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発 NO_x・PM 排出抑制技術開発
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化対策費 エネルギー使用合理化技術開発委託費 ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発 高効率冷媒合成・利用技術
- ・文部科学省 科学研究費補助金（若手 B） 新規な炭素-硫黄結合開裂酵素の機能解析と脱硫酵素の分子進化に関する研究
- ・文部科学省 科学研究費補助金（若手 B） ナノポーラスカーボン膜を利用したバイオエタノールの高効率分離濃縮技術の開発
- ・文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B） 有機リン類合成のクリーン化、高度化及び化合物の機能化
- ・文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B） 水素化脱硫触媒の XAFS 及び IR 同時測定による in-situ 多次元構造解析
- ・文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B） 反応場の精密制御による窒素酸化物直接分解触媒の設計
- ・文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C） 水中有機合成用新規耐水性ミセル型触媒の開発
- ・文部科学省 科学研究費補助金（特定） 過酸化水素を用いるアルケンへの環境調和型酸化反応の開拓
- ・経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 無機ナノ多孔性ろ過膜による高効率ろ水リサイクルシステムの開発
- ・経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 超高精細 LCD を実現する発光ガラスパネルシステムの開発
- ・経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 改質ポリ乳酸の創製及びそれらの射出成形・加工技術の開発
- ・日本学術振興会 (JSPS) (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 C-H 活性化に基づく元素リンからの有機リン類の直接合成
- ・日本学術振興会 (JSPS) (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 光電変換高効率化に資するチタニアナノチューブの基礎物性に関する研究
- ・日本学術振興会 (JSPS) (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 ケイ素配位子による遷移金属錯体の反応性制御
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 有機 EL ディスプレイ用燐光材料の迅速探索システム
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 ホスホロイル基の高分子骨格への直接導入による有機材料の耐燃化
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 低温ラジカル活性化による炭化水素の気相選択酸化反応プロセスの開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 均一系触媒の耐水性化による新規水中触媒プロセスの開発とそのメンブレンリアクターへの展開
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 バイオサーファクタントをリガンドとした有用タンパク質の高効率分離システムの開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 低環境負荷、高洗浄性能、安全性を兼ね備えた工業洗浄剤の開発研究
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 耐熱性・耐衝撃性に優れたバイオベース ABS 代替材料の開発とリサイクル特性評価
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

- 産業技術研究助成事業 電場印加液相プロセスによる規則性メソ多孔体の三次元集積化・高機能モジュール化技術の開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 マイクロ波を駆動源とするバイオベースポリマーの高効率製造技術開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 環境先進型界面活性剤の製造・利用技術の高度化
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 ナノ構造制御カーボンによる次世代型 VOC 除去モジュール
- ・経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究
- ・経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）廃水中の POPs の高効率回収及び無害化処理に関する研究
- ・経済産業省 技術振興課委託費 平成18年度エネルギー使用合理化技術開発等委託費 ミニマム・エナジー・ケミストリー技術研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的ノンフロン系断熱技術開発に関する先導研究次世代断熱発泡剤に関する先導研究
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 非フェノール系樹脂原料を用いたレジスト材料の開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 デュアルメンブレンシステムによるガソリンベーパー回収装置の開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（革新的部材産業創出プログラム 新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム）／「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 膜分離プロセス促進型アルコール生産技術の研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 地球温暖化防止新技術プログラム/高効率高温水分離膜の開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発/実用的な性能評価、安全基準の構築/『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価手法並びに安全基準の構築
- ・その他（経済産業省経由） 基準認証研究開発事業 基準認証研究開発事業「微生物酸化分解試験法」におけるシステムの炭素バランスの解析

発表：誌上発表177件、口頭発表402件、その他40件

精密有機反応制御グループ

(Organic Reaction Control Group)

研究グループ長：佐藤 一彦

(つくば中央第5)

概要：

21世紀の化学産業を、地球環境保全と両立させつつ発展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷を低減し、汚染を未然に防止する必要がある。なかでもファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃棄物が多く出る E ファクターの高い反応の効率化と選択性向上が求められている。当グループは、1) 新しい触媒反応系開発として、環状炭酸エステル合成用ビスマス触媒の開発を継続するとともに、不斉反応への応用が期待できる新規キラルビスマス化合物の合成に成功した。二酸化炭素を原料とするヒドロホルミル化反応において、触媒をイオン性液体に固定化することにより、揮発性有機溶媒を不要にし、また触媒を繰返し再利用することを可能にした。メントキシフェニルホスフィナートの立体特異的変換に成功し、P-キラリティーリン化合物の新規合成法を開発した。また、バイオマス原料の一つである糖類からのレブリン酸合成において、ヘテロポリ酸を触媒として用いることにより、従来の合成法と比べて低温かつ少ない触媒量で収率良く反応が進行することを見いだした。2) ハロゲンフリープロセスとしては、塩素ガスを使わない方法により、含窒素硫黄複素環化合物であるイソチアゾピリジン類の新規合成に成功した。ビニルリン類とオレフィン類の共重合による新規含リンポリマーの合成法を開発し、得られたポリマーは高耐燃性を有することが明らかとなった。3) マイクロ波を用いる有機 EL 用イリジウム錯体の合成について、2-フェニルピリジン配位子へ電子吸引性基を導入し、反応促進効果を明らかにした。マイクロ波照射がフェナジン等の芳香族化合物の H-D 交換反応に有効なことを見い

でした。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5

分子触媒グループ

(Molecular Catalysis Group)

研究グループ長：安田 弘之

(つくば中央第5)

概要：

当グループでは、分子触媒を中心に精密に構造の制御された触媒と、超臨界二酸化炭素、水などの反応媒体、マイクロ波、光などのエネルギー供給手段を効果的に組み合わせた、効率のかつ環境に優しい有機合成プロセス技術の開発を目指している。また、分子触媒の回収リサイクルを重視し、ナノ多孔体やデンドリマーへの固定化、相間移動を利用した触媒分離についても検討を行っている。合成目標としては、基礎化学品もその範疇であるが、ファインケミカルズを重視している。研究を進めるにあたってのキーワードは、高効率（高速、高選択性）、低環境負荷（ノンハロゲン、有機溶媒フリー）、再生可能資源等である。具体的には、二酸化炭素を原料とする炭酸エステル合成、オレフィンからのエステル合成、クロスカップリングなどの既知反応に対する新たな高効率触媒系の開発を行うとともに、新反応の開拓にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目2

固体触媒研究グループ

(Heterogeneous Catalysis Research Group)

研究グループ長：藤谷 忠博

(つくば西)

概要：

環境保全のため、燃焼器や化学プロセスから排出される NOx を除去する革新的触媒システムの開発及び分子状酸素を酸化剤とするクリーンな選択酸化反応のための高性能酸化触媒の開発が不可欠となっている。当研究グループでは、触媒設計の観点で、NOx を始めとする有害物質を除去する触媒及び高選択酸化に対する新規触媒の開発を目標としている。NOx 除去触媒の開発においては、新長期規制後に導入される新たなディーゼル車排ガス規制に対応するための触媒システム技術の開発を検討した。また、高選択酸化触媒の開発については、水素と酸素の共存下の気相一段反応において、高い選択率でプロピレンオキシドを合成するため、触媒技術と水素選択透過膜技術と融合させた爆発の危険性の無く高収率な新しい反応プロセスの開発を進めた。さらに、In situ XAFS 解析などの高度なその場測定技術も駆使しながら、実用化に向けた触媒の高性能化を目指した。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5

膜分離プロセス研究グループ

(Membrane Separation Processes Research Group)

研究グループ長：原谷 賢治

(つくば中央第5)

概要：

当グループは、有機高分子、セラミックスそして金属までわたる膜素材の合成から製膜・評価技術の確立そして膜応用プロセスの開発と、膜分離の基礎から応用にわたる基盤研究を一貫して行うことにより「膜利用高効率エコ・プロセスの構築」に貢献することを第一の目的としている。また、膜工学研究から派生する応用技術の各種工業界へ展開を積極的に行うことを第二の目的としている。具体的ターゲットを環境関係とエネルギー関係の分野に特定し、「膜利用高効率エコ・プロセスの構築」を目標とし、プロセス設計計算を基にして、新規膜素材の探索・合成及び膜透過・分離機構の解析評価研究、プロセスの評価解析の検討を行っている。平成18年度は省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するために水素を効率よく分離する Pd 系膜及び、低コスト化を目指した非 Pd 系膜の開発研究を行うとともにモジュール化の検討を行った。また、省エネルギー型酸素製造プロセス実現のために、空気から酸素を効率よく分離する膜としてポリフェニレンオキシド (PPO) 誘導体を用いたカーボン膜の開発に初めて成功した。また、VOC 回収膜分離システムの構築のための膜開発、及びシステム化の基盤研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目3

化学システムグループ

(Energy-Efficient Chemical Systems Group)

研究グループ長：大森 隆夫

(つくば中央第5)

概要：

当グループは、より幅広い化学システムを対象とするために、前身である熱利用化学システムグループを発展的に解消して、今年度新たに設置されたものである。化学システムの省エネルギーや環境負荷低減を目指す立場から、構造制御等のマイクロな材料技術から化学プロセス全体を見わたるシステム技術までを一体化して捉え、持続的成長社会の形成に資する研究を展開し、得られた成果を適切な形で発信していくことを目的としている。具体的には、シリカやカーボン等のメソ多孔性材料を利用したシステムにおいて、空調の省エネ化や大気・水の汚染処理等の応用を見据えた研究を展開するとともに、システム化技術として省エネ蒸留分離 HiDiC プロセス・高効率反応分離プロセス・エネルギー物質併産プロセス（コプロダクション）に関する研究をプロセス強化の観点から進めている。これらの研究を通じて、CO₂排出抑制等の地球環境問題の解

決並びに化学産業等の国際競争力強化等に貢献することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 3

バイオ・ケミカルプロセスグループ
(Bio-Chemical Processes Group)

研究グループ長：榊 啓二

(つくば中央第5)

概要：

環境汚染物質の排出抑制や地球温暖化防止には省エネルギー、低環境負荷の化学プロセス、エネルギー生産プロセスの開発が不可欠となっている。そこで、バイオマス等未利用資源の積極的な活用を目的として、適応可能な機能材料化手法や反応分離プロセスを探索するとともに、その際に必要となる要素技術の検討を幅広く行うとともに、これらのプロセスで必要となる新しい環境調和材料や機能性分離膜の創製技術、評価技術及び、その適用技術に関して研究開発を行っている。

具体的には、エタノール選択的透過性を有する高性能なシリカライト膜等を用いて、醗酵エタノールを醗酵槽から連続的・選択的に回収し、エタノールを高濃度に濃縮する基礎技術の検討、電気化学的手法による無機物を膜素材とした製膜法の開発と無機膜の水処理への応用、各種膜素材を用いた相転換法による高性能分離膜の作製、糖蜜からの黒色色素等有価成分の回収等を検討した。

研究テーマ：テーマ題目 1

バイオ・ケミカル材料グループ
(Bio-Chemical Materials Group)

研究グループ長：北本 大

(つくば中央第5)

概要：

持続発展社会の実現には、1) 環境負荷物質排出の最小化、2) エネルギー効率の向上・温室効果ガスの排出量削減、3) 有限資源から循環型資源への原材料転換、などが重要な技術課題となっている。当グループは、特に3) の課題に注力し、バイオ系原料及び各種の生物・化学プロセスを活用した、高付加価値製品の開発技術等に取り組んでいる。具体的には、環境適合性と機能性を併せ持つ新しい材料である「バイオサーファクタント (生物由来の界面活性剤)」の各種産業分野への応用を目指し、酵素や微生物を利用した製造技術の高度化や、用途開拓等を進めている。本年度は、昨年度に引き続き、バイオサーファクタントの生産系について遺伝子・酵素レベルでの解析を進めるとともに、機能開拓の一環としてバイオサーファクタントと有用タンパク質間の相互作用を検討した。その結果、バイオサーファクタント生産菌に対する遺伝子操

作に関わる基礎技術を確立するとともに、異なる構造のバイオサーファクタントを作り出す複数の新規生産菌を取得することに成功した。また、バイオサーファクタントの抗体やレクチンに対する特異的結合を速度論的に解析・評価し、その機能を生かした応用の可能性を明らかにし得た。

研究テーマ：テーマ題目 1

バイオベースポリマーグループ
(Bio-based Polymers Group)

研究グループ長：相羽 誠一

(関西センター)

概要：

持続可能社会の実現のためには循環型資源への原材料転換が急務であり、再生可能なバイオマスから製造されるプラスチック (バイオベースプラスチック) は21世紀のクリティカルマテリアルとして期待されている。これを実現するために当グループにおいては、バイオマス由来原料からのポリマーの製造、高機能化酵素の開発、多糖の機能化などに取り組んでいる。具体的には、新規生分解性プラスチックとしてのポリアミド4の物性を改良するために機能性開始剤を用いて2-ピロリドン重合し、特異構造を有するポリアミドを合成する。また、ポリアミド4のモノマーであるγ-アミノ酪酸をグルタミン酸から製造するための酵素法を開発する。その他、生分解性プラスチックの高機能化、生分解性プラスチックの分解菌の分離・同定、分解挙動解明、バイオマス変換のための微生物探索などを行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

循環型高分子グループ
(Renewable Plastics Research Group)

研究グループ長：国岡 正雄

(つくば中央第5)

概要：

地球環境への負荷を最小にする優れたプラスチックの開発を目標に、①高機能性生分解プラスチックの開発、②バイオマス原料を利用した環境適合型プロセスによる生分解性プラスチックの開発、③生分解性プラスチック評価のためのサンプル調製法、④バイオマス炭素含有率測定法の標準化を検討した。生分解性プラスチックの高機能化としては、共重合やマイクロ波を利用した新規生分解性ポリマーの調製、効率化、実用化を検討した。バイオマス原料を利用した生分解性プラスチックを開発としては、種々のバイオマスをバイオプラスチックへの原料として利活用することを検討した。また、バイオプラスチックに関わる国際標準規格化活動を行っている。生分解性評価用サンプル調製法を国際規格提案した。また、加速器質量分析による

バイオマス炭素含有率の測定法の国際標準規格化を視野に入れたデータ収集を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1

機能性高分子グループ

(Advanced Polymer Group)

研究グループ長：杉山 順一

(つくば中央第5)

概要：

現在使用されている機能性高分子が未達の課題について、ニーズを充足させる機能の高度化を検討するとともに、その製造法についても環境負荷低減を見据えた新しい手法を検討する。AFM チップコーティング剤用途として官能基化ポリプロピレンを合成し、新たな表面特性解析法を確立した。電極材料である全芳香族ポリマーでは、立体障害の大きなポリフルオレン及びフェニレンフルオレン共重合体共役ポリマーの開発を行った。耐熱性電子材料としてケイ素系ネットワークポリマーの合成・成形法を改良し、透明で成形が容易なポリマーを開発した。水中に含まれる有害汚染物質を吸着・除去する目的としたゲル材料の開発として、様々な連続多孔質構造を有するゲルの調整法を検討した。さらに、合成反応場制御による新製造法開発としてマイクロ波加熱を検討し、フルオレンモノマー骨格の簡便な合成や芳香族カップリング反応による重合を検討している。

研究テーマ：テーマ題目2

フッ素化合物合成グループ

(Fluorocompound Synthesis Group)

研究グループ長：田村 正則

(つくば中央第5)

概要：

フッ素化合物は炭化水素などの非フッ素系化合物に比べ安定性、低表面エネルギー性、親和性、生理活性等多くの優れた性質を有しており、この性質を有効に利用することで安全性が高く環境負荷の低い高性能な材料を開発することが可能である。当グループでは、優れたフッ素材料の開発を目指し、フッ素化合物の合成技術の開発を行っている。フッ素材料の工業生産では触媒を用いた気相フッ素化反応がフッ素を導入するための重要な反応であることから、当グループでは気相フッ素化反応における触媒技術として、新規な多孔性金属フッ化物、これをベースとするフッ素化触媒の開発を進め、ヒドロフルオロカーボン合成などへの応用を検討している。また、フッ素化合物の環化反応など候補化合物の合成法開発を進めることで、省エネルギー性に優れた新たな冷媒や洗浄剤の開発に貢献することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目4

フッ素化合物評価グループ

(Fluorocompound Evaluation Group)

研究グループ長：徳橋 和明

(つくば中央第5)

概要：

当研究グループでは、部門の重点6課題の一つ「環境負荷を低減し快適な生活を支える新規部材技術の開発」の一環として、新規フロン代替物質等の環境影響評価、燃焼性評価を行っている。環境影響評価では温暖化係数評価と光化学オゾン生成能の評価に必要な測定法の開発と新規代替物質等の測定・評価を行っている。温暖化係数評価では、大気中における化合物の主要な分解経路である OH ラジカルとの反応速度の測定と GWP 値の算出を行っている。また、大気中での分解挙動や分解生成物の二次的な影響の検討、NO₃やO₃との反応速度の測定と光化学オゾン生成能の評価も行っている。燃焼性評価では、燃焼限界、燃焼速度、及び燃焼熱が重要である。そこで、燃焼限界、燃焼速度等の測定法の開発、及び新規代替物、ノンフロン系冷媒等広範な化合物の燃焼限界、燃焼速度の測定を行っている。また、冷凍空調機器用冷媒の安全性等級の国際規格審議委員会である ISO/TC86/SC8 (冷媒の呼称と安全性等級) に委員を派遣し、国際規格の制定に協力している。さらに、反応速度、分解挙動、燃焼限界、燃焼速度等の予測手法の開発、分子軌道法計算による燃焼熱の推算も行い、環境負荷が小さく安全性の高い代替物の開発に貢献することを目指して研究を進めている。

研究テーマ：テーマ題目4

高機能ガラスグループ

(Advanced Glass Group)

研究グループ長：赤井 智子

(関西センター)

概要：

世界的に廃棄物問題が深刻になる中、容器、家電、自動車に使用されるガラスのリサイクル率向上や有害金属の代替技術をはじめとする環境対応技術開発は急務となっている。本課題では、新規な有害物質代替ガラスをはじめとした低環境負荷型のガラスの開発、ガラスからの金属脱離技術の開発や、ガラスからの金属浸出評価を行っている。また、欧州化学物質規制に対応するためにガラス中の金属不純物の分析方法の標準化を行っている。

もう一つの環境要請として省エネルギー技術の開発があるが、その中で、照明・ディスプレイについては、昨今、省エネルギー化の要請が強くなっている。また、前述の有害化学物質使用規制から照明・ディスプレイの光源として使用される蛍光灯の水銀フリー化への要請も強い。そのため本研究グループでは多孔質ガ

ラスを基材として得られる蛍光ガラスを利用し、紫色LEDを励起源とする省エネ型の無水銀平板光源の開発を行っている。また、水銀フリー蛍光灯に使用されるキセノン励起用の高輝度蛍光体をポーラスガラス粉体から合成する方法を開発している。

研究テーマ：テーマ題目4

高選択酸化技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Fine Oxidation Technology)

連携研究体長：佐藤 一彦

(つくば中央第5)

概 要：

酸化反応は化学品製造の中の最重要プロセスであるが、環境汚染が強く懸念されるプロセスであり、早急に近未来の実用を念頭に置いた環境調和型プロセスへと転換する必要がある。クリーンな酸化剤である過酸化水素を用いた選択酸化技術の開発は、医薬品や電子産業等の成長期待産業用途の化学品製造プロセスでのリスク及び廃棄物削減につながる。本連携研究体では過酸化水素を酸化剤とし、昭和電工株式会社と共同で近未来レジスト材料として有望な二官能性エポキシモノマー原料の100キログラム製造法を確立し、それを原料とする高性能レジストのサンプル製造を実現した。2) 医薬品中間体や香料原料として用いられる不飽和アルデヒド類の選択酸化合成について、前年度に引き続き幅広く触媒のスクリーニングを行い、100 gスケールで90%以上の収率と選択率を達成でき、触媒の回収・再使用も可能な実用的反応の開拓に成功した。

研究テーマ：テーマ題目2

〔テーマ題目1〕生物由来原料を用いる化学製品・製造技術

〔研究代表者〕相羽 誠一

(バイオベースポリマーグループ)

〔研究担当者〕相羽 誠一、山野 尚子、中山 敦好、竹田 さほり、河田 悦和、川崎 典起、国岡 正雄、田口 洋一、廣瀬 重雄、竹内 和彦、田口 和宏、船橋 正弘、長畑 律子、大石 晃弘、榊 啓二、池上 徹、根岸 秀之、羽部 浩、北本 大、井村 知弘、森田 友岳、福岡 徳馬(常勤職員22名、他12名)

〔研究内容〕

原材料転換や、既存化学品に由来する環境負荷の低減を目指し、高機能かつ量産可能なバイオベースマテリアルを開発する。具体的には、バイオマス化学体系の構築を目ざし、バイオマス由来の環境適合型界面活性剤であるバイオサーファクタントの製造法の高度化、その各種産業分野における用途を開拓する。また、基幹化学物質

として有用な低級アルコールの膜分離技術及び、C2-C4のバイオ基幹物質の製造・利用技術を開発する。さらに、バイオベースプラスチックの高機能化のために、耐熱性があり加工温度の低いポリアミドの生産技術、ガスバリアー性の高いプラスチックを開発する。

(バイオマス化学体系の構築)

バイオベース材料の実用化には、製造技術の高度化による生産コストの低減と、その特性を生かした幅広い用途開拓が必須である。そこで、バイオサーファクタントの製造研究では、その量産菌の探索、及び生産に関与する遺伝子や酵素等の解明により、生産収率の向上に注力した。その結果、新しい生産菌を複数獲得するとともに、合成系遺伝子・酵素に関わる基礎的な知見を得た。さらに、企業と連携のもと、実用的な用途開拓を進め、バイオサーファクタントが優れた保湿・柔軟化作用を示すことを見出し、高機能化粧品・皮膚外用剤としての製品化に目途をつけた。

またバイオベース化学製品製造の基盤技術として、バイオアルコールの膜濃縮技術の開発を行った。バイオアルコールを選択的に透過させるシリカライト膜の透過流束向上を目指し、シリカライト層/多孔質ステンレス基板界面に粒径約10 μmのステンレス粒子を永動電着法で薄く配列させる条件について検討した。また、グリセロール及びコハク酸添加がシリカライト膜の分離性能に及ぼす影響について検討し、グリセロールは膜の透過流束のみ低下させ、一方、コハク酸はシリカライト膜の透過流束のみならず分離性能も顕著に低下させた。

(バイオベースプラスチックの高機能化)

グルタミン酸を原料として、エンジニアリングプラスチック用(融点200℃前後、加工温度230℃以下)の生分解性に優れたプラスチックを製造する技術を開発するため、懸濁重合法を用いてポリアミド4製造プロセスの簡略化を検討した。長鎖脂肪酸誘導体を開始剤に用いると媒体中で安定な懸濁状態が得られ、ポリアミド4の収率を90%以上に向上させることができた。また、得られたポリアミドは微粒子状であり、生成物の洗浄、分離が容易になった。

また、ガスバリアー性の高いバイオベースプラスチックの開発については、バイオベースポリマーの製造基盤技術として、縮合系のポリエステルであるポリブチレンスクシネートに関するモノマーのバイオマスからの合成技術を検討した。その結果、アミノ酸を加えることにより重合時間が短時間で高分子量のバイオベースプラスチックが得られることを明らかにした。その他、国際標準規格に基づく生分解性評価法にもちいる材料の調製方法を最適化し、ISOの年次大会で新規提案した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕生分解性プラスチック、バイオベースプラスチック、ポリアミド4、γ-アミノ酪酸、ポリエステル、バイオサーファ

クタント、バイオアルコール

【テーマ題目2】原子利用効率を最大化する未来型反応システム

【研究代表者】竹内 和彦（総括研究員）

【研究担当者】竹内 和彦、佐藤 一彦、清水 政男、今 喜裕、藤谷 博忠、阪東 恭子、三村 直樹、伊達 正和、坪田 年、安田 弘之、坂倉 俊康、高橋 利和、藤田 賢一、小野澤 俊也、崔 準哲、竹中 康将、小林 敏明、大内 秋比古、島田 茂、宮沢 哲、韓 立彪、富永 健一、今野 英雄、杉山 順一、田中 進、岸 良一、飯尾 心、山下 浩、萩原 英昭（常勤職員29名、他43名）

【研究内容】

持続可能社会形成に向け、我が国の化学産業では高付加価値製品をより少ない資源やエネルギーを用い、より安全に高品質製品を製造するプロセスの実現が喫緊の課題とされている。特に、医薬品や電子材料などの高機能性化学製品製造分野では副生廃棄物が多く、大量の有機溶剤を使用するなどの環境負荷の高い製造プロセスが中心となっており、環境負荷を抜本的に低減する新規製造プロセスの開発が求められている。本研究開発では、環境負荷の高い酸化反応を始めとした各種化学品製造プロセスに対し、過酸化水素や酸素を直接利用する選択酸化技術や超臨界流体利用技術、複合機能膜技術などに加え、マイクロ波やマイクロリアクターなどの新しい反応場を利用する高選択合成に係る先進的要素技術を、高いポテンシャルを有する触媒技術・有機合成技術と複合・集積化することにより、未来型反応プロセスの要となる100%原子利用効率の実現を目指した技術の開発を行っている。

選択酸化反応では、アリルアルコール類に対して、アルコール部位を選択的に酸化する新規触媒系を見出し、100gスケールで収率90%以上、選択率90%以上で不飽和アルデヒドを得ることができ、触媒の回収・再使用も可能な実用的反応を開発した。また、酸素/水素を用いる気相酸化では、金ナノ粒子触媒系において、原料転化率の高いメソ多孔体担体に長寿命形のマイクロ細孔体を複合化し、両者の特徴を有する新規触媒系を開発した。

反応の高選択率化・高効率のキーテクノロジーである新規触媒技術では、二酸化炭素を原料とする環状炭酸エステル合成用ビスマス触媒の開発を継続するとともに、不斉反応への応用が期待できる新規キラルビスマス化合物の合成に成功した。二酸化炭素を原料とするヒドロホルミル化反応において、触媒をイオン性液体に固定化することにより、揮発性有機溶媒を不要にし、また触媒を繰り返し再利用することを可能にした。さらに、メントキ

シフェニルホスフィナートの立体特異的変換に成功し、P-キラリティーリン化合物の新規合成法を開発した。また、表面修飾ナノ空孔材料に分子触媒を導入した新規な固定化触媒を合成した。炭素-炭素結合形成反応に超高活性なナノ空孔触媒を開発した。メタノールと二酸化炭素からの炭酸ジメチル合成において、従来よりも大幅に高い生産性を実現できる触媒系を開発した。安価で毒性の低い鉄触媒を用いて、オレフィンとカルボン酸及びオレフィンとアルコールから、エステル及びエーテルが、それぞれ高収率で合成できることを見出した。ビビリジル系界面活性剤型や単分子ミセル型として両親媒性デンドリマー固定型の有機金属触媒を用いることで、アルコール酸化反応や炭素-炭素結合生成反応が水中で円滑に進行することを見出すとともに、触媒のリサイクルが可能であることを明らかにした。構造制御重合として、プロピレンと極性基含有モノマーの高効率共重合に適した重合触媒の開発、副反応を抑制したカルボシランネットワークを与える合成系の開発、ポリフルオレン系電極材料の高効率合成、相分離反応による多孔質機能性ポリマーゲルの合成を行った。

マイクロリアクターは、流体制御による高度な反応制御や温度制御等の特長を有し、少量多品種生産に適した生産プロセスとして注目されている。多段衝突混合型マイクロミキサーを用いることにより、超低温（-70℃以下）を必要とするDIBAL還元反応を汎用低温域（-30℃）で実施可能なマイクロリアクタープロセスを開発した。

また、被加熱物を内部から高速かつ均一、選択的に加熱するマイクロ波エネルギーを化学合成へ応用することにより、反応の高速化や選択性向上、無溶媒化が可能となり、これにより従来にはない機能性材料の合成とともに、製造プロセスをコンパクトにし、効率の向上や省エネ化が実現できると期待されている。マイクロ波を用いる有機EL用イリジウム錯体の合成について、2-フェニルピリジン配位子へ電子吸引性基を導入し、反応促進効果を明らかにした。マイクロ波照射がフェナジン等の芳香族化合物のH-D交換反応に有効なことを見いだした。芳香族修飾反応ではカルボニル化合物を原料としたアルキル化反応により機能性高分子の基本骨格となるフルオレン誘導体を簡便に合成する手法、迅速に芳香族カップリングを進行させるマイクロ波重合を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】選択酸化、触媒、ヘテロ元素化合物、水、イオン性液体、金属錯体、マイクロリアクター、マイクロ波化学合成、固定化触媒、相間移動触媒、鉄触媒、ナノ空孔、二酸化炭素

【テーマ題目3】分離技術等を応用した省エネルギー型化学プロセス技術

〔研究代表者〕原谷 賢治（副研究部門長）

〔研究担当者〕原谷 賢治、溝口 敬信、藤原 一郎、
向田 雅一、内丸 祐子、須田 洋幸、
原 重樹、吉宗 美紀、中岩 勝、
大森 隆夫、遠藤 明、山本 拓司、
片岡 祥、大内 秋比古
（常勤職員14名、他10名）

〔研究内容〕

省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するために水素を効率よく分離する Pd 系膜と、低コスト化を目指した非 Pd 系膜を開発する。また、省エネルギー型酸素製造プロセス実現のために、空気から酸素を効率よく分離する膜を開発する。水中環境汚染物質処理技術については、次世代型省エネ高度水処理システムへの応用を目指した新規カーボン系高機能分離材の開発と膜破断検知システムを開発する。

産業部門消費エネルギー低減のために、デシカント空調の規則性ナノ多孔質材料量産化技術を確立する。省エネ蒸留 HIDiC 技術については平成20年度に市場投入する。光漂白技術では開発したパルプや繊維等のセルロース系天然高分子の省エネ漂白技術を改良する。コプロダクション技術については統合ピンチ評価解析ソフトウェアを開発する。

（分離膜を利用した省エネルギー気体製造プロセス技術）

Pd 系金属薄膜層の均一膜化と薄膜化、そして基材表面上への応力緩和層の導入を可能にする新規有機無機複合調製プロセスを開発した。本プロセスにより調製した Pd 系金属膜は、測定温度400℃において、 H_2 透過流束：27 NmL/cm²min、 H_2 純度 >99.999 %、Pd 使用量：60 g/m²で、かつ水素の収脱着や昇降温に対して優れた長期安定性を有していることが確認された。低コスト化や耐被毒性等に寄与する Pd 銅合金膜の作製にも成功し、水素選択透過性及び低コスト化等に関する上述の2010年世界標準を凌駕できる見通しを得た。非 Pd 系については、大面積アモルファス合金膜製造技術の確立、溶接できないアモルファス合金膜に適した水素分離モジュールの開発、メタノール改質器の開発等を進め、非 Pd 系合金膜を用いたものとしては世界最大の660 NmL/min で純水素を製造する装置の開発に成功した。さらに、水素分離モジュールの小型化について検討を行い、4枚の合金膜からなるコンパクトな水素分離モジュールを開発し、改質模擬ガス（ドライ）から回収率80%で30 NmL/min の純水素を得ることに成功した。これによりモジュールサイズを現状の半分以下にできる見通しを得た。

酸素分離膜については、新規カーボン膜の前駆体として安価なポリフェニレンオキシド（PPO）誘導体を用いたカーボン膜の開発に初めて成功した。この PPO 誘導体のうち、カルボキシル基を有する場合に実用型の非

対称構造を有するカーボン膜が得られることを見出した。このカーボン膜について詳細な膜調整条件の検討を行い、 O_2 透過流束：0.1 NmL/cm²min、分離選択性 α (O_2/N_2) >8.0 (50℃) の性能が得られ、市販ポリイミド膜に比較して1.5倍の分離係数で同等の透過速度のカーボン膜が開発できた。さらにこのカーボン膜は、除湿膜 (H_2O/air)・ H_2 分離膜 (H_2/CH_4)・ CO_2 回収膜 (CO_2/CH_4)・オレフィン分離膜 (C_3H_6/C_3H_8)等への適用が可能であることを明らかにした。

（環境汚染物質処理技術）

粒子径の揃ったカーボングルビーズを量産するための方法を確立した。また、フェノールや色素等のモデル物質や、代表的な残留性有機汚染物質（POPs）を用いた吸着試験を実施することで、カーボングルビーズが POPs に対する高い吸着性能を有することを示した。さらに、カーボングルビーズ内部に存在するナノ細孔構造内に白金・ニッケル・コバルト等の金属を高分散担持するための条件を最適化した。膜破断検知システムについては、超高感度蛍光分光計によるモデル粒子の検出可能性について検討し、色素等は検出感度が高く気泡と区別して個数計測が可能であること、また泥も蛍光を発するのでモデル粒子を用いなくても検出できる可能性があることを確認した。また、膜ろ過テストモジュールの試作機を製作し、ろ過条件等の基本データを取得した。

（産業部門消費エネルギー低減のための化学技術）

デシカント空調技術については、規則性ナノ多孔質材料の合成手法及び微細構造と吸着特性の関係について検討を行い、再生温度を従来の100℃以上から50℃程度に引き下げることを可能とするデシカント空調機用ナノ多孔質材料の量産技術に目途をつけた。また、合成したナノ多孔質材料を含浸法によりローター化し、実運転条件での性能評価に着手した。さらに、規則性ナノ多孔質材料の耐久性向上に関して、加速試験により高い水蒸気耐久性を有する材料の合成手法を確立した。また、低温での調湿への応用のために、低温での水蒸気吸着特性評価技術（吸着量と吸着速度）に関する検討を開始した。ナノ多孔質材料を担持したローターの基本性能評価は終了した。省エネ蒸留 HIDiC 技術については、産総研特許を活用した実工業製品を対象とするパイロットプラントが1,000時間の安定した連続試験運転を達成した。同条件の従来システムと比較して CO_2 排出量を60%以上削減できることを実証した。さらに、石油・化学産業分野での平成20年度実用化を目的として民間企業5社による資金付き共同研究を開始した。その中で、本技術に関する情報を集約・体系化し、塔構造及びプロセス設計技術と解析・シミュレーション技術の検討を行い、適用可能蒸留系の拡大に関する評価手法、設計・運転解析手法、エンジニアリング技術研究を開始した。

光漂白技術については、試作したプロトタイプの実機を含めた検討により、光漂白とコールドブリーチを組み

合わせると更なる省エネが可能となることを明らかにした。また、パルプの光漂白について、針葉樹及び広葉樹パルプの非ハロゲン系薬剤を用いた光酸化漂白により、従来の塩素系漂白剤による長時間の高温処理以上の漂白効果が得られることを明らかにした。コプロダクション技術については、木質バイオマスを原料とした大規模エタノール製造プロセスについて統合ピンチ解析を行い、本プロセスの熱的な特徴を検討し、本プロセスがエネルギー的にはほぼ自立できる（インフラを必要としない）特性を有することを明らかにした。また、より詳細な解析に必要なソフトウェアの仕様を決定した。さらに、木質バイオマスからのエタノール製造プロセス、及び木質バイオマスからのバイオディーゼル油とガソリン製造プロセスの2件の事例について、具体的なプロセス及びそれらを統合した複合生産プロセスについてピンチ解析による高効率化の可能性を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、膜分離プロセス、水素分離、吸着、カーボンゲル、ナノ多孔質材料、デシカント空調、省エネ蒸留、光漂白技術、コプロダクション

【テーマ題目4】環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術

【研究代表者】関屋 章（主幹研究員）

【研究担当者】関屋 章、徳橋 和明、杉江 正昭、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、内丸 忠文、田村 正則、権 恒道、水門 潤治、赤井 智子、山下 勝、神 哲郎（常勤職員13名、他14名）

【研究内容】

（フッ素材料）

フッ素化合物は、他の元素では得ることのできない優れた性質を有しており、この特性を利用してフロン代替物、含フッ素高分子、医薬品、半導体産業などに広く利用されている。しかし、一方でオゾン層破壊や地球温暖化などが問題視されその対策が求められている。そこで、総合的に環境負荷を最小化するフッ素材料の開発を目指し、これに必要な評価指針、評価法、合成技術とそれに基づく材料を開発する。具体的には、低環境負荷と省エネルギー性を考慮した大型冷凍機用冷媒選択、環境負荷が低く高い性能と安全性を兼ね備えた工業洗浄剤開発などのフロン代替材料開発を目指す。さらに、フロン代替材料の開発とともに、これらの要素技術の高機能フッ素材料開発への応用も視野に入れる。これらによって持続可能社会の実現を目指す。

フロン代替物の総合評価指針の開発では、温暖化を定性的に評価するために TWPA（Total Warming Prediction Analyses）を新たに導入し、現在の温暖化ガス放出が時間変化に対して将来のある時間にどれくら

い残るかを表示する方法を高度化した。また、オゾン層の破壊に関連する寒冷化効果を見積もった。

代替物の環境影響評価では、大型冷凍機用冷媒候補、発泡剤候補などの化合物について、大気寿命予測に必要な OH ラジカルとの反応速度の測定を行い、信頼性の高い測定値を得た。NO₃、O₃との反応速度の測定手法を確立し、VOC 生成が問題となる可能性のある化合物の測定と光化学オゾン生成能の評価を行った。可燃性化合物同士、及び可燃性化合物と不燃性化合物との混合系の燃焼限界を測定し、予測手法の高精度化を図った。また、C3-HFC 及びアミン類の燃焼速度を測定し、燃焼速度の予測手法の開発を行った。

代替物の合成技術の開発では、洗浄剤用途化合物の開発を目的として含フッ素環状化合物の合成について検討し、安価な工業原料を用いた環化反応により高収率で含フッ素環状化合物を合成できることを見出し、環化反応における反応温度や圧力の効果も明らかにした。また、得られた環状化合物を用いて高収率で目的とする化合物を得ることができた。

また、大型冷凍機用代替冷媒開発に関し、冷媒の選択に必要な OH との反応速度の測定及び予測、燃焼速度の測定を進めるとともに、安全性を考慮してさらに候補化合物の絞込みを進めることで候補化合物を3化合物に絞り込んだ。これらの化合物については基本物性の測定を進め、その一部については熱力学特性も測定した。

さらに、温暖化係数が小さく断熱特性に優れた発泡剤の開発に向け、発泡技術の調査と、短寿命のフッ素系化合物に関する調査研究を行った。その結果、大気寿命、燃焼性、製造法などの点から発泡剤として可能性のある化合物群を見出した。

（ガラス材料）

産業・生活における有害物質リスク削減及び省エネルギーに資するガラスを開発する。具体的には、ガラス中に含まれる有害物質削減技術の開発や有害物質含有ガラスの廃棄時の安全性評価、欧州規制に対応するための評価手法の開発などを行う。また、高い技術ポテンシャルを有する多孔質ガラス技術を利用して新規な蛍光ガラス、蛍光材料の開発を行う。

CRT から FPD へ移行するに伴って長期的に余剰が生じると予測されているブラウン管カレットの処分方法を決定するための基礎データとして、CRT 組成ガラスからの鉛浸挙動と表面反応について MCC 法により検討を行い、その浸出タイプを明らかにした。また、ガラスからの金属脱離方法の技術的可能性とその適切な使われ方について整理を行い、招待講演、総説などで発表した。RoHS 規制に対応するためのガラス中の金属微量成分分析方法について、ガラス産業連合会の団体規格を各社の意見をまとめて作成し、その方法に基づいて行われた共同実験結果をとりまとめ、標準化のために必要となる基礎データ採取を開始した。

多孔質ガラスを利用した蛍光ガラスを従来の蛍光体と同等程度の輝度まで高輝度化した。企業との共同研究により量産可能なことを検証した。現在、紫外 LED と組み合わせた照明方法を検討するために、励起波長の長波長化や発光色の検討を行った。多孔質ガラスを利用した Xe 励起用蛍光粉末については、Rb, Cs をドーピングすることで、現行の結晶系蛍光体と同等程度となることを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、材料、フロン代替、環境評価、燃焼性評価、合成技術、ガラス、省エネルギー、蛍光ガラス

【テーマ題目5】大気環境改善を実現し省エネルギーに貢献する排ガス浄化技術

【研究代表者】浜田 秀昭 (副部門長)

【研究担当者】浜田 秀昭、藤谷 忠博、鈴木 邦夫、佐々木 基、羽田 政明、Asima Sultana、中村 功、高橋 厚 (常勤職員8名、他3名)

【研究内容】

本研究では、NO_x 問題を抜本的に解決するための新規 NO_x 除去触媒技術開発の目的をつけることを目標とする。特に、炭化水素、CO 及び水素等の種々の還元剤を使用する NO 選択還元法について、ディーゼルやボイラー排ガス等の実排ガス条件下において NO_x を60%以上低減できる触媒を見いだすことを目指している。具体的には、新長期規制後に導入される新たなディーゼル車排ガス規制に対応するため、排ガス中に含まれる、あるいは燃料より容易に得られる多様な還元剤を利用した NO 選択還元触媒の探索・開発を目標に研究を進めている。本研究では、従来世界的にもほとんど試みられていない表面科学的手法を実用触媒開発へ応用する試みに対し NO 除去触媒を例にとり行うことを特徴としており、この新しい方法論を開拓することも大きな研究目標である。なお、担当グループは、炭化水素による選択還元触媒に関して世界で最初にアルミナ等の酸化物系触媒を見いだした実績があり、一貫して NO_x 除去触媒の研究を続けてきている。

平成18年度においては、ディーゼル自動車実排ガス相当条件で CO、水素、炭化水素、含酸素化合物等の燃料由来還元剤を利用する NO_x 選択還元触媒の探索と改良を行った。CO を還元剤とする Ir/SiO₂触媒に対して、種々の添加物効果を検討した結果、バリウム成分を添加することによって NO 還元活性は大きく改善された。それにより、SO₂が1~20 ppm 共存する実排ガス条件下で60~80%の NO 除去率を達成した。さらに、タングステン及びバリウムを添加した Ba/Ir/WO₃-SiO₂触媒では、反応温度280℃において NO 除去率94%を達成した。タングステンを添加した触媒は、SO₂非存在下にお

いても高い NO 還元活性を示した。

また、Ba/Ir/WO₃-SiO₂触媒におけるタングステン及びバリウムの添加効果について検討を行った。その結果、イリジウム金属と酸化タングステンが共存すると高活性を示すことを見だし、活性点は Ir-WO₃複合体であることを解明した。さらに、バリウム添加することで BaWO₄の形成がおこり、活性点を安定化できることを明らかにした。

一方、還元剤である CO は燃料をプラズマ等の外場により改質することで容易に製造できる。その場合、CO と同程度の水素も発生することから、CO・水素の混合還元剤の影響について詳細に検討した。CO による NO 選択還元活性を示す担持イリジウム触媒について検討を行ったところ、Ir/SiO₂や Ir/WO₃-SiO₂触媒では CO・水素の混合還元剤を使用することで、それぞれ単独の還元剤を用いた場合と比較して活性は低下した。また、Ba/Ir/SiO₂触媒では、CO 単独と比較して水素と混合することにより250℃以下の活性が向上したが、これは水素単独の活性とほぼ同じであった。一方、Ba/Ir/WO₃-SiO₂触媒では、CO・水素の混合還元剤を使用することで、CO のみを還元剤とした場合と比較して200~250℃の温度域の活性が大きく向上した。水素単独では NO 選択還元はほとんど進行しないことから、水素が還元剤として寄与するのではないことが示唆された。水素の役割としては、反応条件において活性点である Ir-WO_x サイトの安定化に寄与していることが推察された。

さらに、今年度は、モノリス支持体にコートしたハニカム触媒を調製し、実用的な触媒の性能を検討した。その結果、Ba/Ir/WO₃-SiO₂を担持したハニカム触媒で70%の NO_x 除去率を達成し、本研究で開発した触媒成分は、実用的な支持体に担持しても高活性を示すことを明らかにした。また、実用上大きな問題となる耐久性の検討も実施した。温度昇降の繰り返しに対する活性の変化を調べ耐久性の簡易評価を行ったところ、Ba/Ir/WO₃-SiO₂触媒は、Ir/SiO₂触媒に比べて100回繰り返し後でも65%以上の NO_x 除去率を示し高い耐久性を持つ触媒であることが確認された。また、反応ガス条件やコート用バインダー性状の影響など実用上の触媒調製技術に関する基礎的知見の収集にも成功した。

また、炭化水素を還元剤とする NO 選択還元において、燃料である軽油を還元剤とした場合に活性を示す触媒の開発を行った。低温活性が期待できる担持白金触媒について、担体の影響を詳細に検討した。アルミナやシリカ、細孔特性の異なる数種類のゼオライトに担持した白金触媒の活性は担体により大きく異なり、ゼオライトが有効な担体であることがわかった。中でも細孔径の小さいフェリエライトや1次元の細孔構造を有するモルデナイトを使用した場合に250℃付近で60%を超える高い NO 除去率が達成された。ゼオライト担体の外表面積や固体酸量・酸強度が活性を支配する重要なファクタ

一となることが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒素酸化物、分解、還元、触媒システム

⑩【エネルギー技術研究部門】

(Energy Technology Research Institute)

(存続期間：2004.7.1～)

研究ユニット長：大和田野 芳郎

副研究部門長：武内 洋、上野 和夫、
長谷川 裕夫

上席研究員：横川 晴美

主幹研究員：秋葉 悦男、赤井 誠

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5、つくば東、
つくば西

人員：143名 (140名)

経費：2,799,883千円 (760,338千円)

概要：

1. ミッションと目標

地球温暖化防止とエネルギーの安定供給確保の両立を通して持続的発展可能な社会を実現することを目標とし、太陽光、水素、クリーン燃料等のクリーンエネルギーの研究開発、燃料電池を中心とする高効率な分散型エネルギー源と、これらのネットワークにより電力・ガス・熱を効率的に柔軟にマネジメントする分散型エネルギーネットワークの研究開発を行う。これにより、高効率・低環境負荷で柔軟性・利便性の高いエネルギーを供給する総合エネルギー産業の創出に貢献する。

2. 主要研究項目

上記目標を実現するため、中期目標「分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上」を掲げ、以下の主要研究項目について研究開発を行う。

1) 分散型エネルギーネットワーク技術

高いエネルギー利用効率と柔軟性を目標とする分散型エネルギーネットワークの構成要素技術、及び統合制御・運用技術を開発する。

2) エネルギーデバイス・材料技術

高度なエネルギー材料技術に立脚し、高性能固体酸化物形燃料電池、熱電変換素子、電力貯蔵キャパシタ等のエネルギーデバイスを開発する。

3) クリーンエネルギー技術

太陽光エネルギー利用、水素の製造と高密度貯蔵、化石資源のクリーン化、クリーン燃料利用高性能エンジンシステム等の技術を開発する。

4) 革新的エネルギー技術

新たな展開やブレークスルーをもたらす革新的、

萌芽的エネルギー技術の研究にも、積極的に取り組む。

外部資金：

経済産業省

エネルギー需給構造高度化受託研究費

「次世代型分散エネルギー基盤技術研究開発」等

電源多様化受託研究費

「分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発」

「エネルギーシステム総合評価基盤技術研究開発」等
NEDO 受託費

「水素安全利用等基盤技術開発」「固体酸化物形燃料電池研究開発」「革新的次世代低公害車総合技術開発」

「太陽光発電システム未来技術研究開発 高効率・集積型色素増感太陽電池モジュールの研究開発」「ハイパーコール利用高効率燃焼技術の開発」「低抵抗・高イオン拡散性ナノポーラス電極による高出力型2次電池の研究開発」等

文部科学省

原子力試験研究委託費「高効率磁場核融合に関する研究」等

科学技術振興調整費「水素貯蔵用高次修飾ナノカーボン触媒の開発」等

財団等

「測位用擬似時計技術開発」「熱電変換モジュール評価技術の確立」「二酸化炭素の海洋隔離に伴う環境影響予測技術開発」等

発表：誌上発表437件、口頭発表681件、その他52件

エネルギーネットワークグループ

(Energy Network Group)

研究グループ長：山口 浩

(つくば中央第2)

概要：

エネルギー利用効率の改善や炭酸ガス排出の削減、化石燃料への依存度低減、需要側・供給側双方の多様な要求の実現など、エネルギーを取り巻く種々の要望をかなえるために、分散型エネルギー源の導入と普及が期待されている。しかし、電力やガスなどの既存のエネルギーのネットワークは、分散型のエネルギー源の導入を想定していないため、分散型エネルギーの導入に制約を生じてしまう。こうした制約を打破し、分散型エネルギー源を大規模かつ有効に用いるためには、個別機器の制御運用だけでは限界があり、多数のエネルギー機器をネットワーク化して運用する技術が必要である。そこで、分散電源を大規模に導入した場合の

電力システムの電圧安定化や需給バランスを維持のための制御・運用技術、定置式燃料電池を利用した電気・熱・水素によるネットワーク化技術、エネルギーの発生・輸送・貯蔵・消費に関わる機器群の最適マネジメント技術などを開発し、エネルギーシステム全体のエネルギー利用効率と設備利用率の向上を図る。こうした技術は、今後、途上国を中心に深刻化すると懸念されるエネルギー・環境問題の解決にも寄与する技術である。

エネルギー社会システムグループ

(Socio-economics and Policy Study Group)

研究グループ長：赤井 誠

(つくば東)

概 要：

長期的視点に立って、新しいエネルギーシステムの導入シナリオや社会経済的側面等について研究する。具体的には、基盤的研究や広範な調査研究により取得する評価データに基づいて、次のような分野を推進する。1)再生可能エネルギーの水素によるエネルギー貯蔵を組み込んだ最適エネルギーシステム、2)技術の社会的受容性や地域への分散電源の導入促進に係る制度的側面、3)二酸化炭素の回収隔離に関する政策研究、4)エネルギー経済モデルなどを用いた長期的エネルギーシナリオの分析、及び5)技術導入による社会へのインパクトに関する研究。これらの研究開発を通じて、国内外の研究者や政策担当者とのネットワークも醸成し、国際戦略的視点をも踏まえて、エネルギー技術政策及びそれとリンクした二酸化炭素削減に係る政策を支援・提言する役割を果たす。

研究テーマ：テーマ題目1

熱流体システムグループ

(Thermal and Fluid System Group)

研究グループ長：宗像 鉄雄

(つくば東)

概 要：

分散型エネルギーシステムを構成する基盤的技術である熱流体システムの高度化や熱流体システムの革新的利用技術の開発を目指して、個々の構成要素技術や制御技術の開発及びシステム化等を行い、熱流体システムの導入普及を図ることをグループの目標としている。具体的なテーマとして、DME とメタノールの混合媒体を用いた環境調和型ヒートポンプの研究開発、パルス管冷凍機による高性能極低温生成・利用技術の研究開発、SOFC とのコンバインドサイクルを目指した高効率スターリングエンジンの研究開発、半導体素子冷却のための超小型吸収冷却器の研究開発、氷粒子の凝集抑制による冷熱輸送媒体の高機能化に関する研究開発、中空カプセル製造へのマイクロバブル応用

技術の研究開発、圧縮性多成分系流体の臨界点近傍における極限環境での熱・物質輸送に関する研究開発、電磁場を用いた熱流体制御技術の研究開発、等を行っている。

熱利用グループ

(Thermal Energy Applications Group)

研究グループ長：角口 勝彦(平成18年9月まで)、

武内 洋(平成18年10月以降)

(つくば西)

概 要：

省エネルギーの推進に資するとともに、自然熱、人工的な排熱等の利用促進を図り、新エネルギーの活用・導入、CO₂削減、エネルギー資源枯渇化対策等への貢献を進める。具体的な取組みとして平成18年度は次の研究を実施した。大地熱源家庭用冷暖房・給湯システムをモニターの住宅に設置し、実用性と省エネルギー性を実証するため運転を開始した。また、分散型エネルギーシステムの構築、実証に資する物質の相変化やそれに付随する過冷却現象を利用した高効率蓄熱法により、エクセルギー損失の少ない蓄熱・熱利用システムの開発を進めた。さらに、自立駆動熱輸送システムの温度・圧力分布、熱輸送量等の解析を行い、実験値と比較した。工業部門における省エネルギー技術導入の評価に関し、各種新技術及びエネルギー需要についてデータ収集と評価法の検討を行った。

ターボマシニンググループ

(Turbomachinery Group)

研究グループ長：吉田 博夫

(つくば東)

概 要：

熱流体システムや熱機関の効率を極限まで高めることは、エネルギー技術における重要な課題である。分散エネルギーシステムの要素の候補であるマイクロ・セラミック・ガスタービン(μCGT)や風力発電を具体的な対象として、流れの能動的制御に関する研究を通して、クリーンエネルギーの創生並びに無駄なくエネルギーを利用するための基盤技術の確立を目指す。流れの能動制御の研究では、高温流れ場に適用できる表面プラズマを利用したアクチュエータの開発に着手し、セラミックスを用いることにより、これまで使用されてきた樹脂系誘電体の使用温度を超える500℃において作動を確認するとともに、プラズマ発生のため特殊高圧パルス電源を実用化した。μCGTの研究では、昨年度に引き続き、金属・セラミックハイブリッドエンジンの耐久試験を行い、累積時間を数10時間まで延ばすことができた。また、小型燃焼器固有の課題を抽出する目的で可視化用セクター燃焼器を試作し、燃焼過程を観察するとともに数値解析結果と比較した。

その結果、燃焼器内面構造、空気並びに燃料噴出し条件について種々課題が抽出された。風力発電の研究では、実サイトで風計測と風力発電システム性能を計測し、それを支援する CFD 技術の開発を継続し、両者の比較から複雑地形での性能評価手法の開発を行っている。また、民間企業との共同研究を通して1 kW 級小型風車エアドルフィン性能向上のための実験を継続している。

燃焼評価グループ

(Combustion Control Group)

研究グループ長：竹内 正雄

(つくば西)

概要：

燃焼に伴って排出される有害物質を効率的に抑制して環境保全をはかることは、エネルギーの有効利用を推進する上で重要な課題である。燃焼に伴って生成するダイオキシン類、多環芳香族化合物、アルデヒドなどの生成機構には不明な部分が多いため、燃焼の最適制御による生成抑制とともに排ガス処理装置の高性能化による後処理が必要である。ところが排ガス処理装置は高性能を狙うと設置、運転とも高コスト、高エネルギー消費になりがちであるため、排出源でできるだけ生成を抑えることが重要である。そこで当グループでは、有害物質の生成機構を明らかにして、本質的な生成抑制を可能にするとともに、各種燃料に対する燃焼反応の詳細を調べて、どのような状況においても有害物質の生成を抑制した燃焼が可能となることを目的に研究を進めている。具体的には、小型流動層燃焼装置や対向噴流燃焼装置を用いて、ダイオキシン類前駆物質である多環芳香族化合物やダイオキシン類そのものの生成機構と生成挙動の解明を行うとともに、レーザー分光法や数値解析を用いて、有害物質生成に関連する燃焼反応を解析する研究を行っている。また、ダイオキシン類や農薬などに代表される有機ハロゲン化合物を、触媒で無害化処理する研究、及び燃焼の重要なアプリケーションである焼却を含めて有害物質の安全な処理の研究を行っている。

安全評価グループ

(Safety Assessment Group)

研究グループ長：小杉 昌幸

(つくば西)

概要：

地下貯蔵施設の断層監視技術について、3ヶ所のサイトにおいて断層の三次元挙動を継続監視し、断層の監視精度2/1000を検証した。また、ノルウェーに対してこの技術を移転した。今後、断層微細挙動と周辺地域の地震との相関を解明し、国際共同研究における監視網構築への展開を図る。エネルギー事業所などの環

境対策技術の導入評価法について、自治体などが全体管理して対策技術導入を推進するための導入シナリオを産総研独自手法として冊子にまとめ、広報した。併せて、自治体などから施設のエネルギー消費データを集積し、エネルギー効率のデータベースを構築し、資エ庁、経産省、環境省の関連部署に提供した。また、データベースの利用に努め、産総研創業ベンチャー「エスラボ」による産総研知的財産の実施に協力した。エネルギー事業所などのための対策技術開発として、共同研究で、自己防災機構及び通気口閉塞防災材料の実験的な検討を行い、熱風・火災に曝された場合に通気口を閉塞する類焼防止技術を実用化開発した。

宇宙技術グループ

(Space Technology Group)

研究グループ長：阿部 宜之

(つくば中央第2)

概要：

宇宙環境の有するポテンシャルを活かして、エネルギーと環境の調和を図り、社会生活に還元することを目標として研究開発を進めている。宇宙の位置的ポテンシャルを利用する視点から、従来にない正確な位置情報、時間情報を供給可能な、準天頂衛星の基盤技術に関する研究を実施している。エネルギー技術という視点から、宇宙で得られる安定な太陽エネルギーを、地上へ基幹電力として供給する新技術について、基盤技術開発を実施している。また、宇宙利用を主目的とした技術を、地上技術としてスピノフさせるために、無重力で顕在化する特異な表面張力挙動を積極的に用いた、パワーエレクトロニクス、マイクロエレクトロニクス等の汎用冷却技術に関して研究を実施している。

クリーン動力グループ

(Clean Power System Group)

研究グループ長：後藤 新一

(つくば東)

概要：

エネルギーの多様化と環境保全の観点から、1)新燃料エンジンシステム技術、2)次世代大型ディーゼルエンジンの高効率化と排ガス低減技術、3)次世代車両の高効率化技術、について研究開発を実施し、民生・運輸分野における動力利用システムの石油代替化、高効率化並びにクリーン化技術の実現を目指す。また、得られた成果より、4)新燃料の標準化を目指し、関連業界との議論を推進する。具体的には、エンジン等燃焼技術に関する基盤研究として、エンジン燃焼試験、噴霧及び燃焼の可視化解析、CFD シミュレーション等を実施している。また、新燃料利用システムの開発・実用化・実証研究として、ジメチルエーテル(DME)自動車の技術実証研究、新燃料(バイオ燃

料、DME)の品質管理技術・標準化研究、自動車タイヤの高度化技術研究、自動車排気及び燃費の計測技術に関する応用研究として粒子状物質の計測、ハイブリッド車の燃費計測等を実施している。

燃料電池グループ

(Fuel Cell Group)

研究グループ長：横川 晴美

(つくば中央第2,5)

概要：

燃料電池の中でも固体酸化物形燃料電池(SOFC)は発電効率が最も高く排熱の有効利用が可能であること、長期安定性に優れていること、低コスト製造技術の開発に成功していることから、その実用化が待望されている。当グループでは、天然ガス以外のジメチルエーテル、灯油などの多様な燃料を用いるための基盤技術、小型・軽量でも発電効率がよく、起動停止特性・負荷変動応答特性の優れた燃料電池を製造するための基盤技術の開発を行っている。燃料電池は従来のエネルギー変換技術にはない革新性・総合性を持っているため、発電効率の導出法に焦点をあてた規格・標準化のための研究を行いその普及に備えている。

研究テーマ：テーマ題目2

熱電変換グループ

(Thermoelectric Energy Conversion Group)

研究グループ長：小原 春彦

(つくば中央第2)

概要：

熱電変換は、特殊な半導体や金属(熱電材料)を用いて熱エネルギーと電気エネルギーを直接変換する技術である。熱電材料に温度差を与えると起電力が発生する効果(ゼーベック効果)を用いて、熱エネルギーから電気エネルギーを取り出したり、反対に熱電材料に電流を流すことで吸熱現象を起こす効果(ペルチェ効果)を用いて、物を冷やしたりすることができる。また、熱電変換は、熱源の温度が低く捨てられている低品位な熱エネルギーでも、電気エネルギーに変換することができる。当グループでは、未利用排熱を、熱電変換により電気エネルギーとして回収するための材料とデバイスの開発を進めている。さらに、熱電変換用の材料評価技術、デバイス性能評価技術の開発にも力を入れている。様々な分野で捨てられている排熱を、電気エネルギーとしてリサイクルすることで、大規模な省エネ効果が期待されている。

高温エネルギー材料グループ

(High-Temperature Material Group)

研究グループ長：袖岡 賢

(つくば西)

概要：

熱・動力利用のためのエネルギー機器・システムを高効率化・クリーン化するために、要求される苛酷な性能を満たす材料を設計し、仕立て上げる技術開発を進めている。C/C composite(炭素繊維強化炭素複合材料)、CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)、CMC(Ceramic Matrix Composite)、コーティング等の技術を応用し、タービン入口温度1,700℃級タービンやジェットエンジンに適用可能な、耐熱耐食材料及び高応力負荷対応複合材料の開発と評価技術の確立を目指している。分散型熱電併給システムの核と目されるマイクロセラミックガスタービンの開発でも、材料面から研究を進めている。また、ナノ粒子分散コーティング等、ナノテクノロジーのアプローチによる新しいエネルギー材料開発や、コーティングや複合材料のプロセス技術を用いた、熱発電素子や固体電解質型燃料電池セル等のエネルギーデバイスの開発にも取り組んでいる。

エネルギー貯蔵材料グループ

(Energy Storage Materials Group)

研究グループ長：羽鳥 浩章

(つくば西)

概要：

電力貯蔵は、エネルギー利用の多様化と高効率化のために重要な技術の一つであり、二次電池やキャパシタなどの電力貯蔵デバイスが、ハイブリッド車や電力需給の平準化などに用いられている。炭素材料は、次世代エネルギーシステムの中ですでに重要な役割を果たしている、リチウム電池や燃料電池などの先進デバイスにおいて、無くてはならない材料として近年脚光を浴びているが、当グループでは、長年培ってきた炭素材料のナノ構造制御・解析技術を生かして、21世紀の分散型エネルギーシステムにおいてその実用化が期待されている、キャパシタ用高性能電極の開発を行っている。また、革新的省エネルギーシステムの要素技術となりうる水素製造技術や水素貯蔵技術に関しても、先導的な研究を行っている。

ナノエネルギー材料グループ

(Nano Energy Materials Group)

研究グループ長：本間 格

(つくば中央第2)

概要：

持続可能社会の基盤はエネルギー技術であると認識し、高機能材料をベースとした再生可能エネルギー技術の開発研究を目的としている。再生可能エネルギー技術を構築するためには、従来にない安価・効率的・革新的なエネルギー材料の開発が必要であり、高効率で発電する高分子型燃料電池や、高速充放電が可能な

高出力リチウム2次電池等のクリーンな次世代型エネルギーデバイスを、広く産業界や民生用途に供与しなければならない。当グループでは、これらの革新的エネルギー技術実現のために、ナノテクノロジーと先端材料科学の手法を取り入れ、特に、最重要な研究テーマとして高出力型電池の実用化を目標とし、高速電荷移動が可能な電極の創製を目指してナノ結晶やナノチューブ構造の活物質（ナノ構造電極）の新規合成法を開拓し、通常のリチウム2次電池に比べて100倍程度高速に充放電可能な電池材料開発を行っている。また、機能性材料のナノ構造制御を生かした熱電変換材料や湿式太陽電池材料などの基盤エネルギー材料の研究開発も行っている。

超電導材料技術グループ

(Superconductor Technology Group)

研究グループ長：山崎 裕文

(つくば中央第2)

概要：

超電導材料技術グループでは、液体窒素温度で電気抵抗がゼロとなる高温超電導酸化物の産業応用（電力機器・マイクロ波通信デバイス等）を目指し、超電導材料の作製・評価技術の開発と物性研究・理論研究、デバイス化技術の研究を行なっている。超電導体は、超電導状態においては電気抵抗ゼロで大きな電流を流すことができるが、ある決まった電流値（臨界電流）より大きな電流を流すと電気抵抗が発生する。それでも電流を流し続けると、発生する熱のため超電導体の温度が上昇し、常電導状態になって、さらに大きな電気抵抗を生じる。このような超電導体の特徴を生かして、通常時は抵抗ゼロで、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗が発生して事故電流の増大を抑制するような新しい電力機器（限流器）を作ることができる。当グループでは、この方式の限流器に用いられる大面積の超電導薄膜の作製技術と評価技術の開発を行うとともに、産総研の他のグループと共同して、高い容量密度を有する限流素子の開発を進めており、超電導薄膜限流器の革新的低コスト化による実用化を目指している。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4

パワーレーザーグループ

(Power Laser Group)

研究グループ長：三浦 永祐

(つくば中央第2)

概要：

超短パルス超高強度レーザーやパルスパワー装置を用いてエネルギーを時間的・空間的に集中することによって、他に類を見ない超高強度電磁場、超高密度、超高温、超高压力などを持つ高エネルギー密度プラズマを作り出すことができる。この様な高エネルギー

密度プラズマの応用を目的とした革新的エネルギー利用技術の研究を実施している。医療、先端計測をはじめとして様々な分野での利用が期待される小型高エネルギー粒子加速器、高輝度 X 線・ガンマ線源の実現を目標として電子加速、陽子加速の研究、その基盤となる超短パルス超高強度レーザー技術の開発を進めている。パルス電子ビームによって生成される大気圧プラズマを用いた難分解性ガスの高効率、大容量処理技術の研究も進めている。また、高エネルギー密度プラズマ中での電磁現象、量子力学現象等の物理過程の実験的、理論的な解明を進めるとともに、新たな利用技術の創出にも取り組んでいる。

プラズマフロンティア研究グループ

(Plasma Frontier Research Group)

研究グループ長：平野 洋一

(つくば中央第2)

概要：

将来のエネルギー源として期待される核融合炉の実現を目指して、軸対称トーラス型プラズマ閉じ込め装置である逆磁場ピンチ (Reversed Field Pinch, RFP) を用いた、磁場閉じ込め核融合方式の研究を行っている。RFP は構造が簡単で磁場の利用効率が高いことから、経済性の高い核融合炉の実現に結びつく可能性を有している。当グループでは、世界三大 RFP の一つである TPE-RX 装置を用いて、能動的プラズマ制御技術によるプラズマ閉じ込め性能の向上を実現するため、数百万度の高温逆磁場ピンチプラズマ中への、高パワー水素原子ビームの入射、水素の氷の高速入射による粒子補給、及びプラズマ不安定性抑制技術等の、プラズマ制御手法の開発に関する研究を行っている。この RFP 研究は IEA の国際逆磁場ピンチ研究協力実施協定に基づき、日本、米国、EU の研究グループとの研究協力体制のもと、国内外との活発な情報交換や共同研究の下で推進されている。また、当グループで開発した高パワー原子ビーム技術を応用して、国際熱核融合実験炉 (ITER) のヘリウム粒子計測に用いられる、MeV 級ヘリウム原子ビームの一次ビーム源、特にヘリウム水素イオン (HeH⁺) 源の開発を実施している。さらに、プラズマによる表面改質やコーティング等の、プラズマ応用技術への利用を目指して、立体型電極や強誘電体を用いた大気圧マイクロプラズマ源の開発を行っている。

水素エネルギーグループ

(Hydrogen Energy Group)

研究グループ長：秋葉 悦男

(つくば中央第5)

概要：

水素エネルギー社会を実現するためには、気体で希

薄なエネルギーである水素の効率的な輸送貯蔵法を確立することが必須である。水素貯蔵材料は、液体水素をしのぐ体積水素密度で水素を貯蔵・輸送できる材料であるため、水素自動車の燃料タンクを始めとする、多くの用途に利用されると期待されているが、現状では質量水素密度が十分ではないことが課題とされている。そのため、当グループでは、軽量な水素貯蔵材料の開発を進め、世界最高レベルの約3質量%の水素吸蔵量を持つ材料の開発に成功し、さらに軽量な金属からなる新規材料の提案及び開発を目指している。また、材料開発に欠かすことのできない水素貯蔵材料のナノ構造及び結晶構造を、独自で開発した水素雰囲気下 (in-situ) における X 線回折法、中性子回折法、陽電子消滅測定法を初めとするの各種測定法を駆使して解析している。

太陽光エネルギー変換グループ

(Solar Light Energy Conversion Group)

研究グループ長：杉原 秀樹

(つくば中央第5)

概要：

太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を最終的な目標とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池、及び太陽光エネルギーを利用して水を直接分解し水素を合成する人工光合成について研究を行っている。色素増感太陽電池については、実用化を想定したモジュールを構成する単セルの高効率化を目指した技術開発を中心に、集積型モジュールの高効率化・耐久性の向上に向けた基礎的知見を得ることを目指している。具体的には、増感色素、酸化物半導体電極、酸化還元電解質溶液、対極、セル化等の要素技術について検討し、光電流、光起電力向上を実現するとともに、セルの構成法を検討することにより2020年までに単セルの変換効率15%以上の実現を目標としている。耐久性向上技術開発のため経時劣化要因の解析を行っている。人工光合成については、水を水素と酸素に完全分解するための高性能光触媒材料の開発、反応機構の解明、可視光を高効率で利用する反応システムの設計等を行い、光触媒的水素製造システムの実現可能性について検討している。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目6

新燃料グループ

(Advanced Fuel Group)

研究グループ長：斎藤 郁夫

(つくば西)

概要：

重質炭化水素資源（石炭・重質油等）のクリーン化、高度変換、利用に関する研究を行っている。石炭から

のハイパーコール（無灰炭）製造技術は、灰分を含まないために、従来困難とされてきたガスタービンへ直接燃焼利用することが可能と考えられることから、溶剤脱灰法による製造法の最適条件の探求、低品位炭への炭種拡大のための研究を実施している。さらに、コークス用粘結剤等、低温触媒ガス化研究等ハイパーコールの新規用途拡大のための基礎的研究を行っている。また、効率的、経済的な、重質油からのクリーンな軽質油燃料製造を検討するため、重質油特にアスファルテンの構造特性と反応性の相関を検討、評価し、アスファルテンの分子構造と凝集挙動が重質油分解反応性に及ぼす影響を明らかにするための研究を行っている。

水素化精製触媒グループ

(Hydrotreating Catalysis Group)

研究グループ長：葭村 雄二

(つくば中央第5)

概要：

都市大気環境及び地球環境対策から、運輸部門等からの排出ガス低減や CO₂低減に対する要求は益々強くなっている。このため、前者では、排出ガス浄化装置の超長寿命化を可能にし、新規な高性能排ガス浄化装置を搭載した車輛の市場導入加速を支援するクリーン輸送用燃料製造技術、後者では、石油代替燃料の導入加速に繋がる高品位バイオ燃料や合成燃料の製造技術、さらに長期的には、燃料電池用（水素源）の超高品位改質燃料製造に向けた超クリーン化精製技術等の開発が望まれている。当グループでは、企業との共同研究を通じて、サルファーフリー（S<10ppm）軽油を製造できる NiMo 系硫化物系触媒の商品化に成功しており、平成18年度は、低水素消費量型の CoMo 系硫化物触媒の実用化開発を行った。また、ポストサルファーフリー対策のオプションの一つである低芳香族軽油の製造に向けた耐硫黄性貴金属系触媒の開発を行った。さらに、天然ガス等からクリーンな合成燃料を製造する GTL (Gas to Liquid) 用 FT 触媒技術、及び燃料電池用超低硫黄のガソリン基材（S<1ppm、後段の吸着脱硫処理後の S~数 ppb）を製造できる次世代型精製触媒の開発を目指している。また、石油代替燃料として注目されているバイオディーゼル燃料の標準化及び高品質化技術開発を国際共同研究の中で行っている。一方、当課題の基盤をなす要素技術として触媒精密調製技術、及び放射光等を利用した触媒の構造解析技術を通し、精製触媒の更なる高性能化・長寿命化対策指針を取得する。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8

クリーンガスグループ

(Clean Gas Group)

研究グループ長：鈴木 善三

(つくば西)

概要:

石炭・バイオマスなどの有機物をクリーンに、かつ、高効率で使用することを目的として、化石燃料・バイオマス等のガス化並びに燃焼技術に関わる研究を実施している。ユニットの重点課題である「有機物/水系水素製造法の反応特性」は有機物と高温高圧水蒸気中を反応させて水素と CO₂に変換すると同時に、生成する CO₂を CaO 等の吸収剤で固定化することで高純度の水素を得るといったものである。平成18年度は、つくば西事業所に設置された50 kg/day ベンチプラントによる連続運転試験を行い、プロセス設計データを取得した。この他に、石炭とプラスチックの共ガス化、触媒を用いた高効率低温ガス化の研究、次世代高効率ガス化装置のための加圧条件における石炭チャーと水蒸気の反応速度の測定、加圧流動層燃焼装置を用いた下水汚泥の高効率燃焼など、固体を含む多相系の反応装置を中心としてエネルギー・環境問題に資するための研究を行っている。

【テーマ題目1】自然エネルギー・水素統合システムの開発（部門重点化課題、共同研究）

【研究代表者】赤井 誠

(エネルギー社会システムグループ)

【研究担当者】赤井 誠、伊藤 博、前田 哲彦、丸山 康司、遠藤 尚樹、中納 暁洋、安芸 裕久（常勤職員7名）

【研究内容】

水素エネルギー技術に関しては、利用段階でのクリーンさを強調した車載用及び定置型の PEFC（固体高分子形燃料電池）に重点が置かれた国家プロジェクトが進められている。一方、水素は、電力という二次エネルギーから水の電気分解により容易に製造でき、化学反応を通じて電力を発生して再び水に戻るといった可逆性を有しており、このエネルギー媒体としての特徴を有効に利用し、既存のエネルギーシステムと有機的に統合させることで、エネルギーシステムの強靱性を増すとともに、新たな付加価値を生み出せる可能性を実証することを目的としている。上記のような考え方に基づいたシステムを実現させるための研究要素として、水電解と燃料電池の機能を同一場所で発揮させることのできる可逆セル、水素の貯蔵/供給と冷熱回収が行える水素吸蔵合金タンクといったハード面の課題とともに、システム全体を最適化統合するためのマネジメント技術の開発、民生・業務・運輸等の各分野を含むエネルギー融通網における、連携運用や需給バランス確保のための制御技術の開発などを実施している。これまでに、電気出力5 kW の水電解-水素貯蔵-燃料電池システムを建設し、コンポーネントテストに基づいた要素機器及びトータルシステムとしての効率化を行った。また、出力1 kW 級で、既存の

水電解装置、燃料電池と性能的に遜色のない可逆セルスタックの開発に成功した。さらに、太陽電池による水素製造システムの制御方法について提案し、その方法について実測データからのシミュレーション及び1.3 kW 相当の実験装置において、高い変換効率を持つことを実証した。さらに、太陽電池による水電解の高効率制御方法を確立し、可逆セルの運転性能について、特に流路構造の影響に着目した検討を実施し、水素による系統制御法などの要素技術に係る成果を得るとともに、温・冷熱の有効利用を実現するための水素貯蔵合金タンクのシミュレータの開発を行い、実験結果と比較検証を行うなどの成果を挙げている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素、システム、水電解、燃料電池、可逆セル、太陽電池、風力発電

【テーマ題目2】固体酸化物形燃料電池の研究

【研究代表者】横川 晴美（燃料電池グループ）

【研究担当者】横川 晴美、山地 克彦、根岸 明、加藤 健、門馬 昭彦、嘉藤 徹、酒井 夏子、齋藤 喜康、堀田 照久、Manuel E.Brito、天野 雅継、田中 洋平、岸本 治夫（常勤職員13名、他12名）

【研究内容】

- 1) 1 kW 級 SOFC システムに対して自動制御モードとマニュアルモード下でインピーダンス測定を行い、等価回路によるシステムモデルを構築し、負荷変動に対する SOFC システム応答性評価方法を確立した。また、シールレス円盤型 SOFC に対してアノード各部のガス組成分析を行い、セル内部改質特性、ガス流れ等をモデル化し、内部改質特性評価方法を開発した。これらを用いて負荷変動に対する応答性、部分負荷時の効率低下等を推定し、実用的なシステムを開発する際の課題を整理した。
- 2) 10 kW 以上のシステムへの適用を目指した可搬型効率測定システムを設計・試作し、関西電力-三菱マテリアルの協力を得て、関西電力六甲実験サイトに同システムを設置した。
- 3) 上記の研究成果等を用いて SOFC システム発電効率試験方法の JIS 規格標準仕様書 (TS) 原案作成委員会を設立し、平成17年度に作成した TS 素案に対する利害関係者の意見等を調査し、これらの結果をもとに TS 原案を作成した。
- 4) 灯油対応 SOFC の研究に関しては、水蒸気及び燃料蒸気を広範囲な混合比 (S/C<5) で安定 (相対標準偏差0.5%) に発生させる改質触媒試験装置及び改質ガス成分を高精度 (精度0.3%) かつ高速 (10秒程度) で分析できるシステムを開発し、エチレン、プロピレン等の C2+未改質炭化水素等が生成する条件を明

らかにした。

5) SOFC の多様な燃料への適用を目標に、導入時に起こりうる電極、電解質、インターコネク、周辺材料と劣化現象の関係を明らかにし、これらを回避する方法を検討することによって、適用性の拡大を目指した。灯油主成分については、スカンジウム安定化ジルコニア (ScSZ) 電解質とニッケル (Ni)- ScSZ サーメットアノードを用いることで炭素析出が抑制され、100 時間以上の内部改質発電が可能であることを証明した。また、炭素析出に及ぼす水蒸気量、温度、燃料不純物の影響を系統的に評価し、安定して発電できる条件を明らかにした。

6) インターコネク用 Fe-Cr 系合金について SOFC 模擬雰囲気下の酸化挙動を検討した。シール剤のない部分については、酸化皮膜生成による抵抗の推移を放物線則で予測可能だが、シール材との接触部分では、異常酸化がおこり、厚い皮膜が生じた。異常酸化の原因として、アルカリの影響、シリコンの影響などを明らかにした。

7) 安定同位体によるラベリングを用いて、SOFC の電極/電解質の表面・界面でおこる炭素析出反応の活性点分布、酸素還元反応の活性点分布、電解質中への酸素潜り込み現象の3次元的可視化など、物質移動の軌跡を直接観察する分析方法を確立した。イオンブロッキングセルの直流分極法により、通常の伝導度測定では困難なイオン伝導体中電子・ホール伝導度と濃度を見積もることに成功し、得られたデータをもとに共通基盤データとして整理した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体酸化物形燃料電池、規格・標準化、発電特性解析、高精度効率測定技術、燃料多様化、劣化挙動、材料データベース

【テーマ題目3】 超電導薄膜限流器研究開発「高性能・低コスト限流素子の作製技術の研究開発」(産総研委託費、エネルギーネットワークグループとの共同研究)

【研究代表者】 山崎 裕文 (超電動技術グループ)

【研究担当者】 山崎 裕文、

Develos-Bagarinao Katherine、
馬渡 康徳、大木 康太郎、中川 愛彦、
海保 勝之、新井 和昭、古瀬 充穂
(常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

電力自由化推進上の大きな課題として、分散電源連系に伴う短絡事故電流の増大がある。その対策として有望なのが、通常時は低インピーダンス、短絡時に高インピーダンスとなって事故電流を抑制する限流器の導入であり、大面積超電導薄膜を用いる限流器が、信頼性・性能・体格・大容量化の観点から優れている。薄膜素子コ

ストを低減して実用化するため、高容量密度の限流素子を低コストで作製する技術を確認することが本研究の目的である。

超電導薄膜限流器の低コスト化のために、限流素子の容量密度を高くして、高価な大面積サファイア基板上超電導薄膜の必要面積を低減させる。薄膜の単位幅当りの臨界電流 (臨界面電流) の向上と、限流素子の単位長さ当たりの許容電圧 (許容電界) の向上の2つのアプローチがあるが、前者として、大面積パルスレーザー蒸着法 (PLD 法) により、臨界面電流 (臨界電流密度 J_c と膜厚の積 = 単位幅当りの臨界電流) が高い大面積 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (YBCO) 薄膜を作製する技術を開発している。後者として、YBCO 薄膜に純金属よりもはるかに抵抗率の高い合金分流保護層を蒸着し、外付け分流抵抗を並列接続した産総研独自方式の限流素子の大容量化を推進している。また、市販の共蒸着法薄膜、低コスト塗布熱分解法薄膜、多孔質 PLD 法薄膜を用いて限流素子を製作して、限流特性を評価している。

平成18年度は、以下の研究を行った。金銀合金分流層を用いる限流素子について、限流時の常電導伝搬挙動と温度分布特性を把握したところ、サファイアは液体窒素温度で銅よりも熱伝導率が高いが、伝搬速度は1-4 m/s でそれほど速くなかった。このため、外付け抵抗を接続する素子単位長を5 cm とした2直列素子の構成で、有効面積1 cm \times 10 cm への大容量化を行い、45 V_{peak}/cm 以上の高い許容電界を示す限流特性を確認した。サファイア基板上 YBCO 薄膜作製において、通常の欠陥の少ない薄膜では、膜厚が約300 nm 以上になるとマイクロクラックが生ずるのに対し、大面積 PLD 法膜では、空孔等の欠陥の存在により、クラック無しの厚膜化が可能である。膜厚増加に伴う J_c 低下現象への対策として、YBCO 単位層の厚さを300 nm 以下に保つ多層構造の採用が有望であることを明らかにし、DyBCO 層を中間層とする2-3層構造膜で、市販膜の約1.5倍の臨界面電流 \sim 140 A/cm を有するサファイア基板上 YBCO 薄膜を得た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 限流器、超電導薄膜、PLD、YBCO、限流素子、合金分流層、コスト

【テーマ題目4】 エネルギー・環境技術標準基盤研究「大面積超電導膜の臨界電流密度とその分布の測定方法」(産総研委託費)

【研究代表者】 山崎 裕文 (超電動技術グループ)

【研究担当者】 山崎 裕文、馬渡 康徳、
Develos-Bagarinao Katherine、
大木 康太郎、中川 愛彦、幸坂 紳
(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

大面積超電導薄膜をマイクロ波フィルターや超電導限

流器に応用する際に、臨界電流密度 (J_c) 及びその分布を正確に把握して、膜質を厳密に管理することが重要である。そのためには、非破壊的に局所的な J_c を測定できる誘導法が適しており、第3高調波誘導電圧を用いる方法が主として用いられている。しかし、現在まで標準的な測定法が確立しておらず、 J_c を決定する基準があいまいであるだけでなく、正確な測定が行われていない。当グループでは、これまでに、この測定法の基本原理を明確にするとともに、コイル励磁電流の周波数を変えて複数回の測定を行うことにより、試料の不均一性の指標である電流電圧特性を測定できることを示した。本研究では、大面積薄膜の J_c 及びその分布の測定について、測定原理に基づき正確に J_c を与える測定法を提案し、求められる測定精度を有し、再現性のよい測定方法として確立して、国際規格原案を作成・提案することを目標としている。臨界電流密度測定時に超電導体に誘起される電界を考慮し、 J_c 測定の際の電界基準を含めた測定法とする。また、コイルと薄膜の距離が既定のものから外れたときに発生する誤差、コイルが傾いた場合に発生する誤差などの測定の誤差要因の解明を行なうとともに、超電導薄膜の端部のどこまで正確な測定が可能かについて明らかにする。以上を標準的な測定方法として確立し、国際規格原案を作成して、International Electrotechnical Commission (IEC)/TC90(superconductivity) 超電導委員会国内技術委員会に提案する。

平成18年度には、大小2つの典型的なサイズの測定コイルを製作し、どのような仕様のコイルが適当であるか調べた。標準コイルを作製し、それを用いて、関係者でラウンド・ロビン・テストを行った。提案する規格原案の素案ドラフトを作成し、IEC/TC90超電導委員会国内技術委員会の WG8 (超電導薄膜の表面抵抗) で審議するとともに、ラウンド・ロビン・テスト関係者で検討した。金属基材上の YBCO テープ線材の J_c 及び n 値 (べき乗の電流電圧特性 $V \propto I^n$ の指数) の分布測定が可能であることを実証するとともに、超電導薄膜の J_c の磁界角度依存性を自動的に測定するシステムを構築し、多数の薄膜について測定した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 誘導法、臨界電流密度、超電導薄膜、第3高調波誘導電圧、標準測定法

【テーマ題目5】 高性能色素増感太陽電池の研究開発 (運営費交付金、新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費、科学技術振興調整費中核的研究拠点育成、科学研究費補助金)

【研究代表者】 杉原 秀樹 (太陽光エネルギー変換グループ)

【研究担当者】 杉原 秀樹、春日 和行、佐山 和弘、北尾 修、草間 仁、小野澤 伸子、

柳田 真利、船木 敬、小島 猛、柳澤 武、倉重 充彦、長谷 俊之 (常勤職員10名、他2名)

【研究内容】

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的として、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現するための技術開発を行っている。増感色素としての遷移金属錯体や有機色素の設計合成、酸化チタンを代表例とする酸化半導体電極の製造技術、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル化等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。平成18年度は、実用化を想定したモジュールを構成する単セルをさらに高効率化することを目指した光電流向上技術、光起電力向上技術を開発するため、新規高性能ルテニウム錯体色素の開発、半導体電極の最適化、電解質溶液系の最適化を行った。また、セル性能の経時劣化要因の解析を行い、温度、光強度やセル構成法が影響を与えることを明らかにした。フェニレンエチニレンを有するテルピリジンを配位子としてもつ新規ルテニウム錯体色素を合成し、構造と増感色素としての性能について検討し、吸収スペクトルが、密度汎関数法などの計算結果と良い一致を示すこと、計算シミュレーションで予想された通り、フェニレンエチニレンを導入することで、吸光係数の増大が実現することを明らかにした。また、我々の開発した従来使用されている N719色素と比べ、より長波長側に極大吸収をもち、ほぼ同等の吸光係数を持つ二つのピピリジンの窒素原子がすべて同一平面上にあるような新規配位子を持つルテニウム錯体色素について、類縁体をさらに合成し、その構造と性能の関係を検討した。その結果、電極への結合基の位置、数、アミノ基の窒素原子上のアルキル置換基の長さが増感剤としての性能に影響を示すことを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体

【テーマ題目6】 人工光合成技術の研究開発 (運営費交付金、科学技術振興調整費中核的研究拠点育成)

【研究代表者】 杉原 秀樹 (太陽光エネルギー変換グループ)

【研究担当者】 杉原 秀樹、佐山 和弘、小西 由也、柳田 真利、岡本 道雄、荒井 健男、杉田 剛、春日 和行、姫田 雄一郎、宮澤 暁 (常勤職員6名、他4名)

【研究内容】

太陽光エネルギーの効率的な利用技術の確立を目指し、

自然が巧妙に行っている光合成プロセスを手本として、太陽光エネルギーと水と炭酸ガスから、クリーンエネルギーである水素や炭化水素等の有機系資源の製造を可能とする、人工光合成技術の開発を行っている。特に、太陽光エネルギーの大半を占める可視光エネルギーを利用した水の分解による水素製造技術や、光還元固定プロセスによる炭酸ガス固定化、再資源化に関する技術開発を行い、実用化のための基礎的知見を集積する。平成18年度は、実用化に有利な薄膜光触媒電極系の研究に重点を置いた。1) BiVO_4 光電極の高性能化について検討し、Ag 処理による光電流向上効果及び安定性向上効果の発現メカニズムについて考察し、Ag が Bi サイトにイオン交換している状態が高い酸素発生触媒作用を示すことを見いだした。2) 二酸化チタンを超える活性を持つ、高性能な新規可視光応答性の半導体光触媒を開発するため、独自の光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムの開発を行った。自動半導体膜合成装置及び自動光電流特性解析評価装置を開発し、高速で半導体ライブラリー膜の光電気化学特性を評価できる手法を確立した。各種鉄系の複合酸化物を検討し、Ti や Nb、V などを含む電荷分離能力の高い n 型半導体を見いだした。また、アセトアルデヒドなどの環境汚染物質の分解に関して、各種銅系複合酸化物と酸化タンゲステン系光触媒を組み合わせた高性能な新規可視光応答性光触媒の開発に成功した。炭酸ガスの均一系錯体触媒による、水媒体中での水素化反応については、独自に開発した世界最高性能の触媒活性をもち、反応後容易に回収可能な特徴を有する、水酸基を持つハーフサンドウィッチ型ビピリジンイリジウム錯体について検討を行い、その反応機構を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】光触媒、可視光、水の分解、水素製造、炭酸ガス固定化

【テーマ題目7】サルファーフリー燃料製造用触媒の実用化開発（運営費交付金、特許実用化共同研究制度）

【研究代表者】葭村 雄二（水素化精製触媒グループ）

【研究担当者】葭村 雄二、鳥羽 誠、伊藤 秀幸（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

現行の石油精製設備をそのまま利用し、軽油製造プロセスや軽油基材を変更することなく、触媒の交換のみで $\text{S} < 10 \text{ ppm}$ 燃料を製造可能な触媒の開発を行った。軽油のサルファーフリー化 ($\text{S} < 10 \text{ ppm}$) 用の脱硫触媒については、既に NiMo 系触媒 LX-NC1 として共同研究相手先から製品化されている。脱硫操作に伴う水素消費量をさらに低減させるため、CoMo 系触媒について検討を行い、触媒調製用資材の構造解析、各資材を用いた試作触媒の構造解析、活性劣化機構解明等を検討した。電子

顕微鏡分析の結果、担体上では積層数が1~2層、(002) 面長が3~5 nm の硫化モリブデン (MoS_2) が高分散状態で担持されていることがわかった。また、触媒上に吸着した NO の拡散反射赤外分光法から、高分散 MoS_2 粒子のエッジ部位に配位した Co 等の配位状況の再現性が確認された。さらに、脱硫性能の再現性をより詳細に調べるために、モデル硫黄化合物として難脱硫性の4,6-ジメチルジベンゾチオフェン (4,6-DMDBT) を用いた高圧流通式反応試験を行い、十分に高い脱硫活性が得られることを確認するとともに、直留軽油 ($\text{S} = 1.5 \text{ wt\%}$) から $\text{S} < 10 \text{ ppm}$ 軽油が製造可能であることを確認した。当初の目的通りに、CoMo 系触媒が NiMo 系触媒より低水素消費型であることもわかった。一方、レギュラーガソリンの主要基材である FCC ガソリンの選択脱硫用触媒開発では、生成ガソリン中の硫黄量を10 ppm 以下、オクタンロスを1.5以下に制御可能な CoMo 系触媒を見出し、特許実用化共同研究を通してプロトタイプ触媒 (CoMo/ Al_2O_3 系触媒) を提案した。

高濃度の硫黄 (S 数百~数千 ppm) を含有する欧米型の FCC ガソリンの脱硫処理では、我が国の FCC ガソリン処理に比べ、脱硫過酷度の増加に伴うオクタンロスが顕著になるが、オレフィン類の水素化活性抑制に繋がる触媒調製指針を取得した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】サルファーフリー軽油、サルファーフリーガソリン、脱硫触媒、硫化物触媒、選択脱硫

【テーマ題目8】低芳香族軽油製造用触媒の開発（運営費交付金）

【研究代表者】葭村 雄二（水素化精製触媒グループ）

【研究担当者】葭村 雄二、岡部 清美、鳥羽 誠、森田 芳弘（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

ポスト S-free 軽油としての、ゼロサルファー ($\text{S} < 1 \text{ ppm}$)・低芳香族（芳香族 $< 1 \%$ ）軽油の有用性を実証するため、産総研で開発した Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒を用いて、石油系 S-free 軽油からゼロサルファー ($\text{S} < 1 \text{ ppm}$)・低芳香族（芳香族 $\sim 1 \%$ ）軽油を製造するとともに、その低芳香族軽油のエンジン試験を行った。製造されたゼロサルファー・低芳香族軽油は、サルファーフリー軽油に比べて潤滑性は劣るが、低温流動性や曇り点等は大きく向上することがわかった。このゼロサルファー・低芳香族軽油の低温流動性は、低温流動性確保のために、異性化处理等が不可欠であるゼロサルファー・ゼロアロマの GTL に比べて、優位性を有していることもわかった。98年排ガス長期規制適合エンジンを搭載したトラック車両を用いた D13運転モードにおける排出ガス試験（クリーン動力グループで実施）の結果、サルファーフリー軽油の低芳香族化により、CO、HC、

NO_x、PM の全ての排出ガス成分が低減し、低減率はそれぞれ約16 %、35 %、8 %、7 %であった。最新型の酸化触媒や尿素 SCR 触媒が搭載されている車両を用い、JE05モードで試験した結果、サルファーフリー軽油の低芳香族化により、CO、NO_x、PM 等の排出ガス成分がさらに低減しており、低減率はそれぞれ約6 %、15 %、23 %であった。この軽油の低芳香族化に伴うPM 排出量の低減は、DPF の差圧低減や DPF 再生頻度の低減等に繋がるため、燃費改善への貢献が大いに期待される。サルファーフリー軽油（芳香族=25 wt%、S=10 ppm）からゼロサルファー・低芳香族軽油（芳香族=5 wt%、S=2 ppm）を製造する際の精製コストを試算した結果、ゼロサルファー・低芳香族軽油（芳香族=5 wt%、S= 2 ppm）生産における精製コストは約2,100 円/kL となった。Pd-Pt 触媒の耐硫黄性強化は、水素ガス中の硫化水素除去に対する設備軽減等に繋がるため、耐硫黄性向上に向けた対策指針を取得した。さらに、石油代替の S-free・芳香族-free の軽油基材として有力視されている、GTL 合成燃料を製造できる FT 合成触媒技術について検討を行い、アルコキシド法で調製された Ru-SiO₂触媒では、メタンの生成が5 %以下に抑制され、C5+選択率85%を達成でき、さらに活性を向上させる触媒設計指針を得た。また、FT 合成ガス中の CO₂濃度の影響を調べた結果、CO₂<20 %では CO₂の触媒性能低下等への影響が小さいことが明らかになり、本 FT 触媒は CO₂含有量の高い天然ガス田（従来は未利用）からの天然ガス利用や高濃度の CO₂混入が予想されるバイオマスからの合成ガスにも適用可能であり、Biomass to Liquid (BTL) 技術への展開も可能であることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】低芳香族軽油、ゼロサルファー軽油、貴金属触媒、GTL 軽油、排出ガス特性、FT 合成触媒

②【情報技術研究部門】

(Information Technology Research Institute)

(存続期間：2005. 7. 15～)

研究部門長：坂上 勝彦

副研究部門長：橋田 浩一

主幹研究員：戸村 哲

所在地：つくば中央第2事業所、秋葉原サイト、臨海副都心センター

人員：64名 (62名)

経費：1,186,368千円 (559,716千円)

概要：

部門のミッション

情報技術研究部門は人間の生活世界における実問題をその意味に基づいて解決するための、使いやすい先端情報技術の創出と普及を目指します。

部門の概要

当研究部門は、人間の生活世界における実問題の解決に資する先端情報技術の創出と普及をミッションとして、情報処理研究部門、サイバーアシスト研究センター、知能システム研究部門の一部が統合して2004年7月15日に発足しました。生活世界の具体的な意味内容（コンテンツ）に即して情報通信基盤技術と知能情報処理技術とを融合した研究開発を行い、生活世界の意味をデジタル情報化・資源化（すなわち情報コンテンツ化）し、それを実問題に適用することで新たな意味や価値を創造し、人間の安心・安全・快適な生活に寄与する知的な情報技術を構築することを目標とします。常勤研究者約70名が、つくば研究センター、産総研秋葉原サイト、臨海副都心研究センターを主たる拠点として研究活動を展開しています。

挑戦する研究課題

個人及び社会による知的活動を支援・拡張・代替する新たな情報技術に関して、生活者や社会の視点から情報の具体的な意味（コンテンツ）に即して高度な技術を擦り合わせるコンテンツドリブンな戦略で研究開発を行います。このようなコンテンツの種類に応じて以下を行います。

1. 文書やソフトウェアの知的生産性を向上させ、知識や社会にまつわる実問題の解決に資する情報技術に関する研究
2. 生活世界のデジタル情報化・資源化によって、生活を支援するソリューションを提供する情報技術に関する研究、の2つの求心力のある研究テーマを設定する。
3. これらに共通する基礎的・基盤的な情報技術や理論に関する研究とも連携し、全体としての問題解決を指向した大きな統合を目指します。

運営の基本方針

研究分野間の壁をなくすことを運営の基本方針とします。すなわち、基盤技術の研究者と応用技術の研究者、異分野の研究者との議論を深め、お互いの研究内容に関する相互理解により、視野を広げることに努めて研究を推進します。

そのために、コンセプトとしての求心力を持った横断的研究テーマを設定し、具体的な連携を実施する横断的な研究プロジェクトにより、従来の個別の要素技術を超えた斬新なシーズの創出と高度な技術の擦り合わせを推し進めます。

また、事前に想定したターゲットに向かって擦り合わせるだけでなく、ニーズとのディスカッションによる擦り合わせ作業の中で新たなアウトカムを見いだすにコンテンツ駆動型の研究アプローチを推進します。

本研究部門は、3つの研究ユニットの融合研究部門であるため、部門自体の方針として上記のような分野連携を標榜しています。しかし、これはユニット間連携をエンカレッジすることと同値であり、日々の研究活動はもちろんのこと、内外プロジェクト提案、広報活動、研究インフラ活用等、あらゆる面でユニット間連携を推進します。

将来の展望

生活世界の諸課題に対する情報サービスや支援を、コンピュータと人間とを融合する技術体系として創出し、成果を社会に様々な形で普及させ、産業や社会の持続的発展に貢献します。これを実現するために、研究者自身が相互理解を深め、視野を広げ、研究分野間の壁をなくすことにより、既存の要素技術の発展では対応できない問題の解決と、新たな技術体系の構築を目指します。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 若手A：「音楽音響信号理解に基づく新たな音楽インタフェース研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤B：「Webからの研究者ネットワークの抽出」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C：「対話型インタフェースに対して有効に働く音源分離技術に関する研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手B：「なめらかな粒度の情報を扱うユビキタス・インタフェースの研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手B：「ソーシャルネットワークを用いた情報推薦」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤A：「マルチメディア型会議録の構造化に関する研究」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託 重要課題解決型研究等の推進：「危機管理対応情報共有技術による減災対策」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託 重要課題解決型研究等の推進：「生活者支援のための知的コンテンツ基盤」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進：「CDL(Concept Description Language)の仕様策定と標準化」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進：「モバイルアド

ホックネットワークにおけるスケーラブルグループメンバー確認技術に関する研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金：「人の社会的関係を考慮した情報提供に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト：被災建物内移動RTシステム（特殊環境用ロボット分野）、閉鎖空間内高速走行探査群ロボット

独立行政法人防災科学技術研究所「エージェントライブラリの開発とシステムプロトコルの設計」

独立行政法人防災科学技術研究所「アドホックネットワーク及び無線タグによる災害時臨時情報共有交換システム」

財団等：複数衛生画像間の変化抽出手法の開発（その3）

財団等：試行評価環境の構築及び関連する技術調査

発表：誌上発表186件、口頭発表218件、その他24件

情報流デザイングループ

(Fluid Information Design Group)

研究グループ長：橋田 浩一

(秋葉原サイト)

概要：

ユビキタスコンピューティング環境に関する多くの研究が行われているが、真に誰もがどこでもいつでも使えるユニバーサルなインタフェース技術はまだ登場していない。

当グループは、ユビキタス環境において人間が様々なシステムを利用するとき最も重要な「情報流」の制御に必要なインタフェース手法/検索手法/コミュニケーション手法の基礎技術を開発している。

またユビキタス社会を実現するために、情報流の視点から基礎技術を統合した斬新かつ実用的なシステムの研究開発を行い、セキュリティシステム、Web上の新しいコミュニケーションシステムの提案を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1

メディアインタラクショングループ

(Media Interaction Group)

研究グループ長：浅野 太

(つくば中央第2)

概要：

音響信号処理・音声認識・画像処理・統計的学習・音楽情報処理などの要素技術を統合し、実環境ロボラスト性・ユーザ/環境適応性を備えたヒューマンインタフェースの開発を目標としている。具体的には、ロボットの音声インタフェース、会議録のデジタルアーカイブ作成・再生支援、音声情報支援・音楽再生インタフェースなどの開発を目標としており、学会発表などアカデミックな分野での活動だけではなく、企業などと連携して、現場に近い環境でのシステム開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目2

ユビキタスインタフェースグループ

(Ubiquitous Interface Group)

研究グループ長：伊藤 日出男

(臨海副都心センター、つくば中央第二)

概要：

将来の位置に基づく通信による情報サービスを実現するため、そのアプリケーション開発とシステム要素技術開発を通じたデバイスとそのシステムの研究開発を推進している。位置に基づく通信の将来の核心となる要素技術としては、屋内など近距離空間における利用者の精密な位置計測・追尾技術の研究開発と、低消費電力通信、匿名機能通信等に関する研究開発を行っている。また、セキュリティとプライバシーに配慮した位置に基づく情報サービスを実現するためのユーザインタフェースの研究として RFID 等の電波や光による近距離無線通信技術を利用し、位置に基づく実用サービスを実際に提供するアプリケーションの研究を行っている。

研究成果は学会だけでなく各種展示会等において周知を行い、研究開発した成果は複数の産総研認定ベンチャーに技術移転を行い、成果の普及を推進している。

研究テーマ：テーマ題目3

マルチエージェント研究グループ

(Multi-Agent Research Group)

研究グループ長：車谷 浩一

(秋葉原サイト、臨海副都心センター、つくば中央第2)

概要：

マルチエージェント、すなわち個々の主体（エージェント）が自律的・独立に行動・動作・計算を行い、主体の集まり全体として柔軟かつ効率的に目的を達成するようなシステムに関する研究開発を行う。大規模なソフトウェアをエージェントの集まりとして実現する技術、システム全体の効率と個々のエージェントの効用を両立する技術、分散センシング環境からの情報を統合して理解する技術、などの研究開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目4

知的コンテンツグループ

(Intelligent Content Group)

研究グループ長：橋田 浩一

(秋葉原サイト)

概要：

さまざまな情報コンテンツの意味構造を記述する枠組の国際標準化、その意味構造に関連するさまざまな応用技術の研究開発、及び位置に基づく通信とコンテンツの意味構造化の組合せによる情報サービス技術の開拓を進め、これらを普及させることにより、人間の日常生活と社会活動を総合的に支援する技術体系を確立することを目指して研究を進めている。平成18年度には、意味的情報検索、意味構造に基づくコンテンツ作成支援、人間関係の構造化、オントロジーに基づく情報基盤システムなどの研究をさらに進めるとともに、産総研の次期情報システムの構築及びその横展開にも貢献した。

研究テーマ：テーマ題目5

ユビキタスソフトウェアグループ

(Ubiquitous Software Group)

研究グループ長：森 彰

(秋葉原サイト)

概要：

計算機ネットワークが日常生活に浸透していく次世代ネットワーク環境のための基盤ソフトウェアについて、(1)安全・安心（情報通信機器を未知の攻撃から防御する技術に関する研究）、(2)快適・便利（実世界ユーザインタフェースに関する研究）、(3)なにでも繋がる（生活世界ミドルウェアに関する研究）、という観点から、情報家電を入り口としたユビキタスコンピューティング環境における基盤ソフトウェア技術の開発を行う。また、こうした研究を支えるソフトウェアそのものを分析するソフトウェアの研究開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目6

グローバルITシステムグループ

(Global IT System Group)

研究グループ長：戸村 哲

(つくば中央第2)

概要：

情報サービスをグローバルに提供し、普及させるためのソフトウェア基盤技術を開発する。とりわけ、情報サービスの中核をなす文書情報処理を世界各地の言語、文化に適応させる多言語情報処理技術の開発、安心・安全・快適に情報サービスを利用するために必要不可欠であるシステム管理運用技術の開発などをグル

ープの目標とする。

グループの目標を達成する情報技術をソフトウェアとして実現する。その際の方法論としては実証的ソフトウェア研究の手法を採用し、設計・実現・公開・利用者の評価による改善のサイクルを用いる。これにより、実際に広く利用されるソフトウェアを提供するための場としてグループを運営する。

研究テーマ：テーマ題目7

自由ソフトウェア研究武門グループ (Free Software Initiative Research Group)

研究グループ長：新部 裕

(秋葉原サイト)

概 要：

自由ソフトウェアの研究開発と利用を実践として推進した。公的機関において公益の観点から自由ソフトウェアを位置づけ、自由ソフトウェアの研究開発の範を示した。我が国において自由ソフトウェアの研究開発を奨励し、活性化させることに貢献した。

自由ソフトウェアのソースコードが公開される利点を活かし、ソースコードを対象とした議論、論説という新たな分野の開拓を Codeblog 活動として継続した。

また、自由ソフトウェアの研究開発と利用に関して、内外の活動を行っている組織・団体と積極的に交流し、自由な利用及び開放型の開発の基盤となるライセンスについて、討議し、日本からの情報発信として国際的活動に貢献することができた。

その他、研究開発の基盤として、また、日常業務のツールとして、自由ソフトウェアの利用を積極的に推進を行った。そして、ソフトウェアを自由ソフトウェアとして発表し、開放型の開発を奨励した。

研究テーマ：テーマ題目8

知識処理基盤グループ (Knowledge Processing Fundamentals Group)

研究グループ長：元吉 文男

(つくば中央第2)

概 要：

蓄積された知識に変形・推論などの操作を行う知識処理のための理論を究明する一方、教育、研究支援へ利用可能なプログラムを作成して知識処理ツール群を構築する。具体的には、工学的な問題解決のための推論に関するさまざまな知識処理手法を系統的に整理し、相互に利用可能な機能を抽出すると同時に、知識処理の理論を実現するソフトウェアツール群を開発する。また、それらを利用して現実の工学的問題解決を支援するシステムの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目9

音声情報処理グループ (Speech Processing Group)

研究グループ長：児島 宏明

(つくば中央第2)

概 要：

音声情報処理の応用の可能性は多岐にわたるが、認識の頑健性や雑音などの問題により、実生活での利用において広く浸透するには大きな壁がある。そこで、音声及び環境音など実世界の音響信号を構造的にモデル化して、記号的な情報に変換するとともに、記号領域における各種の処理手法を統合することにより、信号から意味に至るまでの変換過程における様々な手法の研究を行う。同時に、音声の分析手法やモデル化手法の精密化による認識精度の向上を目指す。このような手法に基づき、音声検索システムや音声対話システム、福祉機器、情報家電など多様な切り口で応用の可能性を探り、実用化を目指す。

研究テーマ：テーマ題目10

インタラクティブビジョングループ (Interactive Vision Group)

研究グループ長：永見 武司

(つくば中央第2)

概 要：

空間中に分布し時間とともに変化する様々な現象について、画像データとして獲得する技術、先端的画像処理手法を基盤に理解する技術、ユーザーや他のシステムとのインタラクションを重視した活用技術について研究を行っている。

本グループでは、これまで培ってきた画像認識技術に立脚して、セキュリティ、メディアアート、ロボット、GIS 等の技術分野と連携し、3D モデルを使用するコンテンツの作成支援及び実空間における非接触非拘束インターフェース実現のための3次元データ処理技術、自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術、2値化・傾き補正、リモートセンシング等の基本的画像処理技術の研究開発を行っている。今後もこれらの取り組みによってセンシングやコンテンツ産業を主要な対象に技術的貢献を果すことを目指すとともに、時空間情報の蓄積技術や時空パターンの抽出技術の研究開発への展開を図り、時間的広がりを持つ問題に対する空間情報処理基盤技術の確立を目指すこととしている。

研究テーマ：テーマ題目11

インタラクティブビジョングループ (Interactive Vision Group)

研究グループ長：永見 武司

(つくば中央第2)

概 要：

空間中に分布し時間とともに変化する様々な現象について、画像データとして獲得する技術、先端的画像処理手法を基盤に理解する技術、ユーザーや他のシステムとのインタラクションを重視した活用技術について研究を行っている。

本グループでは、これまで培ってきた画像認識技術に立脚して、セキュリティ、メディアアート、ロボット、GIS等の技術分野と連携し、3Dモデルを使用するコンテンツの作成支援及び実空間における非接触非拘束インターフェース実現のための3次元データ処理技術、自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術、2値化・傾き補正、リモートセンシング等の基本的画像処理技術の研究開発を行っている。今後もこれらの取り組みによってセンシングやコンテンツ産業を主要な対象に技術的貢献を果すことを目指すとともに、時空間情報の蓄積技術や時空間パターンの抽出技術の研究開発への展開を図り、時間的広がりを持つ問題に対する空間情報処理基盤技術の確立を目指すこととしている。

研究テーマ：テーマ題目11

実世界指向インタラクショングループ

(Real World-based Interaction Group)

研究グループ長：西村 拓一

(つくば中央第2、臨海副都心センター)

概要：

実世界における人間同士及び人と着用型・環境型端末とのインタラクション技術を基盤としてコミュニティ創成及び遠隔協調作業の研究を推進する。このため、「高度情報サービスを創出する研究開発」の「人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発」において、特に実世界に密着したインタラクション技術に関しての研究を行い、環境に配置したセンサ及び人体に密着したウェアラブル機器のセンサ情報からユーザの位置、向き等を推定するデバイス及びソフトウェアを研究開発し、情報支援、作業支援を実現する。

今年度は、パーソナルポジショニング組込モジュールを改良するとともに、屋内外3次元ナビシステムを開発した。屋内3次元ナビゲーションシステム実験として過去に例がない規模の試験運用を科学技術館で実施した。時間、場所、被験者IDなどをクエリとして、被験者の軌跡や音声、被験者映像を検索・表示することができる拡張現実履歴ブラウザを開発した。WACLに関する国際会議発表でのベストペーパー賞受賞や、拡張現実インタラクション技術に関する複数の特許出願、登録も成果としてあげられる。また、実世界でのユーザの活動状況を把握し情報提供を行うシステムとWebでのコミュニティ支援システムとを統合する研究を進めた。イベント空間情報支援プロジェクトを主導し、参加者の位置など状況の取得方法及び人間関係

や行動履歴を用いた情報推薦サービスを開発した。これらの論文は、ユビキタスコンピューティング大手の国際会議 Ubicomp2006などにて採録された。また、プロジェクト全体の技術を統合したシステムが JSAI2006、Ubicomp2006、CSCW2006などで運用された。

研究テーマ：テーマ題目12

【テーマ題目1】情報流に関する研究（運営交付金）

【研究代表者】橋田 浩一（情報流デザイングループ）

【研究担当者】橋田 浩一、江渡 浩一郎、塚田 浩二、高田 哲司（常勤職員4名、他5名）

【研究内容】

ネットワーク上の情報流通があたりまえになり、誰でもどこでもいつでも/計算機を使って様々な情報を利用することができるようになりつつある現在、情報を簡単に取得し、加工し、移動して活用する方法が非常に重要になってきている。たとえば、ネットワーク上の不定形で大量のテキスト情報を直感的な方法で検索/フィルタリングして閲覧したり、大量の音楽ソースから簡単に目的の楽曲を選択したり、ビデオや音楽を好きな場所で見たり聞いたりできるようにしたり、いろいろな場所にいる友人達と自由に情報交換したり、情報の流れを自分の流儀で自由自在に制御するための様々な技術が必要になる。

これらの実現のためには、情報検索技術、実世界指向インタフェース技術、情報作成技術、情報編集技術、情報視覚化技術、コミュニケーション技術、インターネット技術、セキュリティ/プライバシー管理技術のような、情報の流れを制御するための基礎技術に加え、これらを統合的に利用する技術が必要になる。

情報流デザイングループではこのような技術を統合した「情報流」の研究開発を行ない、研究成果を広く公開している。

グループ員は、独立したテーマで研究開発を行ないつつ、研究結果について密に報告して刺激を与えあることにより、より先進的なテーマを創出する。開発結果は早急にWeb上に公開し外部と情報交換を行なっている。

- * 個人認証における物理空間での「覗き見攻撃」に関する問題に着目し、その対策手法としてユーザインタフェースによる改善手法「fakePointer」を提案した。
- * Web上に手軽にデジタル写真をアップロードして共有し、Webブラウザから簡単にタグ付などを行って写真を整理し、手軽にストーリーをつけてWebブラウザ上で公開できる写真共有システムを構築した。
- * ユビキタス環境で直感的に利用することのできる各種の入力デバイスを試作した。
- * インターネット上で不特定多数が情報交換を行なう

ためにメーリングリストと Wiki を融合することにより両者の利点を持つ先進的な情報交換システムを発展させ、そのユーザを1800グループに拡大した。

- * 3次元シミュレーションを行なうことにより動きのある擬似生物を自由に編集し共有することのできるシステムを用いて小中学生のべ2500人が参加するワークショップを開催した。

【分野名】ユビキタスコンピューティング

【キーワード】ユーザインタフェース、ユニバーサルデザイン、モバイルコンピューティング、情報検索、情報視覚化、認証、コミュニケーションシステム

【テーマ題目2】メディアインタラクションに関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】浅野 太
(メディアインタラクショングループ)

【研究担当者】浅野 太、麻生 英樹、原 功、
吉村 隆、後藤 真孝、緒方 淳、
河本 満（常勤職員7名、他9名）

【研究内容】

企業における顧客とのミーティングや公的機関における委員会など、会議録を作成する需要は非常に多いが、小規模の会議では、議事録を作成するにはコストがかかりすぎ、ビデオなどで収録した場合は、会議の内容を把握するために、収録した内容をすべて再生する必要があり、効率が悪い。本研究では、会議において、だれがいつどういう内容を発言したかを解析し、これに基づいて、視覚化・構造化されたマルチメディア・コンテンツを自動的に作成する。これにより、会議を収録したデータの中から必要な情報に効率的にアクセスしたり、会議録のダイジェスト版を作ったりすることが容易にできるようになる。本研究では、卓上の小規模な収録装置（カメラアレイとマイクアレイ）を用いて会議を収録するため、会議参加者ひとりひとりにマイクをつけるといった煩わしい作業を必要としないことも特徴のひとつである。本年度は、会議における発話のかぶりを分離し、自動的に発話内容を認識するシステム、会議中の笑い、咳などの音声以外の音イベントを検出する手法、画像データから発話者のクローズアップ画像を抽出する手法など開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマンインタフェース、マルチメディア

【テーマ題目3】ユビキタスインタフェースに関する研究

【研究代表者】伊藤 日出男
(ユビキタスインタフェースグループ)

【研究担当者】伊藤 日出男、山本 吉伸、丹羽 竜也、

鍛冶 良作、林 新
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

将来の位置に基づく通信による情報サービスを実現するため、そのアプリケーション開発とシステム要素技術開発を通じたデバイスとそのシステムの研究開発を推進した。位置に基づく通信の将来の核心となる要素技術としては、通信端末の低消費電力動作を実現するため、液晶光変調素子や圧電素子を活用した光反射率変調通信技術の研究開発と微弱無線電力通信技術の研究開発を行った。また、セキュリティとプライバシーに配慮した位置に基づく情報サービスを実現するためのユーザインタフェースの研究としてRFID等の電波や光による近距離無線通信技術を利用し、位置に基づく実用サービスを実際に提供するアプリケーションの研究を行った。

研究成果の社会への周知と普及を図るために、鉄道会社等との実証実験や各種展示会において、FeliCaカード、無電源携帯情報端末AimuletやアクティブRFIDによる位置に基づく光音声情報サービス提供を実施した。研究開発した技術の一部は、シナジーマディア（株）、（有）サイバーアシスト・ワン社等に技術移転された。

【分野名】情報通信

【キーワード】位置に基づく通信、セキュリティ、情報端末、空間光通信、RFID

【テーマ題目4】マルチエージェントに関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】車谷 浩一
(マルチエージェントグループ)

【研究担当者】車谷 浩一、野田 五十樹、幸島 明男、
山下 倫央（常勤職員4名）

【研究内容】

マルチエージェント、すなわち個々の主体（エージェント）が自律的・独立に行動・動作・計算を行い、主体の集まり全体として柔軟かつ効率的に目的を達成するようなシステムに関する研究開発を行う。大規模なソフトウェアをエージェントの集まりとして実現する技術、システム全体の効率と個々のエージェントの効用を両立する技術、分散センシング環境からの情報を統合して理解する技術、などの研究開発を実施する。

【分野名】情報通信

【キーワード】マルチエージェント

【テーマ題目5】知的コンテンツに関する研究

【研究代表者】橋田 浩一
(知的コンテンツ研究グループ)

【研究担当者】橋田 浩一、和泉 憲明、松尾 豊
(常勤職員3名)

【研究内容】

さまざまな情報コンテンツの意味構造を記述する枠組

の国際標準化、その意味構造に関連するさまざまな応用技術の研究開発、及び位置に基づく通信とコンテンツの意味構造化の組合せによる情報サービス技術の開拓を進め、これらを普及させることにより、人間の日常生活と社会活動を総合的に支援する技術体系を確立することを目指して研究を進めている。平成18年度には、意味的情報検索、意味構造に基づくコンテンツ作成支援、人間関係の構造化、オントロジーに基づく情報基盤システムなどの研究をさらに進めるとともに、産総研の次期情報システムの構築及びその横展開にも貢献した。

セマンティックオーサリングシステムをデータベース対応化して使い勝手を向上させ、一般の利用者への講習会を開催して普及のための準備を進めた。これに関連して、引き続き、ISO/TC37/SC4/TDG3のコンビーナを務め、意味内容記述のためのデータカテゴリ集の策定に関する国際標準化活動を進めた。

AIST-SOA プロジェクトを中心としたサービス連携プラットフォームや、科振費「生活者支援のための知的コンテンツ基盤」における動画ブログプラットフォームなどを、セマンティックプラットフォームとしての統一アーキテクチャ YOSEE として具現化させた。また、オントロジーと制約に基づく社会的インタラクションのモデルの実装と理論的整備を進めた。

産総研次期情報基盤システムのフレームワークとして、産総研包括フレームワークを制定するとともに、財務会計システムを対象としたオントロジー構築の実証実験や、産総研イントラの Web ログ分析など、本格研究の先例となる取り組みができた。また、一部の成果は、国際会議での最優秀論文賞を受賞した。

横浜市との協定書が締結され、プロジェクトが順調に稼働した。同時に他の公的機関への横展開もできた。また、招待講演などもこなした。

研究者ネットワーク支援システムに関しては、検索エンジンのヒット件数の推定、語の意味的な近さの認識など、基本的な技術の部分の研究開発を進め、WWW や AAAI などの国際会議で採択された。また、Polyphonet はβ版のサービス運用を行っており、また人工知能学会でも常時運用される見通しとなっている。

【分野名】情報通信

【キーワード】知的コンテンツ、次期情報システム、社会ネットワーク分析

【テーマ題目6】情報家電ミドルウェアに関する研究
(運営費交付金)

【研究代表者】森 彰
(ユビキタスソフトウェアグループ)

【研究担当者】森 彰、神谷 年洋、橋本 政朋、
泉田 大宗 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】
情報家電をはじめとして、住宅設備機器、携帯電話や

センサ、RFID など、生活環境をとりまく情報機器を、利用者の行動の意味に即した形で制御したり参照したりするための基盤ソフトウェアの開発を行い、その成果として、秋葉原サイトの実証実験デモ設備 UBRoom において、意味に基づくミドルウェア UBLink とこれを利用した音声インタフェース UBLink/Speech(ともに開発済み)の実証運用を行った。UBLink は、人間が意図する語彙に近い形で定義された家電の操作手順を、個々の家電が理解できる形に逐一翻訳することで、利用者や機器、あるいは機器と機器との間でのやりとりを容易にするものである。家電操作の定義は、「電源を入れる」や「録画する」や「音量を上げる」といった形式で表現され、オントロジーとよばれる意味記述の枠組みに基づいている。UBLink/Speech は UBLink の上に話し言葉によるユーザインタフェースを実現するもので、音声認識から自然言語処理さらには意味解析を経て UBLink 経由で話し言葉による対話的な指示を可能にする。また、本年度は、環境埋め込みセンサからのストリームデータを解析し、住民の行動に基づく状況依存ユーザインタフェースを提供するモジュール UBSensor の開発を行った。UBRoom 内に設置されたスイッチセンサや振動センサ、さらには RFID アンテナから得られるセンサデータを、それらが得られた場所や時間によって整理し、住人の行動と対応付けることで、「なにもしなくてもよい」ユーザインタフェースの実現や、行動履歴に応じた制御が可能になる。具体的には、朝起床したときや、コーヒーを飲んでいるとき、あるいは、外出するときなどに、その行動をシステムが自動的に検知してふさわしい機器制御(ブラインドを上げる、テレビをつける、照明を暗くする、音楽をかける、消し忘れた機器の電源を切る、など)を行うことが可能になる。開発されたシステムは、実証運用と並行してデモ展示も行い、共同研究など外部連携のきっかけとなっている。この他、実世界ユーザインタフェース手段として、近接指向通信を用いた情報アクセス装置に関する特許を企業と共同で出願した。これは、携帯電話に搭載されている赤外線通信の機能を活用して、プライバシー情報を明らかにすることなく、その場、その時だけの情報に簡便にアクセスすることを可能にするものである。

【分野名】情報通信

【キーワード】ユビキタスコンピューティング、情報家電、意味に基づく実世界インタフェース、センサネットワーク

【テーマ題目7】グローバル IT システムに関する研究
(運営費交付金)

【研究代表者】戸村 哲
(グローバル IT システムグループ)

【研究担当者】戸村 哲、半田 剣一、錦見 美貴子、
高橋 直人、中村 章人

(常勤職員5名、他1名)

[研究内容]

多言語化情報技術の研究では、平成18年度計画に従ってプラットフォームに依存しない利用できる多言語アーキテクチャのための基本設計等を行なった。その結果、プラットフォームに依存しない m17n-lib の実装する言語として C#を採用し、サンプル実装で妥当性を確認した。また m17n-lib データベースについて XML のスキーマ言語による定義を行ない、サンプル記述で妥当性を確認した。GUI ベースの国際化・地域化ツールは Java 等で実現されており、実装言語の多言語機能が利用可能な言語を制限するので C#による m17n-lib の実装を優先させることとした。

システム管理運用技術の研究については、科学技術振興調整費「セキュリティ情報の共有と分析システム」を参照のこと。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 多言語情報処理技術、システム管理運用技術

[テーマ題目8] Codeblog 研究開発 (運営交付金)

[研究代表者] 新部 裕

(自由ソフトウェア武門グループ)

[研究担当者] 新部 裕、田中 哲、上野 乃毅

(常勤職員3名)

[研究内容]

自由ソフトウェアのソースコードが公開される利点を活かし、ソースコードを対象とした議論、論説という新たな分野の開拓を目的とし、インターネット上の blog において、カーネル、コンパイラ、データベース管理システム、ウィンドウシステム、ウェブサーバ等、各分野の第一線の有識者に論説の場を開設し、そこで集積される知見と論議から、ソフトウェアのセキュリティに関する方法論を見出すことができないか模索を継続した。

ソフトウェアのセキュリティを確保しようとする時、セキュリティの観点からは、そのソースコードを精査することが期待されるが、現実問題として、コードレベルの議論は難しい。外部で作られたソフトウェアを別の第三者が読み、理解し、評価することは、ソフトウェアがソースコードとして流通する自由ソフトウェアであっても、なお、多くの課題が残されている。実際のところ、ソースコードの流通がそこに集積された技術、知見の理解という形での共有までに至るには時間もコストもかかる。方法論としても確立できているとはいえない。

自由ソフトウェア研究武門では、独立行政法人 情報技術推進機構 情報セキュリティ技術ラボラトリーと協力し、ソフトウェアのソースコードを読解・批評する方法論を確立することを目指した研究を継続して行った。

この研究のために、分野の異なるソフトウェアを題材として、それぞれに主査を配した人的ネットワークの体

制を運営した。

運用したシステムは、Codeblog と名付けられるシステムであり、blog のシステムと情報交換のための Wiki のシステムとメーリングリストを融合させたシステムである。システムはインターネット上の Web アプリケーションとして実装され、各分野の有識者は的的にウェブブラウザを用いて、その論説を発表する。読者はウェブブラウザを利用し、コメント（ツッコミと呼ばれる）を書き込むことができる。有識者により示された論説を Wiki に集積し、さまざまなソフトウェアの観点（直接にはソフトウェアのセキュリティの問題に関する論点、評価手法等）の知見を Web 上に再利用可能な知識として表出させることをその狙いとした。

本年度は二年間のうちの最終年度であるが、昨年度のシステム設計と運用を踏まえ、再度システムを構築し、一年にわたり実際の論議を進めることができた。約50名の有識者にそれぞれの論説の場を設けてもらった。ソースコードレベルの議論を、歴史的に見た技術の背景、コードに携わった人々のエピソード(列伝)などとともに、関連する標準やシステムとあわせて議論する場を作ることができ、そこからセキュリティ上の問題点(脆弱性)を発見し、JVN の報告等、社会に役立てる成果を出せた。

[分野名] ソフトウェア、情報システム

[キーワード] 自由ソフトウェア、システムセキュリティ、オペレーティングシステム

[テーマ題目9] 知識処理技術の理論と応用に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 元吉 文男 (知識処理基盤グループ)

[研究担当者] 元吉 文男、小方 一郎、秋葉 澄孝、実近 憲昭 (常勤職員4名)

[研究内容]

様々な手法によって蓄積された/される知識に変形・推論などの操作を行う知識処理のための理論を究明する一方、教育、研究支援等へ利用可能なプログラムを作成して知識処理ツール群を構築している。

各自の研究内容としては、理論的なものとしては、

- 1) 論理に基づいて知識処理を実行する手法の研究、
- 2) プログラミング言語の論理に基づいた基盤付けの研究がある。これらは知識処理を実現する手法の正当性を論理的に裏付ける、あるいは新たな手法を開発するための理論研究であり、そこでは、論理学の理論を制約解消問題に適用した場合の性質を検討し、実問題への適用に十分な性質のあることが明らかになった。応用的なものとしては、
- 3) ユーザ定義述語のある実代数制約問題解決の研究、
- 4) 並行システムの仕様検証支援ツールの研究がある。

具体的には、整数の加減算の算術(Presburger 算術)にユーザ述語を加えた系での限量子消去を行うプログラ

ム、及び、定理証明器 Isabelle 上にプロセス計算 CSP の理論を実装し、高信頼の並行システム検証ツール CSP-Prover を開発した。

実践的なものとしては

5) コンピュータ囲碁プログラムの開発があり、開発を進めているプログラムで国際大会に参加し、21プログラム中6位入賞であった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 推論、論理、問題解決

〔テーマ題目10〕 音声情報処理に関する研究（運営交付金）

〔研究代表者〕 児島 宏明（音声情報処理グループ）

〔研究担当者〕 児島 宏明、三國 一郎、佐土原 健、佐宗 晃、李 時旭
（常勤職員5名、他4名）

〔研究内容〕

実環境における多様で大量のアーカイブから、音声に関する独自の情報処理手法を用いて、テキストへの変換だけでなく、話題に関する意味的な構造の抽出や音声による検索を効率的に行う技術の開発を行っている。これにより、高度化する情報環境に音声で簡便にアクセスしたいという社会ニーズに対応するとともに、オフィスや住宅における知的活動の支援や他分野への展開など新たな産業応用の創出を目指している。

そのために、独自の符号化手法、AR-HMM 及びマイクロホンアレイ等の技術に関し、装置の小型化や処理の高速化により、手法の実用性を向上させた。不明瞭音声認識技術やノイズロバスト音声認識技術に関しては、電動車いすに搭載して展示会や見学会でデモを行い、実用性をアピールした。また基礎技術に関しても、音声・非音声の判定手法、高次局所自己相関に基づく特徴抽出法、音声データのマイニングに基づく識別手法などの開発を行った。これらに関して、国際論文誌等で発表するとともに、特許出願、知財の有償実施及、資金提供型共同研究を行った。

また、音声による検索技術や対話技術に関して、情報家電やロボット関連等の関連技術との連携を進めるとともに、ベンチャー起業を視野に入れた産総研ベンチャー戦略研究センターの支援によるタスクフォースとして、製品レベルに近いプロトタイプシステムを実現し、展示会や新聞取材などの成果発表と、企業との連携による技術移転を進めた。また、前年度に開発した語学学習のための発音判定技術に関して、技術の有効性の評価実験を進めた。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 音声認識、音声検索、ノイズロバスト、データマイニング

〔テーマ題目11〕 インタラクティブビジョンに関する研究（運営交付金）

〔研究代表者〕 永見 武司

（インタラクティブビジョングループ）

〔研究担当者〕 永見 武司、齊藤 泰一、喜多 泰代、植芝 俊夫、増田 健
（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

3D モデルを使用するコンテンツの作成支援及び実空間における非接触非拘束インターフェース実現のための3次元データ処理技術、自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術、2値化・傾き補正、リモートセンシング等の基本的画像処理技術の研究開発を行っている。

3次元データ処理技術については、複数距離画像の位置あわせ技術及びリアルタイム3眼ステレオビジョンシステムの高性能化技術に取組み、国際特許申請1、論文5の成果を収めた。二値化などの基本的画像処理技術の開発では、ドキュメントファイリングシステムでの検索精度を向上させる新たな認識手法を開発し、特許出願等を行った。また、長時間継続的に取得蓄積された大量の画像データから日照条件等の外乱を除きながら用途に合致した変化を抽出する技術に関する研究成果を、外部機関とともに大量画像データの中からある変化を検出する Web サービスシステムに組み込み、構築しているところである。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 画像技術、ヒューマンインターフェース

〔テーマ題目12〕 人の社会的関係を考慮した情報提供に関する研究（NEDO 研究助成事業）

〔研究代表者〕 西村 拓一

（実世界指向インタラクショングループ）

〔研究担当者〕 西村 拓一、松尾 豊、中村 嘉志
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

本研究では、ユビキタス環境における各種センサ情報や情報家電における機器の情報を、人同士の社会的関係に関する情報と合わせて使い、ユーザへの情報提示や機器の制御を行う。そのための技術開発、プロトタイプ開発及び実運用を目的とする。このため、「人同士の社会的関係の獲得に関する研究」及び「人同士の社会的関係と位置情報を利用した情報支援に関する研究」の二つを進める。前者の研究成果を後者で活用する。

年度進捗状況：

「人同士の社会的関係の獲得に関する研究」では、社会的関係獲得の対象となる人の範囲を広げ、より詳細な社会的関係を獲得し、実世界センサデータも用いた社会的関係獲得手法の改良を行った。「人同士の社会的関係と位置情報を利用した情報支援に関する研究」では、参

加者の位置と向きなど状況の取得方法及び学会用のシステムにて人間関係や行動履歴を用いた情報推薦サービスを開発した。二つの課題を統合したシステムの日本語版と英語版を開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】Web マイニング、ユビキタス、人間関係ネットワーク

3) 研究ラボ

①【実環境計測・診断研究ラボ】

(On-site sensing and diagnosis research laboratory)

(存続期間：2004. 4. 1～2007. 3. 31)

研究ラボ長：坂本 満

副研究ラボ長：野中 一洋

所在地：九州センター

人員：22名 (22名)

経費：336,577千円 (172,644千円)

概要：

実環境計測・診断研究ラボは、産業基盤を構築する横断的技術としての計測・評価技術の創出と、知的基盤整備への対応を主要なミッションとしている標準・計測分野に所属する3つの研究ユニットのひとつであり、その中で産業並びに生活現場に密着した先端的かつ課題解決型研究開発の推進を担っている。

本研究ラボの中核技術はセンサ材料技術であり、これと計測・制御技術との異分野融合を発展・強化させることによって、産業や生活のさまざまな分野で必要とされている実環境計測・診断技術を開発し、産業の高度化と社会的な価値の多様化に貢献することをミッションとする。

さらに、「モデル系から現実系への転換」という分野戦略に沿って、内外のユーザー及び研究者を有機的に融合した実証化研究（モデル検証）を円滑に展開し、随時、総産総研体制を組織できる機能的なプラットフォームの形成に努める。そして実用化・製品化段階までを一貫したシナリオの下で進め、新開発の計測技術の標準化・規格化を含む、計測技術を基盤とする新しい産業領域を創出する。

研究ユニットのアウトカムとしては、ユーザーの視点に立脚した「On-site で実時間計測」という現場計測技術を、あらゆるものづくり産業の信頼性や効率向上のための基盤的技術として確立し、産業界へ供給することを第一義とする。また、この現場計測技術を各種プラントや大型構造物のモニタリング・診断へ応用し、従来は定期点検を主体とする時間管理型診断しかできなかった設備の常時監視が可能な、状態管理型の設備診断技術として提供する。さらには、人間を取り

巻く生活環境において、きめ細かな計測が必要となる様々な局面への展開を図り、将来の少子・高齢化が加速した社会においても健康で快適な生活を営むことのできる、より安心・安全で活力ある、「生きていることが心地良い」社会の実現にも貢献する。

重点課題として、①高温圧力・振動計測技術、②自立応答型応力計測技術の開発、及び③高順応複合型圧力計測技術、の3課題を設定する。これらはすべて当研究ラボのオリジナル技術に基づいている。具体的には、①においては高耐熱・高感度薄膜素子の開発による高温圧力計測と広帯域周波数の振動計測技術の開発、②では外部の機械的刺激に応じて、繰返し発光を示す無機系新材料（応力発光体）のデバイス化による自立応答型圧光計測・診断技術の確立、③では圧電薄膜とそのフレキシブルデバイス化超音波センシング及び先進的信号処理技術の統合による生体計測の多元的展開を目指している。

①社会的ニーズが大きい高温圧力・振動計測技術では、最高400℃程度でのごく短時間使用に留まり、実機搭載に向けた取り組みは世界的にも進んでいない現状技術に対して、当ラボでは、低コストの半導体プロセスを用いた独自の窒化アルミニウム薄膜技術を用いた高耐熱性圧力・振動センサの開発を進めている。圧力計測では、600℃まで温度ドリフトのない安定した特性を確認でき、燃焼ガス計測用センサの試作を行い、燃焼ガスの圧力計測を進め、エンジン内の燃焼圧の計測に成功した。振動計測として、800℃までの高温AE（アコースティック・エミッション）計測が可能であることを実証し、センサ構造の適正化により、高感度化を進めた。今後、高温環境での圧力・振動計測の実証研究を進めていく。

②自立応答型応力計測技術の開発については、原子間力顕微鏡を利用した応力発光性能評価装置を開発し、ひとつのナノ粒子からの応力発光を捉えることに成功した。また、応力発光体を用いた応力可視化計測システムの開発については、橋梁やトンネル、産業プラントなど、我々の生活を維持するためのインフラの安全性を高め、さらには長寿命化を図るための「安全管理ネットワークシステム」、と製品設計を支援するための「設計支援モデリングシステム」の実現を目指し、研究開発を進めている。本年度は JST-CREST 先進的統合センシング領域の研究課題に採択され（研究課題名：応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出）、2011年度までの研究期間で、産総研、大学、企業との共同研究チームを組み、安全管理ネットワークシステムの実現を目指して研究を推進している。応力発光体は産総研のオリジナル技術であり、我々は基礎科学から応用展開まで、様々の分野での最先端の道を開拓している。応力発光体の高効率化、プロセッシング、デバイス化などの基盤的研究を推進す

る一方、システム開発に必要な技術要素を用途別に統合・適用することで、最新の応力可視化計測システムを構築していく。さらに、応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化を行い、応力発光技術の普及、利用拡大を図っている。

③高順応複合型圧力計測技術の開発については、窒化アルミニウム圧電薄膜の2倍以上の圧電特性向上に成功した。また、その基板として高分子フィルムを用いた箔状フレキシブルセンサの作製技術を確立し、周辺機器の開発と適応型信号処理技術とのインテグレーションによって様々な生体計測アプリケーションへ適合させた。また、超音波エコーを用いた生体内センシングと力情報の統合による粘弾性分布センシング技術を確立・実用化した。これらを通して、睡眠時無呼吸症候群の診断データ計測システム等の非拘束生体機能計測技術への展開と、リンパ浮腫の定量評価システム等の無侵襲生体組織計測技術の確立を進めた。それぞれの成果は、産総研ベンチャーを通して様々なアプリケーション展開を図るとともに、地方公共団体との連携による地域社会の活性化へと実りつつある。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「形状特徴に基づく超音波3次元画像の高画質化（若手B）」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「高性能普及型の新方式水分ストレス計・糖度計の開発」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「リンパ浮腫患者用弾性ストッキング製造システムの開発」

経済産業省 平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「調光薄膜を利用した水素漏れ検知システムの開発」

日本学術振興会（JSPS） 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「改良型逆ミセル法による応力発光超微粒子の製造技術に関する研究」

（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「応力検知自己発光型透明ハイブリッド材料の開発」

（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「高温環境でのダイレクトモニタリング用広帯域振動センサの開発」

（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術

研究助成事業費助成金「運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製」

（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「電磁環境適合性を有する圧力検知用自立応答型センサ素子の創製」

経済産業省 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「食品製造プロセスにおける有害物・異物類の高効率・迅速検出システムの開発／細菌類迅速分析装置と分析キットの開発」

経済産業省 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「食品製造プロセスにおける有害物・異物類の高効率・迅速検出システムの開発／ユビキタスセンサユニットに基づく食品プラントの安全管理」

経済産業省 平成18年度中小企業産業技術研究開発委託費「食品製造プロセスにおける有害物・異物類の高効率・迅速検出システムの開発／配管損傷検査用高温超音波センサの開発」

発表：誌上发表63件、口頭発表108件、その他21件

【テーマ題目1】高温圧力・振動計測技術の開発

【研究代表者】野間 弘昭（計測基盤情報チーム）

【研究担当者】岸 和司、菖蒲 一久、前田 英司、
長瀬 智美、田原 竜夫、各務 聡
（常勤職員7名、他7名）

【研究内容】

高耐熱性・広帯域のブロードバンド型圧力・振動計測を実現するために、①高温圧力・振動計測デバイス化技術、②実環境計測・診断技術の2つの技術開発を行う。高温下での広帯域精密信号測定と、得られた多次元情報解析によって各種燃焼機関やプラント施設等の高効率・ロングラン稼働の実現を目指す。

① 高温圧力・振動計測デバイス化技術

高耐熱・高感度圧電薄膜の作製のためには、各種の特性・形状を有する高耐熱基板上へのナノレベルの多層構造制御型薄膜形成が必要である。ラボ期間中において、現状のシリコン多結晶基板を用い、電極の接合技術を確立して、500℃までの実用化を目指す。また、さらなる耐熱化（～800℃）と高感度化のためには、基板と電極双方のより一層の耐熱化が必要であることから、基板－電極－薄膜界面の化学組成及びナノ構造を制御するマルチナノレイヤー界面制御技術の確立を目指す。高温環境下での薄膜の熱的安定性については、雰囲気との反応や、電極－薄膜界面の反応を詳細に検討するとともに、熱力学的モデルに基づく高温反応予測ソフトウェアを開発し、各種機器分析法により界面

の評価・解析を行い、耐熱性薄膜作製のための開発指針を得る。また、上記のマルチナノレイヤー界面制御においては、薄膜の結晶化度及び分極の制御により、現状の2倍の高感度化を達成し、圧電体層と電極層との積層構造化などにより将来的には10倍の高感度化を目指す。

② 実環境計測・診断技術

高温下で信頼性の高い圧力・振動計測を行うために、まず、空气中、温度：300～600℃、圧力：常圧～数十MPa、加圧周波数：数Hz～100Hzの条件下で圧力変動を計測できる装置を開発し、試作した高耐熱性圧力計測デバイスの特性を評価する。また、高温振動評価装置として、空气中、温度：300～700℃、振動周波数：数Hz～数十MHz、の条件下での振動状態の変化を計測できる装置を開発し、試作した高耐熱性振動計測デバイスの特性を評価する。ラボ期間においては、ブロードバンド化のために、1kHz～10MHz帯までについて、主としてハウジング設計の面から検討する。次の段階としては、10Hz～100MHz帯の計測に対応する、デバイス設計の根本から検討を進める。

[分野名] 計測・標準

[キーワード] 高温センサ、圧電体、窒化アルミニウム、薄膜、計測技術

[テーマ題目2] 自立応答型応力計測技術の開発

[研究代表者] 徐 超男 (応力発光技術チーム)

[研究担当者] 安達 芳雄、西久保 桂子、今井 祐介、山田 浩志、寺崎 正
(常勤職員6名、他19名)

[研究内容]

圧光計測・診断の基盤技術として、応力発光体の高効率化、プロセッシング、塗料化、薄膜化、ハイブリッド化、デバイス化などの基盤的研究の推進とともに、応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化を行い、応力発光技術の普及、利用拡大を図る。具体的に以下の技術を行う。

高効率化を目指した短波長応力発光体の開発については、発光波長は青色、さらに紫外領域まで発光する応力発光体を開発し、発光効率の向上を実現する。また、短波長応力発光体の光エネルギーを化学的に利用するシステムの構築を検討し、応力履歴の記録システムを創出するとともに、光触媒とのハイブリッド化による利用拡大を図る。

圧光計測のデバイス化を目指して、オールセラミック応力発光薄膜の合成技術、数十nmの応力発光微粒子の製造技術、応力発光体超微粒子の表面処理技術、有機・無機ハイブリッド化技術、コーティング技術を検討し、新規な圧光デバイスを開発する。

応力発光の計測技術については、2次元画像解析、リ

モート光検出技術、応力発光の定量法を開発し、応力発光計測システム技術の構築を行う。さらに実環境フィールドへの展開の中で、応力モニタリング安全管理ネットワークシステム、及び製品設計を支援するための設計支援モデリングシステムの実現を目指す。

応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化については、応力発光体の発光挙動並びに発光機構の解明と平行して、種々の応力印加形式に対する発光強度の関係をデータベース化するとともに、単一応力発光粒子に極めて微小な負荷応力と発光強度との関係を定量的に把握することができる微小応力計測法の開発を行う。これらの結果を元にして、応力発光材料の規格化と応力発光計測の標準化を進め、新規な自立応答型応力計測技術を確立する。

[分野名] 計測・標準

[キーワード] 応力発光、圧光計測、応力可視化、安全管理、設計支援、異常診断

[テーマ題目3] 高順応複合型圧力計測技術の開発

[研究代表者] 上野 直広 (アダプトロニクスチーム)

[研究担当者] 秋山 守人、福田 修、ト 楠
(常勤職員4名、他6名)

[研究内容]

個人の自律的な健康管理や家庭内の安全・安心を支援・実現していくために必要な、日常生活における人に優しい生体機能計測技術の確立を目指し、圧電薄膜、箔状センサ、超音波センシング及び適応型信号処理の各要素技術のインテグレーションによって、生体圧の非拘束計測及び体組成の無侵襲計測の研究開発、また、それらの応用として産業プラント配管の内部状態推定技術の研究開発を行う。

各要素技術の課題として、薄膜の圧電特性の向上、高分子フィルム基板を用いた箔状センサ作製技術の確立、力情報と超音波センシングの融合による粘弾性分布センシング技術の開発、適応型周波数解析に基づく有用信号成分分離技術の開発に取りくむ。

具体的な計測の課題として、家庭内において睡眠時無呼吸症候群診断の基礎データを収集する睡眠時の呼吸計測に取り組み、センサを含めたハードウェア及びソフトウェアの開発によってシステムを構築する。さらに、これまで感覚的にしか評価できなかった筋肉のハリやコリなどの定量評価や、体内の腫瘍などの状態計測には、これまで実現されていない体内組織ごとの粘弾性評価が必要であり、生体外から加えた力による生体内組織の変形を超音波エコー装置によって各組織ごとに計測し、力と変形の関係から各生体組織の粘弾性を計算するシステムを開発する。

また、これらの生体計測技術を応用し、食品プラントなどで使用される配管の、内部残留物検出を配管外部から行う技術を開発する。箔状センサによる包括的観測と、

音響センシング装置によるスポットセンシングを組み合わせて、さらに連携先企業のメタルパッキン技術との融合により、トータルコンタミフリー配管システムを構築し、食品製造工場などへ提供する製品としての完成を目指す。

【分野名】計測・標準

【キーワード】生体計測、圧電薄膜、箔状センサ、超音波センシング、適応型信号処理、産業計測

②【メタンハイドレート研究ラボ】

(Methane hydrate research laboratory)

(存続期間：2005. 4. 1～2008. 3. 31)

研究ラボ長：成田 英夫

副ラボ長：山口 勉、海老沼 孝郎

所在地：北海道センター

人員：12名(12名)

経費：820,414千円(79,341千円)

概要：

メタンハイドレート研究ラボは、天然ガスの役割が増大するエネルギー社会の到来をわが国の中期的未来の姿としてとらえ、その長期的安定確保、自給率の向上並びに輸送・貯蔵等技術の省エネルギー化の実現に向けた研究技術開発を行うことによって持続的経済社会の発展に貢献することを目的としている。

このため、わが国周辺海域を始め世界各地に賦存するメタンハイドレート資源から天然ガスを安定かつ経済的に採収する生産技術の研究開発(生産手法開発に関する研究開発)及びガスハイドレートの物理的特性を活用した革新的な省エネ技術の開発(機能活用技術)を推進している。また、産総研の第二期中期計画の中心軸であるイノベーションバブ機能として、両技術開発分野における産業界及び大学との相乗的連携の中核的役割を果たすことにより、新産業の創出を目指している。

重点課題として、メタンハイドレート資源の生産手法に関する研究開発及びガスハイドレート機能活用技術の開発を設定している。前者においては、①メタンハイドレート堆積層の物性・動特性解析技術の開発と②メタンハイドレート堆積層の生産モデル解析技術の開発に大別し、相互の連携を図りつつ実施している。

①においては、基礎試錐で採取された天然コアの細粒砂粒径分布等の各種性状と浸透率、強度、熱伝導率、比熱等の物性との関係をメタンハイドレート堆積層の原位置条件下において実験的に評価し、その貯留層特性の信頼性を確保する。また、わが国周辺海域のメタンハイドレート貯留層特性に適しており、カナダにおける陸上産出試験手法として提案した減圧生産手法を

中心に、分解時の圧密特性、強度特性、浸透率特性の変化、ガス水生産比、出砂レート、氷生成挙動等について実験的に評価する。さらに、異種ガス交換法を始めとする新たな生産手法の実フィールドへの適用性について評価する。

②では、生産過程における現象を解析できる機能を有した基本シミュレータ及び生産性に大きく寄与する因子について解析する計算モジュールを開発する。特に、わが国周辺海域におけるメタンハイドレート資源の貯留層特性を踏まえ、不均質層に適用可能な圧密評価モジュールの開発、圧密による浸透率変化を表現可能な浸透率評価モジュールなどを開発するとともに、減圧生産時のフィールドレベルでの生産性、圧密変形現象などを感度分析によって評価する。

①、②の研究開発にあたっては、成果の技術移転と導入促進を加速するため、産業界及び大学との連携を推進しつつ実施する。

1) ガスハイドレート機能活用技術の開発

ハイドレートの高いガス包蔵性を応用した天然ガスの輸送及び貯蔵システムについて、製造条件の低圧化と製造の高速化・効率化及び常圧においても分解を抑制する技術などの工業化に必要な技術について研究開発を行う。その長期安定性評価、エネルギー収支、経済性試算など工業化の可能性を追求するためのプロトタイプによる実証研究を産業界との連携の下実施する。また、外部資金の獲得によってガス分離技術、水素貯蔵技術などの研究開発を行う。

研究ユニットのアウトカムとしては、中長期的には企業との連携によるメタンハイドレート資源からの天然ガス生産技術の確立を通じた当該資源の商業的生産の実現であり、短期的にはガスハイドレートの機能を活用した新たな天然ガス輸送プロセスなどの省エネルギー技術を企業に移転し、新産業を創生することにある。これらの研究開発活動を通じ、遠い将来にわたり人類が安心・安全で快適な生活を営むことのできる社会の実現に貢献する。

外部資金：

経済産業省 「平成18年度メタンハイドレート開発促進事業 生産手法開発に関する研究開発」

文部科学省 「科学研究費補助金特別研究員奨励費 メタンハイドレート堆積土の力学特性と燃料ガス採取に伴う海底地盤の変形特性の評価」

発表：誌上発表30件、口頭発表44件、その他2件

【テーマ題目1】メタンハイドレート資源の生産手法開発に関する研究開発

【研究代表者】成田 英夫(研究ラボ長)

〔研究担当者〕 山口 勉、海老沼 孝郎、青木 一男、羽田 博憲、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎、鈴木 清史、大山 裕之、川村 太郎、坂本 靖英、駒井 武（併任）、天満 則夫（併任）、緒方 雄二、清野 文雄、山崎 章弘、小笠原 啓一（常勤職員18名、他32名）

〔研究内容〕

メタンハイドレート資源を孔隙に含む堆積層から、その地層特性に応じた有効な天然ガス生産手法を開発するため、当該堆積層の貯留層特性を評価するとともに、外部企業と連携し、生産性・生産挙動予測のための生産シミュレータを開発する。

① メタンハイドレート堆積層の物性・動特性解析
基礎試錐で採取された天然コアの浸透率、強度、熱伝導率等の原位置条件における測定結果を統一的に解釈するため、各物性値に対するメタンハイドレート飽和率、孔隙率、細粒分等の影響を定量化した。その結果、砂質堆積層の浸透率は構成する細粒砂の濃度に大きな影響を受けること、孔隙径分布及び孔隙径の連通性によって浸透性が評価可能なことなどを明らかにした。これにより、我が国周辺海域における砂質メタンハイドレート貯留層モデル構築のための基礎データが得られた。また、エネルギー効率の観点から有効と考えられる減圧法に関して、生産時に予想される出砂・出水現象を解明するために、コア実験及び X 線 CT 装置による可視画像解析を行なって、減圧条件と堆積層の骨格構造変化の関係、出砂開始と出砂量に対する孔隙流体の影響、細粒分の移動とスキン形成過程などを明らかにした。さらに、減圧法を補完する熱刺激併用、分解促進剤圧入、窒素等の異種ガス圧入、貯留層のガス浸透性改善手法などの研究開発を行なった。

② メタンハイドレート堆積層の生産モデル解析
メタンハイドレート堆積層の骨格構造・水・気体の3相に加え、メタンハイドレートの分解・再生成を扱うことが可能な圧密挙動評価モジュール、圧密挙動を考慮した浸透率評価モジュール等を開発し、各計算モジュールについて既存シミュレータを使用して、その妥当性を検証・評価した。

圧密挙動評価モジュールの開発では、メタンハイドレート分解圧密実験のシミュレーション解析などを行い、開発したモジュールの検証及び解析精度向上のための検討を行った。また、陸上産出試験を対象とした解析では、減圧法適用時におけるメタンハイドレート堆積層の変形挙動について検討を行った。

浸透率評価モジュールの開発では、垂直方向の圧密現象に対して水平方向のガスや水の流動が生じる堆積層環境を模擬し、地圧に相当する軸圧が負荷された条件下で、試料の中央部から流体を圧入し、試

料内で水平方向の放射状流を形成させることによる圧密・浸透連成試験を実施した。圧密時の変形挙動並びに浸透性変化に関する一連のパラメータを取得するとともに、解析的検討を通じてハイドレート飽和率に加えて孔隙率の関数としての MH 堆積層における絶対浸透率の定式化を行った。

室内分解実験のヒストリーマッチングのために新たに提案されたモデルを加えて関連する各種計算モジュール群の改良や既存シミュレータ（FEHM）への組み込みを行うとともに、専用シミュレータへの受け渡しに関する検討を行った。また、原位置実験を想定したフィールドスケールの数値モデルを構築して、減圧法を用いた場合の5種類の相対浸透率曲線に対するガス産出量の感度を解析し、残留ガス飽和度や不動水飽和度の違いによるガス生産量の変化を明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 メタンハイドレート、ガスハイドレート、貯留層特性、生産シミュレータ、天然ガス、生産技術、原位置計測技術、熱特性、力学特性、圧密特性、浸透率特性

〔テーマ題目2〕 ガスハイドレート機能活用技術の開発

〔研究代表者〕 成田 英夫（研究ラボ長）

〔研究担当者〕 海老沼 孝郎、山口 勉、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎（常勤職員6名、他1名）

〔研究内容〕

ガスハイドレートの基礎科学とプロトタイプ設備によるプロセスの実証研究を通じ、その物理的特性を利用した工業技術を開発する。このため、海水を用いた天然ガスハイドレートの生成特性を解析するほか、ガスハイドレートの特異的性質である自己保存効果について実験室的に解析・評価を行い、ガスハイドレート分解抑制機構の原理的解明を図る。また、ハイドレート製造プロセスの高速化のため、原料である微細水製造プロセスの開発を行う。さらに、水素ハイドレートの相平衡挙動、クラスレートの安定性評価など次期プロジェクトのシーズを創出する基礎研究を行う。

「海水を用いた天然ガスハイドレート（NGH）製造法の研究」においては、NGH 輸送・貯蔵技術の実用化促進のため、生成に伴う母液の塩分濃縮などの技術的課題の抽出と克服を目標として研究を行った。今年度は、脱塩装置として、洗浄塔型試験装置の製作及び脱塩効果の確認試験を行った。圧力晶析法についてはデータ集積及び評価を行い、実用プラントへの適用性について検討した。脱塩装置出口の NGH の品質評価については、生成ハイドレートの NGH 率、残留塩分濃度及びペレット分解率について明らかにした。さらに本研究成果を踏まえて海水・NGH 製造プロセスの見直しと経済性評価を

実施した。低温・低圧を用いるハイドレート生成法においては、平成17年度に考案した超音波振動子を用いた超微小氷生成法について、その効果の基礎的確認実験を行い、生成速度の向上を確認し、特許の申請を行った。水素ハイドレートについては、各種添加剤（THF、プロピレンオキシド、1,3-ジオキソラン、2,5-ジヒドロフラン等）の生成促進効果を検討し、水素吸収量については THF と同等の性能を有することが確認された。ハイドレートの高圧物性に関しては、大学と共同で「超高圧下におけるハイドレートの相転移挙動の研究」を実施し、メタン-エタン混合ハイドレートの高圧相変化をX線回折・ラマン分光で解析・評価した。炭酸ガスハイドレートの有効利用については、食品分野へのハイドレート技術の利用として企業との共同研究を引き続き実施するとともに、化石燃料を用いた発電における炭酸ガス回収技術として海外研究機関との共同研究を開始した。

「混合ガスハイドレートの分解挙動に関する研究」においては、NGH 輸送・貯蔵技術の実用化促進のため、減圧に伴うハイドレート表面の構造変化を光学顕微鏡並びに走査型共焦点顕微鏡で観察し、氷膜形成条件と自己保存性の関係を明らかにするために研究を行った。今年度は、メタン及びエタンハイドレートを安定領域から減圧した際の表面の変化を顕微鏡で観察し、減圧による氷膜形成温度を明らかにするとともに、形成した氷膜厚を共焦点顕微鏡で測定し、自己保存性が高い条件では生成する氷膜厚が極大になることが分かった。また重工メーカーと共同で「天然ガスハイドレートの成型方法と安定性に関する研究」を実施し、上記氷膜形成条件をハイドレート生成・貯蔵実プロセスに適用した場合の最適条件について検討を行った。また、自己保存効果の発現メカニズムに関して、ハイドレート分解速度並びに氷の生成・焼結速度を解析し、自己保存性が発現する最適温度を理論的に予測することが可能となった。さらに天然ガスの輸送・貯蔵技術の工業化を加速するため、工業化に対し高い関心を持つ企業・大学と「ガスハイドレート産業創出イノベーション」を組織し、その主体として研究情報基盤整備や情報交換のための幹事会・総会、講演会などを主催し、本分野での中核的役割を果たした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】天然ガス輸送、天然ガス貯蔵、水素貯蔵、自己保存効果、炭酸ガス分離

③【シグナル分子研究ラボ】

(Signaling Molecules Research Laboratory)

(存続期間：2005. 6. 1～2008. 3. 31)

研究ラボ長：今村 亨

副ラボ長：岡 修一

所在地：つくば中央第5、第6

人員：6名（6名）

経費：136,536千円（81,859千円）

概要：

シグナル分子研究ラボでは、健康長寿を達成し質の高い生活を実現するために、シグナル分子を中心としたユニークな取り組みで研究を行っている。そして得られた知識を活用して、細胞レベル・個体レベルで生命現象を制御する技術の開発を行っている。

シグナル分子は、人間や動物の体内で作られ、体を構成する細胞の増殖や分化を制御している重要な分子群の総称である。例えばそのうちの一群である細胞増殖因子は、私たちを含む最近の研究により、胎児の脳神経系や筋肉など各種臓器の形成、成体での血管新生や障害臓器の再生、皮膚再生や毛髪成長、脳の高次機能など様々な動的恒常性を制御していることが分かってきた。これら細胞増殖因子を含む各種シグナル分子とその制御因子を応用することにより、神経細胞変性、脱毛、ガン、肝硬変、床ずれ、火傷後潰瘍、創傷、骨折などをはじめとする様々な問題を治療・解決する医薬となることが期待されている。また再生医療における各種細胞生産などへの応用も期待されている。このように有用と考えられるシグナル分子群であるが、その分子種と機能やメカニズムの解明はまだ不十分である。当研究ラボでは、ヒトなど高等動物のシグナル分子とその制御分子と推定される分子について、これら分子が細胞・個体レベルで果たす生理活性とその発現メカニズムを解明することを目標としている。さらに、得られた知見を活用して、細胞レベル・個体レベルで生命現象を制御するテクノロジーを開発することを目標としている。これらの研究活動を通して、新規知的財産権の創出を推進し、成果の発信を積極的に行う。

近年のヒトを始めとする多くの生物のゲノム配列解明と生体分子の構造や活性の解析は、生体分子の機能予測をある程度まで可能にしたが、実際の生体内での機能予測と検証にはまだまだ時間がかかる。そこで当研究ラボでは、まずヒトなど高等動物のゲノム情報や類似分子情報、活性に関する周辺情報等に基づいて、シグナル分子とその制御分子と推定される候補分子を選択する。また各種生物から得られるそれらの制御分子を絞り込む。次に、その性質や生体や細胞におけるその発現を解析する。さらに、様々な細胞系や実験動物を用いてその活性を解析する。これらにより、これら分子が細胞・個体レベルで果たす生理活性とその発現メカニズムを解明する。

さらに、そこで得られた知見を活用して、細胞レベル・個体レベルで生命現象を制御するテクノロジーを開発することを目指す。これまでに確立した技術を発展させ、リモデリングを試みることにより、より利用に適したシグナル分子の開発を計る。以上を総合して、

細胞と生体機能を制御するための技術を開発する。

当研究ラボにおいてはまた、全体の研究活動を通して、シグナル分子からの研究展開という新たな研究取り組みの有効性を示すことを目指している。ライフサイエンスにおける従前の研究取り組みの多くは、「特定の生命現象の解析から着手し、膨大な分子群の中から、現象の制御に関与する責任分子を見つけて、その知見の活用の仕方を考える」というものであった。この方法では、基礎研究の段階で応用のありかたまでを見据えることは、一般に困難であった。そこで当研究ラボでは、この課題の解決を指向し、「シグナル分子及び制御分子候補を起点として、高等動物の細胞と個体の機能制御メカニズムを究明し、その産業利用を目指す」という研究取り組みを採用している。すなわち、ゲノム情報や類似分子情報、活性に関する周辺情報等に基づいて、細胞に増殖・分化・機能発現・死などを指令するシグナル分子候補を選択し、その発現や機能の解析を行い、得られた知見を活用して、シグナル分子によって細胞や個体の生理機能を制御する技術を確立することを目的とする。この研究取り組みにより、基礎研究から応用・製品化までを見通したシナリオの構築が容易になる。このように、第一種基礎研究、第二種基礎研究、及び製品化研究を包含した一体型本格研究の実現を指向する。新規知的財産権の創出を推進し、民間への技術移転と社会への成果の発信を積極的に行っていく。特に、シグナル分子の利用と製品化の研究として、重点的に実施する研究課題を2題設定し、競争的（外部）予算を獲得して実施している。また今後得られる新知見をもとに、様々な発展を試みる。

シグナル分子を中心に据えた研究展開は、ゲノム配列が明らかになった現段階で最も有効な研究パラダイムの一つであるが、そのような研究展開を標榜した公的研究機関は、国際的にもほとんど例がない。一方、バイオビジネスでは、インシュリン、エリスロポイエチン、インターフェロンなど、シグナル分子を製品化した成功例が多くあり、ゲノム塩基配列の解読後はますます創薬の試みが活発に行われている。しかし営利企業では、その性格上、基礎研究段階での成果は公開されない。従って、公的機関である産業技術総合研究所でシグナル分子研究を重点的に行い、基礎的知見も含めた成果を発信することは、社会的にも意義深いものである。

外部資金：

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費「放射線被曝による生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術に関する研究」

発 表：誌上発表6件、口頭発表41件、その他4件

【テーマ題目1】シグナル分子の基盤研究（運営費交付金「研究部門重点化課題」）

【研究代表者】 今村 亨（研究ラボ長）

【研究担当者】 今村 亨、岡 修一、鈴木 理、浅田 眞弘、木山 亮一、羽生 義郎、他（常勤職員6名、他25名）

【研究内容】

増殖や分化等の細胞機能を制御する働きを持つシグナル分子を用いて生命現象を制御・調節する技術を開発することを目標に、ゲノム情報の利用等を通じ細胞増殖因子等のシグナル分子を絞り込み、その発現、活性等を詳細に解析する。さらにシグナル分子の作用機構を解析しそこに関わる制御因子を明らかにする。また毛成長を制御する可能性を持つ内在性、外来性のシグナル分子とそのアゴニスト（刺激剤、作動剤）等について解析を行い、育毛剤等としての有用性の評価を行う。さらに、シグナル伝達から生命現象を解析測定するための手法とツールの開発を行う。

平成18年度は、線維芽細胞増殖因子（fibroblast growth factor：FGF）群に属する22種類の増殖因子リガンドのうち、メタボリズム調整に関係すると考えられ、これまで受容体活性化の機構が明らかでなかった、1種のリガンドについて、これと協調的に働く補助受容体という画期的な発見をした。この補助受容体の発現が組織特異的に制御されることにより、リガンドと受容体のみでは達成できない、高い特異性を持った生理活性の発揮が実現されるという機構を提案した。癌抑制遺伝子 Kank が、細胞内シグナル伝達の要の一つである G タンパク質の関与するシグナルを抑えて細胞の葉状仮足形成などの制御に関与していることを明らかにした。またシグナル分子研究支援ツールとしての抗体作成技術のポリッシュを行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 増殖因子、細胞機能、発現解析、毛成長

【テーマ題目2】新規発毛物質に基づく発毛育毛剤の開発（ベンチャー開発支援センター タスクフォース予算、運営費交付金と文部科学省 COE 研究費のマッチングファンド）

【研究代表者】 今村 亨（研究ラボ長）

【研究担当者】 今村 亨、岡 修一、鈴木 理、浅田 眞弘、他（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

頭髮や体毛など体外に露出する毛は、皮膚の中で複数の細胞種が構成する毛包によって作られるが、その成長は、成長—退行—休止を周期的に繰り返す毛周期によって制御されている。この毛周期は、毛包を構成する上皮系細胞と、毛乳頭など間葉系細胞との相互作用によって制御されていると考えられる。これまでの研究により、

毛周期の各過程の制御に関与している可能性のある複数のシグナル分子群が示されてきた。その中で FGF-X は、休止期に高レベルに発現し、動物実験の結果などにより、休止期に続く成長期の開始に関与する可能性があることが示された。

そこで本課題では、実験的に発毛作用を発揮したシグナル分子、細胞増殖因子 FGF-X 分子を、そのまま利用し、あるいはその活性メカニズムを利用することにより、休止期にある毛包を成長期に移行させて発毛を促す発毛剤を開発するための研究を行う。本分子は、禿げている状態（休止期）から発毛させる（成長期に移行）ことを原理とした発毛・育毛剤の開発を目指すものである。

第一の課題として、細胞増殖因子タンパク質直接利用による発毛誘導活性を利用して、発毛剤とするための研究を行った。高い活性を持つリコンビナント FGF-X タンパク質大量調製系の開発と、その有効最短形の探索と調製系の開発を行った。その結果、N 末端を短縮した種々のミュータントリコンビナントタンパク質は、天然分泌型 FGF-X の反応しうる4つの FGF 受容体サブクラス (FGFR1c、FGFR2c、FGFR3c、FGFR4) に対して、天然分泌型とは異なる反応特異性を有することを示し、FGF-X 活性を有しつつも天然型よりも短い分子型を創出することに成功した。これら天然型及び多種類の FGF-X ミュータントリコンビナントタンパク質を大腸菌により大量調製し、実験動物での効果を解析した。その結果、単回投与では毛成長周期の休止期から成長期への移行を促進する天然型 FGF-X リコンビナントタンパク質は、毛成長期に連続投与すると成長を強く抑制することを明らかにした。この結果から、FGF-X の投与方法の選択による発毛と抑毛の制御の可能性が示された。継続的投与による発毛促進剤としては FGF-X アンタゴニスト物質が、一方、継続的投与による毛髪成長阻害剤としては FGF-X アゴニストペプチド、及びアゴニスト天然物が有効であることが示されたため、前年度で確立した探索系を用いて、FGF-X アゴニストペプチド、及びアゴニスト天然物の探索に加えて、さらに FGF-X アンタゴニスト物質の探索を行った。その結果、FGFR4/BaF3細胞を用いた細胞レベルでの評価系で、FGF-X アンタゴニスト活性を示す植物抽出液、数種類、及び、FGF-X アゴニスト活性を示す植物抽出液、数種類を有効物質として選択できた。細胞実験レベルで見出したこれらの活性物質については、さらに C3H/He マウスを用いた動物実験で、それぞれ発毛作用、及び、毛髪成長阻害作用を確認し、特許出願した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞増殖因子、発毛、毛成長

【テーマ題目3】シグナル分子応答遺伝子研究（運営費交付金、文科省科学研究費補助金と共同研究費のマッチングファンド）

【研究代表者】木山 亮一（シグナル分子研究ラボ）

【研究担当者】木山 亮一、他（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

本課題では、DNA チップ解析やプロテオミクス解析などのゲノム情報利用技術を用いた研究成果を進展させ、特にシグナル分子研究分野において国際競争に拮抗できる技術の開発とその応用実用化を目標として研究を行う。そのために、まず、シグナル分子のひとつであるホルモンに対する細胞の応答のメカニズムを遺伝子レベルで解明し、さらに、得られた知見をもとに環境・食品産業や医薬産業への応用を目指す。

本年度得られた成果としては、まず、ホルモンに対する細胞の応答のメカニズムに関する研究については、女性ホルモンであるエストロゲンに対して応答性を示す遺伝子について、核内エストロゲン受容体を介するゲノミック経路とは異なるノンゲノミック経路を明らかにするために、様々な化学物質の刺激に対してエストロゲンとの共通性を統計的に比較し、カスケードのもとになる遺伝子機能によるカテゴリー化を行った。さらに、MAPK 及び AKT などのシグナル伝達系タンパク質に注目して、エストロゲンアンタゴニストの ICI 182、780や4-hydroxytamoxifen あるいは様々なシグナル伝達系阻害剤の処理におけるリン酸化状態の変動を指標にシグナルの評価を行うとともに、エストロゲン受容体以外の受容体である GPR30のカスケードの関与についても検討した。また、脳神経系のエストロゲン応答性に関与する遺伝子を DNA チップ解析などにより解析した。

次に、環境・食品産業や医薬産業への応用を目指すために、漢方生薬など天然植物由来の様々な化学物質に関して DNA チップを利用して化学物質の影響、組織・細胞への影響を応答遺伝子それぞれについて発現の変化を記述し、エストロゲンやフェノール誘導体など基準化学物質と遺伝子発現プロファイルの比較を行った。特に、甘草及びその成分のひとつである glycyrrhizin に関しては詳細な解析を行い、論文発表と特許申請を行った。また、それぞれの化学物質に対する応答遺伝子について機能解析を行ない、化学物質の影響評価システムの精度を上げるために、Gene Ontology アノテーションを使った遺伝子機能別の相関解析による統計処理法を開発し、それをを用いて化学物質の機能別分類などを行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】プロテオーム、エストロゲン、シグナル伝達、脳神経系、DNA マイクロアレイ、プロファイリング、遺伝子機能

【テーマ題目4】生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術の研究（文部科学省（経済産業省）原子力試験研究委託費）

【研究代表者】今村 亨（研究ラボ長）

〔研究担当者〕 今村 亨、浅田 眞弘、鈴木 理、
明石 真言、中山 文明、他
(常勤職員3名、他8名)

〔研究内容〕

事故によって高線量の放射線を被曝した場合やガン治療のための放射線照射の場合には、生体で最も放射線感受性が高い組織である口腔・胃・腸などの粘膜上皮や造血系の組織に障害が起こり、被曝者の生命に対して直接的な脅威になる。また、ガン治療においては照射線量の低減は治療効果の低下につながり、間接的にも生命を脅かす。これまで、これらの問題を解決する実用的な方法は存在しなかった。

本研究では、放射線被曝による細胞死を抑制し、あるいは細胞増殖を促進することにより、粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を提供することを目的とする。すなわち、多種の細胞に活性を示す細胞増殖因子を対象として、高安定性と高分解耐性、長血中寿命などの特徴を付与するための糖鎖エンジニアリング技術を適用し、放射線照射による粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を開発することを目指している。

第一期では、増殖因子 FGF (繊維芽細胞増殖因子) によって放射線被曝による粘膜障害や造血系障害の予防または治療が可能であることを実証し、次に第二期では、その結果をもとに、糖鎖修飾型 FGF の構造や生産方法、投与プロトコルを最適化する。これにより、放射線防護機能を高めヒトへの臨床応用が可能な分子を創製し、その利用技術を完成することを計画している。

初年度には、放射線のモデルとしての UV による上皮組織のモデル培養細胞に対する障害誘導とその評価系を構築し、大腸菌により大量生産した組換え体タンパク質 FGF1 が細胞障害の予防・修復効果を持つことを実証した。平成18年度は、上皮系に特異性を有する FGF7 や FGF10 の大量生産を行い、前年度に構築した、UV 照射による障害の予防・治療効果の評価系に供し、その効果を実証した。さらに電離放射線であるガンマ線を被ばくした個体について、その障害の評価系を構築した。個体の生命に直結する障害の代表である、上皮系組織である腸管の障害と、血液系組織である骨髄細胞の障害について、それぞれ評価系を構築した。これら評価系を用いて、天然体 FGF の予防・治療効果について、プレ評価を行い、FGF を用いて生体障害を予防・修復することが可能であることを実証した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 放射線障害、細胞増殖因子、糖鎖工学

④【超高速光信号処理デバイス研究ラボ】

(Ultrafast Photonic Devices Laboratory)

(存続期間：2005.6.1～)

研究ラボ長：石川 浩
副ラボ長：挾間 壽文

所在地：つくば中央2-1

人員：6名 (6名)

経費：220,074千円 (97,459千円)

概要：

インターネットの普及で映像情報を中心として通信トラフィックが大きく増加している。これに対応していくためには、大量の情報を伝送・処理するシステムを開発していくことが必要である。将来の超大容量の情報通信システムとして、光信号を時間領域で多重化して、超高速の光信号を伝送・処理する光時分割多重方式が有望と考えられている。超高速光信号処理デバイス研究ラボは、光時分割多重方式で必須になる 160 Gb/s 以上の超高速で動作する全光スイッチの研究開発を進めている。光スイッチングの原理として光非線形効果を用い、フォトニック結晶構造を用いた光閉じ込め技術も併用して、低エネルギーで動作する超高速スイッチを目指している。半導体や半導体量子構造の光非線形性を用いることで、電気のスイッチでは到達できない超高速の動作が得られる。また、微小領域に光を閉じ込めたり導波したりすることのできるフォトニック結晶構造は、光スイッチの低エネルギー動作化や、超小型の光機能素子・光回路の実現に有力な手段を与える。当研究ラボでは、超高速の光システムに実装可能なスイッチを開発することを最優先の課題としている。このため、デバイスの研究開発を行う企業や大学と連携して研究を進めると同時に、超高速光システムの研究を行っている研究機関と共同研究を行って、素子の体系的な評価を並行して進めている。

具体的な研究課題の一つは、半導体量子井戸の伝導体での離散的な準位間の電子の遷移 (サブバンド間遷移) を利用した超高速全光スイッチである。サブバンド間遷移スイッチは、強い光を入射したとき、電子の遷移により量子井戸が透明になる光非線形効果を利用しており、ピコ秒以下の高速でスイッチングできるのが特徴である。材料系として III-V 族化合物半導体の InGaAs/AlAs/AlAsSb と II-VI 族化合物半導体である CdS/ZnSe/BeTe を用いたスイッチの研究開発を進めている。III-V 族のスイッチは、ピコ秒程度の応答速度で、低エネルギーで動作する可能性のあるスイッチで、160 Gb/s のシステムへの適用を目指して研究開発を進めている。18年度は、新しい位相変調効果が発見され、光信号処理用デバイスとして研究が大きく進展している。II-VI 族のスイッチは、500 fs 以下の超高速で動作するのが特徴で、将来の Tb/s システムを含めたより高速の動作が要求される用途の開拓を目指している。もう一つの研究課題は、フォトニック結

晶を用いた超小型の光双安定論理スイッチである。光信号処理を行う場合、特に光パケットを取り扱う場合に、光を光のまま記憶する光バッファメモリが必要になる。電子回路では DRAM がこれに当たるが、光の領域では、これに相当するデバイスがない。当研究ラボでは、光バッファメモリの要素デバイスとして、二次元フォトリソニック結晶導波路中にフォトリソニック結晶構造による共振器を設け、そこへの強い光閉じ込めによって発現する光非線形を用いた光双安定論理スイッチの開発を進めている。さらに、フォトリソニック結晶技術の研究では、筑波大学などと協力して光回路と光非線形素子を組み合わせることで光信号を保持するデバイスの開発と、フォトリソニック結晶技術の高度化に向けた基盤的研究を進めている。

外部資金：

文部科学省 科学技術研究補助金 「超高速全光スイッチの低エネルギー動作化と光信号処理デバイスへの展開」

国際共同研究助成事業 (NEDO グラント) 「トポロジ最最適設計によるフォトリソニック結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用」

総務省 戦略的情報通信研究開発制度「サブバンド間遷移超高速光スイッチの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「160 Gb/s 超光通信システム用超高速全光スイッチ成果普及事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
「エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発」

発表：誌上発表22件、口頭発表31件、その他3件

【テーマ題目1】超高速全光スイッチ（運営交付金、総務省戦略的情報通信研究開発制度、文部科学省科学技術研究補助金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構成果普及事業）

【研究代表者】石川 浩（研究ラボ長）

【研究担当者】石川 浩、物集 照夫、永瀬 成範、秋本 良一、下山 峰史、挾間 壽文、Cong Guangwei、Lim Cheng Guan（常勤職員5名、他3名）

【研究内容】

160 Gb/s 以上の超高速領域で動作する量子井戸のサ

ブバンド間遷移を用いた全光スイッチを目指して研究を進めている。III-V族化合物半導体を用いたスイッチとII-VI族化合物半導体を用いたスイッチの開発を並行して進めている。二つの材料系について研究を進めることにより、サブバンド間遷移スイッチの物理が明快になり、より高性能のスイッチの実現に繋げることを狙っている。

III-V族化合物半導体を用いたスイッチでは、TM 偏光の制御パルスで、TE 偏光の光に深い位相変調が掛かることを発見した。これは、全く新しい現象で、そのメカニズムとして、バンドの非放物性と関連したプラズマ効果であることを明らかにした。この効果を用いることで、低損失で高速の光信号処理デバイスが構成できる。当所光技術研究部門の光信号処理グループでは、この効果を用いて、ピコ秒パルスの波長変換に成功している。また、干渉計と組み合わせたゲートスイッチモジュールを開発し、その動作を実証した。今後III-V族のスイッチは、位相変調効果の利用を中心に研究開発を進めて行く。平成18年度は位相変調効果の研究に加えて、低エネルギー動作化のために、量子井戸層を含む各材料の屈折率評価を行い、強い光閉じ込めを実現する AlGaAsSb の4元クラッド層を含む導波路構造を作製する技術を確認した。

II-VI族化合物半導体を用いたスイッチの研究では、サブバンド間遷移光スイッチの低消費スイッチングエネルギー化に向けて、光導波路構造プロセスの改善、キャリア緩和制御、周期構造による光閉じ込めの検討を行った。作製プロセスの改善により低損失かつサイズ制御された導波路を作製できるようになった。これにより狭メサ化した導波路構造において、光通信の中心の波長帯である C バンド帯で、消光比10 dB の吸収飽和をエネルギー5 pJ 以下で実現することができた。結合量子井戸による緩和時間制御による低エネルギー動作化については、理論的な検討を行うとともに、結合量子井戸試料を作製し結合効果を確認した。周期構造による光閉じ込めでは、DFB 構造中の光パルス伝播を、キャリアダイナミクスを取り入れて評価できるシミュレーターを開発した。また DFB 構造の作製に着手し、基盤となる作製技術を概ね確立した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】キーワード：超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、量子井戸、光導波路、実装化技術

【テーマ題目2】超小型光双安定論理スイッチ（運営交付金）

【研究代表者】河島 整（超高速光信号処理デバイス研究ラボ）

【研究担当者】河島 整、杉本 喜正、池田 直樹、大河内 俊介、挾間 壽文、石川 浩、田中 有（常勤職員3名、他4名）

〔研究内容〕

光信号を光のまま保持する光バッファメモリや、光信号の各種論理処理を目指して、フォトニック結晶を用いた超小型光双安定論理スイッチの研究開発を進めた。二次元フォトニック結晶による共振器への光閉じ込め効果を用いて、光非線形性を増強して、非線形エタロン効果による双安定動作を実現することを目指している。平成17年度までに、GaAlAsを用いたエアブリッジ型の二次元フォトニック結晶導波路中に微小共振器を用いた素子で非線形効果による双安定動作を実証した。平成18年度は、GaAlAsのAl組成を変えた共振器を作製、評価を進め、双安定動作が2光子吸収を端緒とする熱光学効果によるものであることを明らかにした。熱効果による双安定動作は、高いビットレートの信号列にとって、長い時間スケールでの光透過不安定につながる可能性があり、抑制策が必要であることが分かった。今後、キャリアプラズマ効果や光カー効果による、より高速の光双安定動作実現に向けて研究を進める。また、フォトニック結晶デバイスにおいて、外部導波路との光結合効率を上げることが大きな課題になっている。この課題に対して、二次元フォトニック結晶導波路の端面にレンズ構造を持つ構造を設計製作した。この構造により端面あたり4 dBの結合効率の改善が得られた。入出力を含めると8 dBの改善である。また、このレンズ構造により端面での反射が抑えられ、端面間の反射による波長透過特性のリップルの大幅な低減を実現した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕光双安定素子、光バッファメモリ、フォトニック結晶、プラズマ効果、光導波路

⑤【バイオセラピューティック研究ラボ】

(Biotherapeutic Research Laboratory)

(存続期間：2006. 7. 1～2009. 3. 31)

研究ラボ長：中西 真人

所在地：つくば中央第4

人員：3名(3名)

経費：49,330千円(43,601千円)

概要：

バイオサイエンスの分野では、ヒト・ゲノムプロジェクトやプロテオーム解析などの大規模プロジェクトが次々と実施される一方で、大型予算の投入により細胞や個体における情報伝達機構など基本的な生命現象の理解は大きく進み、その成果が先端医療に応用できる日がすぐそこまで来ているかのように喧伝されている。しかしながら現実には、これらの基礎研究の成果とその臨床応用の間には深いギャップが存在する。例えば、1980年代にほとんどの主要な遺伝性代謝疾患の

原因遺伝子が同定され、1991年には世界で初めての遺伝子治療の臨床試験が開始されたにも関わらず、現在に至るまで遺伝子治療は実用化されていない。現在もてはやされている再生医療も同様であり、ヒトに移植する細胞の性質を詳細に解析して再生医療の安全性と有効性を確保するという基本的な問題には手がつけられないままで、ヒトES細胞の樹立など華やかな話題のみが先行している。このようにギャップがある大きな原因として、マウスというモデル動物を使って得られた結果が必ずしもヒトにはあてはまらないこと、基礎研究の成果と医療現場をつなぐ技術の開発が困難な「死の谷」の段階を抜けられずに停滞していることが挙げられる。

当研究ラボの名前として採用したバイオセラピューティック(Biotherapeutic)とは、古典的なバイオ医薬品であるワクチン・血液製剤から、生物学・細胞生物学の最新の成果を基に作られる組換えタンパク質・抗腫モノクローナル抗体・核酸医薬・遺伝子治療薬・再生医療用細胞まで、幅広い「生物由来の医療用素材」を表す言葉である。これらの新しいバイオセラピューティックは、限界が見えてきた低分子化合物医薬品に代わる創薬のシーズとして注目され、2010年には国内外の市場における新薬の売り上げの30%がバイオセラピューティック由来となると予想されている。さらに、バイオサイエンスの進歩により増え続けている「原因が明らかになっても治療法はない難病」の治療法開発の面でもバイオセラピューティックは大きな注目を集めている。しかしながら、日本国内の製薬企業の研究開発は未だに低分子化合物のスクリーニングに偏っており、国産オリジナルのバイオセラピューティックの開発は非常に遅れているのが現状である。

当研究ラボの目標は、独創的なバイオセラピューティックのシーズを開発し将来の実用化への道筋をつけることで、遺伝子治療・再生医療等の先端医療を現実のものとするとともに、国内の医療・製薬産業の育成・発展に貢献することである。当研究ラボで実施する研究内容は、産総研の「国際的な産業競争力強化や新産業の創出に向けて、幅広いスペクトルでの探索と分野融合によるイノベーションを推進すべき研究」や「わが国のテクノインフラ整備にかかわる基盤技術の構築など、産業基盤技術の研究・開発」というミッションに基づいており、研究のフェーズでは第一種基礎研究と第二種基礎研究にあたる。バイオセラピューティックの製品化は承認申請・設備投資・知的財産権の問題などさまざまな問題を乗り越える必要があり、研究ラボの組織と限られた時間の制約下で製品化やベンチャー企業の立ち上げを実施するのは不可能だが、これらのハードルを乗り越えても実用化する価値があると評価されるシードを外部に提示して実用化への道筋を作ることを設立期限内の目標とする。

研究課題としては、第一期・第二期中期計画において産業技術総合研究所において得られた基礎研究の成果を重要な知的財産と位置づけ、それを継承発展させて、「遺伝子治療」「再生医療」「難治癌治療」「ウイルス感染症」など現在の医療における重要課題の解決に貢献できる具体的な技術シーズを開発するために、以下の3つの主要研究項目を設定する。

- (1) 遺伝子治療の実用化に必要な技術として、治療用遺伝子を細胞質で安定化できる持続型 RNA ベクター技術や、治療用遺伝子を核の中へ標的化する技術を開発する。
- (2) 再生医療と難治癌治療の分野における基盤技術として、ヒト細胞の寿命を決定している分子機構を解明し、その成果に基づいて細胞寿命を人為的に調節する技術を開発する。
- (3) ウイルス感染症や難治癌など遺伝子発現の異常による疾患を治療するための基盤技術として、キメラリプレッサーや siRNA で遺伝子発現を制御する技術を開発する。

研究手法としては、DNA・RNA・タンパク質を扱う分子生物学・生化学の基礎的技術はもちろん、培養動物細胞を扱う細胞生物学・ウイルス学、さらに実験小動物（マウス・ラット）を用いた前臨床試験までを広く対象とするため、これらの研究に携わることができる研究者を統合するとともに研究指導を行う。また、研究ラボ設立時の各項目の研究フェーズは第一種基礎研究から第二種基礎研究の段階にあるが、研究ラボ設立期間の終了までにいずれも形として見えるシーズを生み出すことを目指す。

外部資金：

文部科学省科学研究費補助金・基盤研究 B

「細胞核にターゲティング可能な DNA 内封ナノ粒子の分子設計」

財団法人三共生命科学研究振興財団・研究助成

「テロメア結合タンパク質 TRF1 を介したヒト細胞の寿命決定機構の解明」

発表：誌上発表3件、口頭発表8件、その他0件

【テーマ題目1】遺伝子治療のための基礎技術の開発

【研究代表者】中西 真人（研究ラボ長）

【研究担当者】中西 真人、瀬川 宏知、西村 健、大高 真奈美、暁 波、酒井 菜絵子（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

遺伝子治療の実用化のために必要な遺伝情報導入・発現系には、(1) 組織細胞への遺伝情報の導入効率が高い：(2) 遺伝情報の発現が持続する：(3) 宿主の細胞への

障害や遺伝毒性が無い、といったさまざまな性質が求められる。このうち導入効率の向上については、細胞内部と外部環境との境である細胞膜や、核と細胞質の境界である核膜が大きな障壁であることが知られている。また、持続的な遺伝情報の発現はレトロウイルスのような染色体に挿入されるタイプのベクターを使うことにより可能であるが、その反面、染色体への外来遺伝子の挿入は細胞のがん化という副作用をもたらすことが臨床試験の結果から明らかになってきた。当研究ラボでは、このような現状を鑑みて、DNA の核への標的化や、細胞質で遺伝子発現できる RNA を使って核に移行しなくても発現向上が可能なシステムの開発を行っている。さらに、後者については、細胞質で安定に存在する RNA を使った新しい持続的遺伝子発現プラットフォームの確立を目指している。

DNA の核への標的化については、これまでに、核移行シグナルというペプチドを表面に呈示したナノ粒子を使って約40キロ塩基対の DNA を能動的に核内に輸送できることを明らかにした (Eguchi, et al., 2005)。これは、直径50 nm の粒子が能動的に核に輸送され得ることを示した世界で初めての画期的な成果である。しかし、この系ではナノ粒子が核に移行する効率は10%程度であった。2006年度は、核への輸送活性を向上させる工夫の過程で、核移行シグナルを呈示したナノ粒子が細胞内では非常に不安定であり、これが効率上昇を阻んでいることを明らかにした。解析結果は、細胞内のプロテオソームによる分解がその原因であることを示しており、現在、さらに詳細を解析中である。

細胞質で遺伝子発現を行う系としては、マウス・パラミキソウイルス1型として知られるセンダイウイルスを使ったベクターがある。しかしながら、これまでのセンダイウイルスベクターは細胞傷害性が強く、持続性のある遺伝子発現はできなかった。2006年度は、細胞傷害性が無く細胞に持続感染できるセンダイウイルス変異株 Cl.151株のゲノムの全塩基配列を決定し、野生株との間の組換えウイルスの性状解析から、持続感染に必要な遺伝子を同定した。また、Cl.151株のゲノムに外来遺伝子を挿入することで、染色体に挿入されずに遺伝子発現を安定に維持できる新しいセンダイウイルスベクターの開発に成功した。さらに、持続感染現象の分子機序として、インターフェロン誘導の欠損によることを明らかにした。これらの成果は論文としてまとめ、投稿中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子治療、センダイウイルス、RNA、核移行シグナル

【テーマ題目2】ヒト細胞寿命制御技術の開発

【研究代表者】中西 真人（研究ラボ長）

【研究担当者】中西 真人、竹中 康浩、酒井 菜絵子（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

高等動物の寿命は種によっておおよそ決まっている。例えば、公衆衛生や医学の進歩があっても、人の寿命はただだか100年余である。この理由については諸説があるが、動物には寿命を決める遺伝的プログラムが備わっているというのが最も一般的な考え方である。ヒト新生児に由来する線維芽細胞を培養すると、約50回から70回の細胞分裂後に、染色体末端のテロメア DNA (TTAGGG という6塩基の繰り返し構造) の長さが約6キロ塩基対まで短くなるとともに増殖が停止する。一方、細胞寿命が無限になった細胞 (不死化細胞) ではテロメア DNA を合成するテロメラーゼや組換えによってテロメアを伸長する機構が誘導されていることが知られている。これらの情報を総合して、「テロメア DNA の長さが細胞の寿命を決める分子時計の役割を果たして、個体の寿命はそれを構成する細胞の寿命によって決定されている」というテロメア仮説が提唱されている。

ヒト細胞の寿命の調節は、再生医療や難治癌の治療といった先端医療と大きな関わりがある。例えば、無限の寿命を持つマウス ES 細胞をそのまま個体に戻すと奇形種という癌になることがわかっており、ES 細胞由来の組織を患者に移植する場合は寿命をしっかりとコントロールすることが安全性の確保に必要である。またすべての悪性腫瘍に共通した性質は細胞の不死化 (無限の分裂寿命を持つこと) であり、これにもテロメアが関わっていることがさまざまなデータから示されている。しかし、癌由来の不死化細胞では多くの場合テロメア DNA の長さが非常に短くなっていて、従来のテロメア仮説では癌細胞が不死化している仕組みは説明できない。

当研究ラボではこれまでに、テロメア DNA に特異的に結合するタンパク質の1つ TRF1がテロメア機能の維持に必須であること・調べた限りすべての不死化細胞で TRF1の発現が10倍以上誘導されていること・不死化細胞では TRF1を核マトリックス (核膜の裏側の構造) に結合する活性が誘導されていることを明らかにしてきた。このことから、TRF1がヒト細胞の寿命を決定している因子の一つであるという仮説を立て、その発現誘導機構と、TRF1を核マトリックスに結合する因子の同定を進めている。

2006年度は、ヒト TRF1遺伝子の転写開始点上流の2.2キロ塩基対のゲノム DNA をクローニングし、この領域による転写レベルでの発現調節を検討した。その結果、細胞の寿命に依存しない普遍的な転写活性がこの領域にあること・転写開始点上流111塩基対の短い DNA で2.2キロ塩基対と同等の転写活性を示すこと・この領域には TATA box と呼ばれる多くの転写制御型プロモーターに存在する配列が無いことを見だし、TRF1の発現制御部位は転写ではなく、さらに下流 (例えばタンパク質の安定性) のレベルであることを明らかにした。また、TRF1を結合する因子のクローニングを進めるため

に TRF1を核に結合する領域の検討を進め、N 末端を欠失した TRF1は核から容易に遊離してくるのを見だし、さらに詳細な検討を進めている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 癌、再生医療、細胞寿命、テロメア

〔テーマ題目3〕 キメラリプレッサーや siRNA による 遺伝子発現制御技術の開発

〔研究代表者〕 中西 真人 (研究ラボ長)

〔研究担当者〕 中西 真人、平津 圭一郎、佐野 将之 (常勤職員3名、他0名)

〔研究内容〕

さまざまな疾患の原因が分子レベルで解明されるにつれ、遺伝子の活性化が病気を引き起こしている例が見いだされるようになった。例えば、関節リウマチは関節の滑膜で炎症性サイトカインの発現が異常に昂進して起きると考えられており、サイトカインの機能を抑制する抗体の投与で症状が改善するが、その効果は一過性で抗体を繰り返し投与しなくてはならない。そこで疾患関連遺伝子の異常な昂進を転写レベルで抑制することで根本的な治療法が開発できないかというアイデアが生まれた。

ウイルス感染症も広い意味で遺伝子発現の異常によって引き起こされる疾患である。慢性のウイルス感染症の場合、ワクチンで予防できるものやインターフェロンが有効であるもの以外はいったん罹患すると根治が難しいが、ウイルス遺伝子の発現を特異的に抑制できればウイルスの増殖を抑えて症状を抑え、最終的には体内から除去することも可能だと考えられる。

当研究ラボでは、特定の遺伝子を特異的に抑制する技術として siRNA とキメラリプレッサーに注目して研究を進めている。siRNA とは標的とする遺伝子に相補的な20塩基程度の短い二重鎖 RNA で、標的遺伝子から転写された mRNA を切断して遺伝子発現が抑制される。この技術の医療への応用は世界各国で進められているが、標的遺伝子に少しでも変異が起きると効果が無くなるという欠点があった。2006年度は、ヒト免疫不全ウイルス (HIV) を標的にこれまでの siRNA よりも長い siRNA を開発し、HIV の増殖抑制を指標に少々の点突然変異があっても抑制が可能であることを見いだした。

キメラリプレッサーは、遺伝子のプロモーター領域 DNA に結合して転写を活性化する転写因子の C 末端側に転写抑制ドメインと呼ばれる短いペプチドを融合させたタンパク質で、結合する DNA の認識を変えずに転写活性化因子を転写抑制因子に変換することができる。特に、産総研のゲノムファクトリー研究部門で発見された植物の転写抑制ドメインは長さが短くて転写抑制作用も強いので、免疫原性が問題となるバイオセラピューティックにおいては最適だと考えられる。2006年度は、この植物由来の転写抑制ドメインの機能を動物細胞で観察するための基礎実験に取り組み、転写活性を精密に測定す

る系を作成した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】転写因子、siRNA、転写抑制

⑥【創薬シーズ探索研究ラボ】

(Drug-Seeds Discovery Research Laboratory)

(存続期間：2006. 4. 1～2009. 3. 31)

研究ユニット長：西村 紳一郎

所在地：北海道センター

人員：1名 (1名)

経費：81,339千円 (34,050千円)

概要：

1. 研究目的

生命科学分野における基礎研究の成果が広く国民に理解され認知されるためには疾患の早期発見技術や予防薬・診断薬・治療薬等の医薬品開発を中心とした具体的な出口との関係やそれらによって誘導される大きな経済的・社会的波及効果等を見据えた「基礎から応用・実用化までの一体型本格研究」の実現が不可欠である。

本研究ラボでは創薬研究を支援・加速する資源としての独創的な化合物ライブラリと革新的な医薬品候補分子の合成法や探索技術の開発を二本の重要な柱として「化学とバイオ両分野の第1種基礎研究・第2種基礎研究の異なるポテンシャルを融合した本格研究」により医薬品製造業界等からの大きなニーズに応えられる革新的基盤技術を確立し提供することを第一の目的とする。さらにこの本格研究の実現のために研究成果（方法論・新技術、新規バイオマーカー、及び医薬品候補化合物）をできる限り早い段階で十分な新薬開発ポテンシャルを有する製薬会社等との共同研究開発あるいは導出・技術移転に進展させることを第二の目的とする。獲得した医薬品候補化合物等に関する知的財産権・技術ノウハウ等を活用して疾患ターゲットごとに実績を有する製薬・化学関連企業等との戦略的・包括的な連携を強化することでわが国発の新薬開発研究を支援・加速する。これを実現することで新たな産学連携モデル（産総研創薬支援ビジネスモデル）を提案したい。

本研究ラボの上記ミッションは第2期中期目標で示された産総研への期待において「いかに研究成果をあげ、それを普及させるかという観点から企業等との有効な連携を進めていくことも強く求められている」という重要な視点に合致しており、「わが国におけるイノベーションの実現に多大な貢献を果たすこと」を革新的創薬の実現とそれを加速する基盤技術の構築という具体的な目標を設定した産学連携

研究という形で実践するものである。一方、中期計画で産総研が意思表示している施策にも明確に記載されている「健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発」を通して「質の高い成果の創出とその社会への還元を最大化するため」の具体的な事例に位置づけることができる。

2. 研究開発の方針・方法論など

本研究ラボが世界に先駆けて開発した糖鎖自動合成技術及び電磁波合成技術などを統合したコンビナトリアルケミカルバイオテクノロジーを活用してこれまでに作製した500を超える癌抗原決定基関連フォーカス化合物ライブラリを核として癌の新規な診断技術・予防薬・治療薬開発に有効な創薬シーズ化合物群を系統的に創出する。また、磁性体微粒子プローブを利用する機能性分子探索技術及びこれらの新技術に基づいて構築されてきた構造・機能情報化合物データベースなどを当ラボの有力な資源と位置づけ、広い意味での化学と生物学の異分野融合による創薬指向型の独創的探索研究を推進する。

「創薬研究を支援・加速する新技術開発とそれらを用いた有効な疾患マーカー・新薬候補低分子化合物の獲得」に絞り以下の3つの主要研究項目についての事業計画を策定した。

- (1) コンビナトリアルケミカルバイオロジー法による医薬品候補化合物ライブラリの作製と癌予防・診断・治療法開発研究への応用
- (2) 金属微粒子・固体基盤等にディスプレイするケミカルプローブ分子の作製と質量分析法による疾患関連バイオマーカー分子の高速探索技術の開発
- (3) 新規な低分子医薬品候補化合物の効率的合成技術の開発

これらの全ての課題について複数の企業との共同研究開発による実用化へ展開させる。3年間という時限的制約がある本研究ラボでは、①具体的な創薬シーズ（医薬品候補化合物と疾患関連マーカー等）を企業に速やかに提供することと、②これを連続的に実現させるための研究資源を確保することの2点が要求される具体的な成果であると想定している。

本研究ラボの使命は日本の製薬メーカーが現在独自の技術のみでは作製・獲得が困難な化合物群のうち、創薬のターゲットとしての魅力と特徴のあるフォーカス化合物ライブラリを構築してそれらの化合物から有用な医薬品候補や新しい疾患関連マーカー分子を探索することである。

当研究ラボは昨今、極めて重要となっている機密保持とコンプライアンスの徹底という点から逸脱することなく、効率的な運営を重視して集中型産学官連携研究が可能な体制の構築を基本とし、引き続き、NEDO 委託研究のミッション遂行及び企業等と連携した実用化促進研究を実施する。また、当研究ラ

ボの現在の研究員体制は、研究ラボ長と常勤研究員（1名のみ）が、多数の契約職員（研究者）と企業からの共同研究研究者や技術者の研究開発の指揮を執って運営している。しかし本研究ラボに対する多様なニーズは本年度も増大する傾向にあるため、これらの期待に充分応えられるだけの体制にあるとは残念ながら考えられない状況である。研究開発のさらなる加速という理由のみならず、多数の外部研究者や契約職員が活動する本研究ラボの安全衛生管理体制の充実という極めて重要な観点からも早期に常勤研究員の増員を実現したい。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心プログラム/糖鎖機能活用技術開発」

文部科学省 科学研究費補助金「マイクロ波照射による糖鎖・糖ペプチド合成のための新たな展開」

文部科学省 科学研究費補助金「マイクロ波と自動合成システムを用いた機能性糖ペプチドの効率合成とその機能構造研究」

発表：誌上発表6件、口頭発表17件、その他0件

【テーマ題目1】糖鎖関連化合物の迅速合成法の確立と創薬開発を指向したフォーカストライブラリ合成

【研究代表者】西村 紳一郎（研究ユニット長）

【研究担当者】清水 弘樹、松下 隆彦、泉 龍考、大藪 巨樹（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

昨年度までは糖鎖工学センター、自動合成チームとして糖鎖自動合成装置 Golgi™の開発と製作を中心に研究展開してきた。今年度はこれに加え、いくつか他の糖鎖関連化合物の迅速合成の研究に着手した。

金ナノ粒子は、近年、バイオセンシング研究や分子認識研究素材などで生化学研究分野に、また化学分野においてもクラスター分子合成、NMR 研究、質量分析法などで広く利用されている。MALDI-TOF MS による質量分析では、金ナノ粒子にチオール基を介して導入された化合物は金ナノ粒子自身がマトリクスとなるため、前処理することなくそのままその質量の分析が可能である。この知見を元に、新規糖鎖固相合成法の確立研究を進めた。固相合成法の欠点として「反応モニタリングの困難さ」「対固体反応由来の反応性の悪さ」がある。金ナノ粒子を固相合成における担体として利用すれば、「MALDI-TOF MS にて随時反応追跡が可能」となり、さらに「金ナノ粒子は溶液中ではコロイド状となるので、反応性の低下を抑えられる」と予想した。実際に、金ナ

ノ粒子にリンカーを導入後、2度のグリコシル化反応を行いラクトースを合成することに成功した。（Tetrahedron, 63, 2418-2425, 2007）

また、マイクロ波を利用した糖関連物質の合成研究も進めている。マイクロ波は衛星放送や携帯電話など通信システムに使用されている他、物を加熱する作用を有しており、家電でも電子レンジとしてなじみの深いものである。化学研究分野においては1986年以降、やはり「効率加熱手段」としてマイクロ波が応用され、すでに多数の報告がされている。しかし、糖鎖合成や糖ペプチド合成など“デリケート”な多官能基性化合物の合成過程では、一般にその反応温度を下げることも多いこともありあまりマイクロ波が活用されていなかった。このような背景にもかかわらず、我々は、平成17年度にメチルグリコシド体を糖供与対とした新規グリコシル化反応を開発し、すでに報告した。（Tetrahedron Lett., 46, 4701-4705, 2005）このときマイクロ波は効率加熱効果を有するだけでなく、化学反応において他の反応促進効果をも持つことを示唆する結果を得た。これを踏まえて、低温下でのオリゴ糖の合成や糖ペプチド体の合成研究を進めた。先に述べたとおり糖ペプチドなどデリケートな化合物では過度に加熱することはタブーとされており、その合成過程においてマイクロ波による効果は非常に小さいと考えられていた。しかし反応を50℃でおこなうと、化合物の損傷なしにアミノ酸や糖アミノ酸の連結反応が効率よくすすみ、5箇所それぞれ3糖体を有する20残基の MUC1関連糖ペプチドの合成に成功した。この際、通常の外部媒体からの加熱方法ではなくマイクロ波を利用した加熱手段を使うと14倍の効率で合成できることが分かった。（J. Org. Chem., 71, 3051-3063, 2006）

以上の糖関連物質の迅速合成研究を基に、創薬を指向して糖ペプチドのフォーカストライブラリ合成を行った。ライブラリ体は市販されているものもあるが、含まれている化合物群が一般には多種多様であり、全てが有用な化合物というわけではない。効率的な新薬開発を目指す上では、その「ターゲット」や「化合物群」を絞ったフォーカストライブラリを入手し利用することが大切な要因ともなる。また、糖ペプチドの多種類似化合物をそろえる方法は、合成法が唯一に近い手段である。しかし糖ペプチドの合成はそれ自体簡単なものではないので、多種の並列合成、つまりライブラリー合成はより困難であった。我々は上記の糖関連上記迅速合成研究を基にして、糖ペプチドフォーカストライブラリの調製に着手した。ガンエピトープの解明を指向して、まず MUC1関連糖ペプチドの認識最小部位を検討し、その後それを含む糖ペプチドフォーカストライブラリを合成した。実際、約200種類の関連糖ペプチド合成に1年足らずで成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】創薬、糖ペプチド、フォーカストライブラリ、マイクロ波、金ナノ粒子

〔テーマ題目2〕 バイオ技術による糖鎖医薬シーズの迅速・大量生産

〔研究代表者〕 西村 紳一郎（研究ユニット長）

〔研究担当者〕 中西 秀樹、作田 智美
（契約職員等2名）

〔研究内容〕

糖転移酵素を用いた糖鎖合成法は、化学合成法と比べて簡便に、また有機溶媒を使わずクリーンに作業を進めることができる。我々は糖転移酵素を利用した糖鎖自動合成装置 Golgi™を開発した。創薬のリソースとなり得る様々な糖鎖化合物の合成において、Golgi™は重要な役割を担う装置であると考えられる。

Golgi™で使用されている糖転移酵素は、主に磁性ビーズなどの担体に固定化されている。よって、数多くの、活性の高い、変性しにくい糖転移酵素を広く自然界から単離し固定化酵素として改変することにより、Golgi™の汎用性をさらに向上させることができると考えられる。

平成18年度において我々は、固定化フコース転移酵素及び、N-アセチルグルコサミン転移酵素の開発、研究を行ってきた。フコース転移酵素に関しては、ピロリ菌由来のフコース転移酵素遺伝子を利用すれば活性の高い固定化酵素を得られることを見いだした。これまでに、ピロリ由来フコース転移酵素をヒスチジンタグとの融合タンパク質として大腸菌で発現させ、磁性ニッケルビーズに吸着させることにより、数ミリグラムの糖鎖合成に対応できる活性を持ったまま固定化できることがわかっている。

固定化 N-アセチルグルコサミン転移酵素は、ヒト由来の遺伝子を用いて研究を進めている。ヒスチジンタグを融合し酵母で発現させることにより、こちらも数ミリグラムの糖鎖合成に対応できる固定化酵素を得ることができた。

平成19年度は、さらに数種類の新しい固定化酵素の開発に着手する。また、フコース転移酵素、N-アセチルグルコサミン転移酵素に関しては、精製条件の検討、遺伝子配列の改変などを行うことでより活性の高い固定化酵素を大量に得ることを目指す。

さらに、糖転移酵素の固定化方法についても改良を試みる。我々が現在までに用いてきた固定化方法は(1)アミロースとマルトース結合タンパク質とのアフィニティー結合、(2)ニッケルとヒスチジンタグとの配位結合、である。よって条件によっては固定化された酵素が解離する恐れもある。そこで、化学的な手法、あるいは、酵素を用いた手法で糖転移酵素を共有結合により担体に固定化する技術を確認し、より安定に繰り返し使用できる固定化酵素の開発を目指す。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖転移酵素、固定化、糖鎖自動合成装置、フコース転移酵素、N-アセチルグルコサミン転移酵素

〔テーマ題目3〕 バイオマーカー探索に向けた基盤技術開発

〔研究代表者〕 西村 紳一郎（研究ユニット長）

〔研究担当者〕 清水 弘樹、比能 洋、中西 秀樹、大藪 巨樹、泉 龍孝、五十嵐 幸太、松下 隆彦、清水 和美、作田 智美、長島 生、高橋 由紀子
（常勤職員1名、他10名）

〔研究内容〕

がんや生活習慣病はいずれも早期診断によりその治療成功率が劇的に上昇すると共に、患者に対する肉体的負担及び経済的負担双方が劇的に減少することから、そのバイオマーカー探索は極めて重要な命題である。分子バイオマーカーとその変化を鋭敏に捉えることができるプローブは疾患の早期診断のみならず、創薬の加速（薬効・毒性評価や臨床試験における信頼性の高い評価系の提供等）や術中検査にも応用できることから、ライフサイエンスにおける主要な研究テーマと認識されている。しかしながら、がん診断においては分子基盤が曖昧、または変動の大きい抗体がバイオマーカーとして利用されていることが多く、その特異性と感度の双方から問題視されており、バイオマーカー探索においてタンパク質をターゲットとしたプロテオミクスは予期したほどの成果を与えていないのが現状である。プロテオミクスの優位性に翻訳後修飾の重要性を謳いながら、実際には翻訳後修飾情報はなおざりにされてきた点に現在のプロテオミクスの最大の欠陥がある。

タンパク質の翻訳後修飾は、タンパク質の機能、タンパク質-タンパク質間、タンパク質-DNA 間、安定性、局在、半減期等に大きく影響するため、翻訳後修飾にフォーカスしたプロテオミクスは合理的である。中でも糖鎖は、細胞の増殖から血管新生や転移などの腫瘍の発生から進行のあらゆる局面に、主に細胞表層に局在する機能分子として直接関与しており、これらの糖鎖修飾機構の変動は悪性形質転換や腫瘍形成とよく一致した指標となることから、診断やがんの進行の予測、経過観察に有望であると考えられる。このような背景から、近年 NCI は、糖鎖はがんの早期発見及び発症リスク予測における重要な標的分子であると定めるなど、本領域はバイオマーカー探索で最も注目を集めている。

現在では、糖鎖関連マーカーは多数実用に供されており、質量分析技術の進歩など分析技術にも進歩がみられ、より複雑な解析が短時間で可能になりつつある。しかし糖鎖には不均一性がつきまとい、個体差も大きく、糖鎖修飾はリン酸化と異なり構造的に遥かに複雑で多様であるため、効率的な糖鎖関連マーカー開発を可能にするためには抜本的な開発コンセプトのブレークスルーが必要である。そのためには、高品質な試料の確保自体が必須であり、信頼できるグライコミクスデータを与える方法論の開発、すなわち多数の糖鎖の発現状況からがん細胞

が発しているメッセージをハイスループット・アッセイによりノイズの少ない良質なデータとして入手するための技術開発も併せて重要である。

当ラボは次世代糖鎖関連バイオマーカーの迅速探索を目指し、これまでに新規な糖鎖関連バイオマーカー・プローブ候補の網羅的（ライブラリ）合成法の確立や生体分子の PET プローブ化において鍵となる自動合成技術開発を既に行ってきた。

本年度は独自の糖ペプチドライブラリ構築技術に基づいて、MUC1のエピトープ変化と種々のがんステージとの相関の分子レベルでの解析に取り組み、これらの結果から診断と抗体治療双方の成功率を劇的に向上する可能性がある有効なアプローチであることを見出した。また、バイオマーカー・プローブ候補となる糖鎖関連化合物ライブラリをハイスループットな生物機能評価及びバイオマーカー探索へと連動させるべく、マイクロアレイ・チップ等へのプローブ固定化に向けた技術開発、さらにはバイオマーカー分子探索を加速させるための鍵となる非特異吸着を大幅に抑制した固定化担体開発を実現した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖ペプチドマイクロアレイ、抗体、エピトープ、癌マーカー、質量分析

⑦【器官発生工学研究ラボ】

(Organ Development Research Laboratory)

(存続期間：2006. 4. 1～2007. 3. 31)

研究ユニット長：浅島 誠

所在地：つくば中央第4事業所

人 員：3名 (3名)

経 費：72,831千円 (52,642千円)

概 要：

臓器の恒常性（ホメオスタシス）は臓器形成過程の絶え間ない繰返しにより維持されている。癌や生活習慣病などの慢性臓器疾患は、それぞれの臓器形成過程に関わる臓器特異的幹細胞の正常な増殖・分化プロセスからの逸脱に起因するものと考えられる。我々は発生システムの階層構造の理論的理解を深めるために、臓器形成の制御に関わるゲノム・プロテオームの挙動を統合的に解析する「オーガノミクス」という新しい研究概念を提唱し、新しい発生学の展開を目指している。本プロジェクトでは、オーガノミクス及びケミカルオーガノミクスという革新的研究手法を駆使して臓器形成を制御するメカニズムを体系化し、新しい発生学研究領域を開拓するとともに、癌や生活習慣病などの新しい予防法と治療法の創成を目指す。将来的には、低分子有機化合物ライブラリなどを活用してそれぞれの臓器形成過程に及ぼす特異的な効果を研究

するケミカルオーガノミクスという新研究領域にも挑戦できればと考えている。

本プロジェクトの研究領域は、ライフサイエンス分野の戦略目標1「早期診断技術の開発による予防医療の促進とともにゲノム情報に基づいたテーラーメイド医療を実現する」及び戦略目標2「精密診断及び再生医療の開発により安全かつ効果的な医療を実現する」に沿ったものである。本研究では、オーガノミクスに基づく臓器発生過程の系統的解析により臓器別発生ロードマップを作成し、3次元構造を持つ応用可能な臓器形成を行う。さまざまな病気や疾患は、ロードマップ上の遺伝子、タンパク質、糖などの発現異常とも関連づけることが可能である。従って、臓器分化関連因子が記述されたロードマップの作成によって、臓器疾患の早期発見に寄与する予防マーカーを網羅的に同定できることが期待でき、ひいては予防医療となる道を拓くことになろう。これは、戦略課題1-(1)の「予防医療を実現するための基盤技術の開発」に貢献する。また、作成されたロードマップをもとに、ゲノミクス・プロテオミクスの手法を駆使した「臓器特異的創薬」の開発を通して、戦略課題1-(2)の「創薬支援技術の開発」に貢献する。

さらには、戦略課題2-(2)の「喪失機能の再生及び代替技術の開発」は、まさに本プロジェクトの達成目標そのものである。我々は、オーガノミクスに工学的技術、例えば新素材スキャフォールドなどを組み合わせ、臓器の3次元構造の構築を可能にすることを目標のひとつに掲げている。将来的には、我々独自のオーガノミクスという視点に基づき、低分子化合物ライブラリを活用したケミカルバイオロジーをこれに組み合わせることにより、上記の戦略課題1-(2)の更なる発展はもちろんのこと、これらの戦略課題を統合的に俯瞰する、新たな総合戦略の柱となることが期待できよう。

外部資金：

日本学術振興会外国人特別研究員事業科学研究費補助金・特別研究員奨励費

「siRNA ライブラリーを用いたマイクロ RNA の解析」

日本学術振興会外国人特別研究員事業科学研究費補助金・特別研究員奨励費

「マイクロ RNA の解析と発現ベクターの開発」

文部科学省科学研究費補助金・萌芽研究

「ノンコーディング RNA を介した神経新生の分子制御機構の解明」

発 表：誌上発表4件、口頭発表1件、その他0件

〔テーマ題目1〕臓器ロードマップを構成する新規分子の探索と機能解析

〔研究代表者〕 浅島 誠 (研究ユニット長)

〔研究担当者〕 道上 達男、栗崎 晃、桑原 知子、山岸 正裕、生澤 昌之、秋月 さおり、(常勤職員4名、他6名)

〔研究内容〕

マイクロアレイやプロテオミクスの技術を駆使することにより、心臓・膵臓・腎臓・神経・感覚器など様々な臓器・器官への分化に関わる遺伝子を系統的に同定・検証することで、臓器別ロードマップ、すなわち、未分化細胞からどの時期にどの遺伝子が発現することによって臓器の分化が達成されるか、その道筋が全て記述されたロードマップを構築する。

また、作製されたロードマップ上の遺伝子が特定臓器疾患と関連するかどうかについて、コンピューター検索などを用いて比較を行うことにより、ロードマップ上のどのような遺伝子が臓器特異的疾患マーカーとして利用可能かを探索する。さらに、データベース上で疾患との関連が示唆されたものについては実際に遺伝子・タンパクレベルで検証し、新しい疾患予防法への応用を図る。平成19年度は、心臓・循環器系、膵臓、脳・神経系の分化に関わる遺伝子の同定・検証を継続することにより、可能な限り臓器発生のロードマップの構築を進める。

①心臓・循環器系の臓器分化ロードマップ作成

カエルを利用した心臓形成のモデル実験系を活用し、引き続き新規心臓形成関連新規遺伝子の解析を続けている。特に、Xapelin については、ツメガエルを用いた解析系によって心臓形成に関与することが明らかとなり、論文に公表した (Inui et al., 2006)。また、新規因子 XHSPLN、MA35についても引き続き心臓、循環器系形成における役割について検討を行っている。さらに、マウス ES 細胞を用いた系でも心臓・循環器系分化に関与する因子の解析を行っている。特に本年度は、心筋の誘導系に関して、N-カドヘリンが心筋マーカーとして有効に機能することを明らかにした (Honda et al., 2007)。

②膵臓・腎臓の臓器分化ロードマップ作成

膵臓に関しては、マウス ES 細胞から胚様体を形成後、細胞増殖分化因子 (アクチビン) やレチノイン酸をはじめとする化合物で処理することによって、膵臓特異的分化誘導条件を検索する。具体的には、レチノイン酸の濃度を一定にした上で、アクチビン濃度を変化させて ES 細胞に作用させることによって、アミラーゼを分泌する外胚葉性細胞、インシュリンを分泌する内胚葉性細胞に作り分けをすることに成功した。また、カエル・アニマルキャップを用いた系では、いくつかの因子を mRNA 注入・薬剤処理によってアニマルキャップに作用させることにより、Tbx4 などマーカー遺伝子の発現を高効率に上昇させることが可能になってきた。引き続き、条件検討を行うとともに、膵臓特異的遺伝子の網羅的な単離

に向け、現在解析を行っている。

腎臓に関しても、ツメガエルの未分化細胞を用い、新規の腎臓形成関連遺伝子の単離をさらに進めている。また我々は、模擬微少重力下で遺伝子発現が変化する腎臓形成関連遺伝子の同定を行っており、その中の一つ NDRG1 遺伝子の腎臓形成における役割について、現在解析を進めている (Ikuzawa et al., in prep.)。

③脳・神経系の分化ロードマップ作成

主にツメガエルの系を用い、脳・神経の分化に関わる因子の網羅的な単離を行い、ロードマップ作成を継続している。特に本年度は、神経分化に関与する新規因子 Dallard が BMP レセプターのリン酸化を抑制することによって BMP シグナルを抑制することを見出し、論文に公表した (Sato et al., 2007)。また、ツメガエルの予定脳領域において特異的に発現する遺伝子をのマイクロアレイを用いた網羅的単離も行っており、すでにいくつかの新規因子を同定している。現在は、実際にそれらが脳・神経系への分化に関与するかどうかについて解析を続けている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 初期発生、器官形成、再生医療

〔テーマ題目2〕未分化細胞の維持と分化のメカニズム解明

〔研究代表者〕 浅島 誠 (研究ユニット長)

〔研究担当者〕 栗崎 晃、桑原 知子、三輪田 恭子 (常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

テーマ題目1で述べた重点課題、つまり臓器ロードマップ作成の次の展開の中には、臓器再生が挙げられる。その際問題となるのは、実際に医療に応用可能な幹細胞の樹立である。現段階では、倫理的・技術的な理由から、ヒト ES 細胞の使用は問題が非常に山積しており、その観点から考えると、むしろヒト (患者) の体細胞から幹細胞を樹立し、必要な組織に分化させて医療に用いる方が現実的である。その際、体細胞の幹細胞化、あるいは幹細胞の未分化性維持が非常に重要となる。本研究課題では、幹細胞の未分化性を制御する新規遺伝子の探索とその機能解析を進める。これまで、マウス ES 細胞の抽出液を用いてプロテオミクス解析を行ってきた。特に、クロマチン画分を材料にプロテオミクス解析を行った結果、未分化状態特異的に発現するゲノム DNA 結合因子数種類単離することができた。それらのいくつかは、培養細胞において過剰発現をさせることにより、未分化細胞マーカーであるアルカリフォスファターゼの発現を確認した。

また、細胞表面タンパク質や未分化維持に必要となる細胞外マトリックス因子についても現在解析を進めている。①マウス ES 細胞の未分化制御に関与するクロマチン因子について、高度に精製したクロマチン画分を材料

にプロテオミクス解析を行い、未分化状態特異的に発現するゲノム DNA 結合因子を検索する。

また、細胞表面の膜タンパク質を化合物により特異的に標識し精製することで、高度に精製した膜タンパク質についても解析を行い、幹細胞を未分化に保つ候補因子を同定する。

②また、マウス ES 細胞の未分化維持に必要な細胞外マトリックス因子についても可能性のある因子を系統的にアッセイし検索する。

カエルアニマルキャップの未分化細胞が持つ分化誘導能の維持に Notch シグナルがどのような機構で作用するのか、そのメカニズムについてマイクロアレイを駆使して解析する。

【分 野 名】 ライフサイエンス

4) フェロー

【フェロー】

(AIST Fellow)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5

概 要：

フェローは、理事長の諮問を受けて、研究者の代表として他の研究者の指導にあたりるとともに、特別な研究を行っている。

平成18年度は、3人のフェローを置いている。

機構図

フェロー	立矢 正典
フェロー	大津 展之
フェロー	田中 一宜

(2) 内部資金

【研究題目】 超小型吸収冷却器の開発

【研究代表者】 宗像 鉄雄（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 宗像 鉄雄、竹村 文男、菊島 義弘、
瀬川 武彦、松本 壮平、市川 直樹、
庄司 正弘、永田 眞一
(常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

今後の高機能半導体素子は1 cm²当たり数10 W 程度の発熱量になると想定されているが、従来の技術では、この熱を除去することは困難である。そのため、高機能半導体素子等の冷却を目指し、インクジェット方式を用いた蒸発促進、液滴の微粒化による蒸気吸収促進、マイクロ構造体を利用した凝縮器の高性能化などの技術シーズを集約した超小型吸収冷却器の開発を行った。平成18年度は、プロトタイプの開発を行い、蒸発面に250 W というほぼ目標に近い熱量を加えても、伝熱面温度を50℃程度に抑えることができることを確認した。なお、プロトタイプでは、以下の要素技術を集約して開発した。(1)高性能伝熱面として市販されているサーモエクスセル伝熱面を用い、1 cm²当たり100 W 近くと従来の10倍程度の除熱が可能な蒸発器、(2)超音波式噴霧ノズルを用いたコンパクトな蒸気吸収器、(3)アルミニウム製の凝縮伝熱面表面にアルマイト処理を行った伝熱性能の高い凝縮器、(4)ピストン式の小型ポンプ、(5)カートリッジヒータ表面にカプトン糸を巻き付けることで、サーモエクスセル伝熱面と同様に多数の発泡核が生成され、突沸防止が可能な加熱再生器、(6)冷却面表面にアルマイト処理を行った臭化リチウム水溶液による腐食防止。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 半導体素子、冷却器、吸収式、超小型

【研究題目】 分散型エネルギーネットワークの実証研究

【研究代表者】 武内 洋（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 武内 洋、長谷川 裕夫、永石 博志、
吉田 博夫、壹岐 典彦、松沼 孝幸、
角口 勝彦、平野 聡、前田 哲彦
(常勤職員9名)

【研究内容】

分散型電源から生じる排熱をいかに利用するかは、エネルギーの有効利用率を増加させコージェネレーションシステムとしての性能向上を図るために極めて重要である。しかし、発電時において発生する排熱量と熱需要との間には時間的・空間的ミスマッチが存在するため排熱の有効利用が進まないのが実状である。この問題の解決には、熱損失が少なく長時間熱貯蔵が可能な高性能蓄熱システムの導入が必要である。当部門では、エネルギーの有効利用を目的として2004年12月札幌市と締結した基本協定に基づき、マイクロガスタービンを電源とし過冷却を利

用した蓄熱技術を適用したコジェネレーションの実証研究を進めている。具体的には、札幌市立大学の校舎内で電気及び熱の需要計測を行うと同時に、28 kW のマイクロガスタービンを用い電気と熱の供給を行っている。マイクロガスタービンについては予め部分負荷運転特性について計測を行った。発生した熱は過冷却を利用した蓄熱槽に蓄え、ユーザーのニーズに対応する時間帯に過冷却を解除し、パネルヒーターに熱供給を行っている。建物内の空調用循環水に界面活性剤を注入し、流動抵抗の低減を図る実証研究を37 kW の循環水ポンプが備えられている札幌市庁舎で実施した。暖房用の温水の場合、65 %の省エネルギーが得られることが判明した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】分散型エネルギー、エネルギー需要計測、コジェネレーション、マイクロガスタービン、蓄熱、流動抵抗低減

【研究題目】Point-of-Care マイクロ流体バイオチップ診断装置の開発

【研究代表者】亀井 利浩

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】亀井 利浩、板谷 太郎

(常勤職員2名)

【研究内容】

マイクロチップ電気泳動を利用した DNA などの分析技術が開発され、バイオ化学分析プロセスをマイクロチップ上に集積したラボ・オン・チップの実現が期待されているが、高感度分析には依然として大型の共焦点レーザー誘起蛍光法が使われており、蛍光検出システムの小型化が必要である。本研究では電気泳動マイクロチップに実装できる水素化アモルファスシリコンフォトダイオード及び光学干渉フィルターの開発を目指す。今年度は、デバイス作製プロセス、特に光学干渉フィルタパターンニングプロセスの最適化を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ラボ・オン・チップ、アモルファスシリコン蛍光検出素子

【研究題目】光圧力を用いたマイクロチップ型マルチ細胞ソーティング技術の実証

【研究代表者】平野 研 (健康工学研究センター)

【研究担当者】平野 研、長田 英也、石堂 智美、田中 芳夫、石川 満、馬場 嘉信、国分 友邦 (常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

光圧力を用いて、細胞をはじめとする誘電体微粒子のマルチ選別・回収操作を行うための装置として、マルチ細胞ソーティング装置のプロトタイプ試作を目標としている。当該プロトタイプを用いて、ライフサイエンス・医療分野の基礎研究や臨床検査でニーズが高い細胞のマ

ルチソーティングをはじめ、従来に比べ小型・安価で多種類の細胞を高い生存率で自動分取できる装置の実証を目指している。昨年度までに誘電体微粒子の選別・回収を行うための光圧力ソーティングの基本装置を製作し、マイクロ流体チップを組み合わせることで、光圧力により細胞をはじめとする誘電体微粒子を選択的に回収できることを原理実証した。当該成果を基礎として、マルチソーティングに向けてレーザー走査の光学系の構築とチップ構造を改良し、細胞をはじめとする誘電体微粒子のマルチソーティングを行うプロトタイプ機を作製した。当該プロトタイプ機を用いて、従来法より多くの種類を同時に回収できることを示すことができた。当該技術について企業数社が興味を持っており、今後の実用化に向けて開発を進展させたいと考えている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】セルソーター、細胞、分取、レーザー、光圧力、細胞工学

【研究題目】ハイテクものづくりプロジェクト／高耐食性精密金型作製技術の実証

【研究代表者】小林 慶三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】小林 慶三、松本 章宏、西尾 敏幸

(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究開発は、耐食性に優れた WC-FeAl 超硬合金に DLC (ダイヤモンドライクカーボン) 膜を密着性よく形成し、精密部材の成形を可能とする超平滑性及び離型性を付与した金型を供給するための技術を実証するものである。本研究開発では、「WC-FeAl の金型形状へのニアネット成形技術の開発」と「WC-FeAl 超硬合金の放電加工性の評価」、「WC-FeAl 超硬合金への DLC 膜形成及び密着性の評価」の技術課題がある。

本年度は小型の成形体を対象として各技術課題について研究開発を行った。30 φ×10 mm の WC-FeAl 超硬合金の焼結体をパルス通電焼結により作製し、成形用型の肉厚や大きさなどの最適化を行った。その結果、1250 °C 程度の焼結温度で緻密な焼結体が得られること、焼結時に炭素が減少して焼結体の機械的特性が低下すること、黒鉛パンチに加工を行うことで形状を転写できることなどを明らかにした。これらの条件を最適化することによって WC-FeAl 超硬合金の抗折強度を1.7 GPa まで高めることができた。また、従来の超硬合金 (WC-Co) と WC-FeAl 超硬合金をワイヤー放電加工し、WC-FeAl の方が安定した加工が行え、切断代も小さくなることを明らかにした。実際の金型をワイヤー放電加工する際には WC-FeAl の方が高精度加工できるものと考えられる。さらに、WC-FeAl 超硬合金の表面に DLC 膜をスパッタ法で形成したが、従来の超硬合金より剥離強度が高くなることがわかった。WC-FeAl 超硬合金表面

を鏡面加工することで、DLC 膜の密着性はさらに向上した。DLC の密着性は基材を加熱して成膜した方が向上したが、加熱温度が高くなりすぎると DLC 膜が黒鉛化して剥離しやすくなることがわかった。WC-FeAl 超硬合金は熔融した Al を成形助剤とすることで緻密な成形体を作製することができ、その後の加熱で FeAl 相とすることで焼結体内の機械的特性のバラツキを小さくすることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超硬合金、FeAl 金属間化合物、DLC、パルス通電焼結

【研究題目】 ハイテクものづくりプロジェクト「高温薄膜圧電素子のエンジン圧力計測への応用」

【研究代表者】 野間 弘昭

(実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】 岸 和司、菖蒲 一久、各務 聡、秋山 守人 (実環境計測・診断研究ラボ) 高橋 三餘、古谷 博秀 (エネルギー技術研究部門) (常勤職員7名、他2名)

【研究内容】

窒化アルミニウム (AlN) は、絶縁性、機械的強度に優れ、熱伝導率が高く放熱性も良いので半導体分野では基板材料等として利用されている。圧電機能では、次世代のフィルタとして圧電薄膜共振子等の研究開発はあるが、高温耐熱性と圧電機能を組み合わせた高温高圧環境下での圧力センサ用途の研究はない。我々は、高耐熱性を有する圧電体である窒化アルミニウムについて、従来困難であった多結晶基板上に、極微小柱状結晶 (ナノピラー) の配向性 0.4° (単結晶に匹敵) という超配向性薄膜を作製する独自の技術シーズを有し、この薄膜素子を用いて 600°C 以上での圧力計測、振動計測が可能であることを実証してきた。自動車用エンジンやコジェネ用ガスエンジンなどの内燃機関における燃焼の最適化のために、シリンダ内燃焼圧力を直接計測できる、高耐熱性に優れた超小型圧力センサの開発が必要とされている。窒化アルミニウム (AlN) は 1200°C 以上でも圧電特性を失わず、薄膜化が可能であるために従来の半導体生産技術との親和性が高い。既に実証した、この超高温圧力センサ技術を核として、実際のエンジン内の燃焼圧を計測できる燃焼圧センサのプロトタイプの開発を行う。

今年度は、AlN 素子の基板を耐熱性金属であるインコネルで成膜することに成功し、素子の耐熱性、耐久性が向上できた。燃焼圧センサ構造として、AlN 薄膜素子の表面にダイヤフラムをつけると圧力の応答が悪くなるため、ダイヤフラムを用いず、圧力が直接素子に加わりやすい構造へ改良を進めた。燃焼圧センサの評価には、エネルギー技術部門のエンジンの急速圧縮膨張の模擬試験装置を用い、センサの動特性計測評価を行い、十分な

応答を確認できた。さらに、実際のエンジンに試作した燃焼圧センサを装着して燃焼圧の計測を行った結果、再現性よく燃焼圧の計測が可能であることを実証できた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 燃焼圧、窒化アルミニウム

【研究題目】 高機能透明導電膜による薄膜太陽電池モジュール高効率化技術の実証

【研究代表者】 鯉田 崇 (太陽光発電研究センター)

【研究担当者】 鯉田 崇、反保 衆志、松原 浩司、仁木 栄、近藤 道雄 (常勤職員5名)

【研究内容】

目標:

高効率 Si 系及び CIGS 系薄膜太陽電池を実現させる太陽電池に特化した低エネルギー損失透明導電膜の技術開発を行う。

研究計画:

(1) Si 系薄膜太陽電池では透明電極/光電変換層界面での反射損失を低減させた太陽電池の作製、(2) CIGS 系薄膜太陽電池では裏面電極を透明導電膜に置き換えた両面受光型太陽電池の作製を図る。

年度進捗状況:

高屈折率透明導電体でかつ耐光電変換層製膜プロセス機能を有した機能性酸化物を透明電極/光電変換層界面に挿入することにより、Si 系薄膜太陽電池の光反射損失の低減、それに伴う変換効率の向上を確認した。CIGS 系光電変換層の低温成長技術の開発により裏面電極に酸化亜鉛を用いた両面受光型太陽電池の作製及びバタケム化に向けた要素技術を開発した。また、将来の高効率薄膜太陽電池に必要な要素技術である近赤外領域の透明性に優れた高透過高移動度透明導電膜の材料・製造方法の開発を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽電池、透明導電膜

【研究題目】 SiC 電力変換器プロトタイプ実証

【研究代表者】 荒井 和雄

(パワーエレクトロニクス研究センター)

【研究担当者】 西澤 伸一、奥村 元、福田 憲司、大橋 弘通、山口 浩、荒井 和雄 (常勤職員11名、他4名)

【研究内容】

本格的 SiC のパワーエレ応用にとりかかる上で重要なステップとして、要素技術を統合しオール PERC 製の電力変換器として実証することを行った。PERC 製結晶のカーボン面上にエピ膜を形成し、 600 V 耐圧のショットキーバリアダイオード (SBD) と IEMOS-FET を試作した。それらパワーデバイスを用いて、チョッパ回路を作製し、 200 V 、 20 KHz でモーターと発電機と

負荷の合計400 W の系で、負荷電球の照明の変化をデモストレーションした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】SiC、パワーデバイス

【研究題目】不透明障害物内化学物質検知装置の開発
—水際薬物検査に向けた多光子励起レーザー走査過渡吸収顕微分光の展開—

【研究代表者】古部 昭広

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】古部 昭広、加藤 隆二、井藤 浩志

(常勤職員3名)

【研究内容】

フェムト秒レーザーによる多光子励起過程を用いた過渡吸収顕微鏡を応用して不透明障害物内の化学物質を検知するための分光装置プロトタイプの開発研究を進めている。18年度では、システムの小型化・高速化のために新規導入するレーザーのスペックを決定した。また、現有のレーザーを用いて、顕微鏡光学系の改良を進めた。具体的には、空間分解能を上げるために対物レンズの倍率を上げ、測定感度を上げるためビーム導入光学系にビーム平行度調整機構を加えた。空間分解能は約2倍、感度は約2倍に向上した。さらに、障害物越しの測定の実証を追加した。これまでの着色ガラスと磨りガラスに加え紙越しの測定が可能であることを確かめた。危険試薬の類似化合物として合成麻薬 MDMA と同じ骨格を有する化合物いくつかの過渡吸収スペクトル及び時間応答の測定を行った。他方、安全物質がどのようなスペクトルを示すかを調べるため、いくつかの一般の飲料を測定した。飲料ごとに違うスペクトルを示すことが確かめられた。今後、多くのモデル化合物や疑似試薬での実証実験を、装置の開発と平行して進めていく。封筒や着色瓶に入れた試料の測定の実証も進める。装置操作性向上や測定時間短縮のためデータ取得・解析ソフトの改良も行う予定である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】顕微鏡、フェムト秒レーザー、過渡吸収、多光子励起

【研究題目】超高感度ポータブル・ホルモンセンサの開発

【研究代表者】丹羽 修 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】栗田 僚二、横田 淑美、中元 浩平、三重 安弘、水谷 文雄

(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

昨年に続いて、心疾患マーカー (BNP 等) を高感度測定できるポータブル免疫センサーの開発を進めた。昨年、目的の検出限界が得られた表面プラズモン共鳴 (SPR) 法を利用したセンサーでは、これまで行って

きた BNP のポリクロナール抗体の代わりに、市販のモノクロナール抗体を用いた高速化を検討した。その結果、モノクロナール抗体の結合常数が大きい為、抗原-抗体反応がより迅速に進行し、測定時間の短縮に成功した。また、これまで課題であった血液成分に含まれる物質とも反応が起こるアセチルコリンエステラーゼ等の酵素標識に代わって生体試料中の共存物質に対して活性の極めて低い酵素を利用する技術についての研究を行った。

一方、より簡便な電気化学法を利用したシステム開発に関しては、本年度は、3電極を全て流路内に用いても安定した測定ができるようにチップを改良した。電流信号増幅用の酵素として、グルコース酸化酵素やジアホラーゼ酵素を用いた酵素増幅型電気化学検出をマイクロ流路内で行い、いずれの場合も酵素免疫測定に適用可能なパラミノフェノール (PAP) を高感度に (発光法等と比べても同程度に) 測定することに成功した。

次に、試料中の抗原と酵素標識抗体を反応させた後、未反応な酵素標識抗体を選択的に捕らえて濃縮する部分と、濃縮した標識酵素の酵素反応生成物を検出する部分が分かれた T 字型デバイス (昨年度原理を開発) を電気化学チップに応用し、血清試料中の高分子物質等が検出電極を汚染し電流応答を低下させることを抑制した。諸条件を最適化し、20 μL のサンプル量で検出下限、0.05 ppt (0.5 amol) という超高感度検出を15分の短い測定時間で達成することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ペプチドホルモン、ポータブル免疫センサ、表面プラズモン共鳴 (SPR) 法、電気化学法、マイクロ流体デバイス、酵素増幅

【研究題目】地盤災害予防のための土木建造物メンテナンス用核磁気共鳴物理探査装置の開発

【研究代表者】中島 善人 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】中島 善人 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

老朽コンクリート建造物の崩落の原因となるコンクリートブロック中の水を、原位置かつ非破壊で定量的に検出できるプロトン核磁気共鳴 (NMR) 物理探査装置のプロトタイプの開発を実施中。平成18年度は、コイルから約5 cm 離れた位置にある水のテストサンプルからの NMR 信号を検出でき、プロトタイプ開発における目標を達成できた。最大の難関は、コイルユニットの製作であり、磁石 (導体) とコイルの電磁氣的相互作用 (渦電流など) が予想外に強く、コイルから十分な電磁波パワーが発信できず、平成17年度に達成した探査深度1 cm からなかなか探査深度が向上しなかった。電波送信ユニットの改良、渦電流低減用スリットの採用、プロトン励起パルスプログラムの改良、より高い耐電圧値をもつコンデンサーの採用、電磁波シールド採用による S/N 改

善などの多くの改良を加え、探査深度約5 cm を実現できた。

一度製作した永久磁石の形状を作り直すことは技術的に難しいので、プロトタイプ製作は平成17年度に製作した40 kg の磁石で続行したが、新たに行った3次元磁場シミュレーションの結果、別の幾何学的構造をもった磁石を用いると、送信パワーは約2倍に向上し、探査深度も向上することがわかった。

プロトン NMR 表面スキャナーは、屋外でサイズ無限大の試料の表面をスキャンして、表面から数 cm 内部にある水素を含む流体分子（水や油）を非破壊・リアルタイムで分析できることを特長とする。応用先はコンクリート中の水検出（土木構造物メンテナンス）に限らず、サンプルが大きくて固い、あるいは稀少・高価・危険であるがために破壊検査が困難なケースに適用を進めたい。

【分野名】地質

【キーワード】NMR、土木構造物、非破壊計測

【研究題目】マルチウェーブ高速3次元比抵抗トモグラフィ技術の開発

【研究代表者】神宮司 元治（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】神宮司 元治、内田 利弘
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究では、複数の電極から周波数の異なる信号を同時送信し、本信号を同期検波によって分離することにより電極の切り替えなしに高速に比抵抗探査を実施できる探査機器の開発を目標としている。平成18年度は、これまでに試作した測定装置を用いて3次元探査の計測実験を行い、従来の測定装置との比較を行った。その結果、従来機とほぼ同一の3次元イメージを非常に短時間で取得することができることを確認した。また、本年度では同システムに接続可能な256点のマルチ送信システムに適合したスキャナーを開発した。本スキャナーは、256極というきわめて多数の電極を切り替え可能な一方、マルチ送信システム特有の8セグメント送受信を行うため、コントロールは32ブロックを対象にする切り替えを行うだけで良く、非常にコンパクトな制御が可能である。さらに、本測定装置の高精度化及び簡易化を図るため、システムの DSP 化について検討を行った。そのため、Texas Instruments 社製の DSP に8チャンネル（16ビット）の AD 及び4チャンネル（16ビット）の DA を持つ I/O ボードを付加した評価システムを製作した。その結果、DSP 内部での同時8周波の発振と同時64チャンネルの直交同期検波、及び IIR による非常に遮断能力の高いデジタル LPF によるフィルタリングを、時間的に整合をとりながら実行可能であることを示すことができた。実際のシステムでは、A/D の分解能を24ビットまで高める必要があるが、DSP そのものの能力が上記要件を十分に満たすことを確認した。

【分野名】地質

【キーワード】電気探査、トモグラフィ、比抵抗、測定装置

【研究題目】先進バイオプロセス・パイプラインの開発

【研究代表者】水谷 文雄（代理 中村和憲）

【研究担当者】中村 和憲、木村 信忠、関口 勇地、深津 武馬、宮崎 健太郎、望月 一哉、矢追 克郎、末永 光（常勤職員8名）

【研究内容】

「新規遺伝子資源の開発」（課題1）においては、環境等から直接遺伝子を取得することを目的として以下の研究を行った。

（1-1）特定標的遺伝子の探索

安水（コークス炉ガス廃液）処理活性汚泥を基にして Fosmid ライブラリを作製し、本ライブラリから、酸化ストレス耐性遺伝子群のスクリーニングを行った。ビタミン K3耐性を指標にスクリーニングした結果、耐性株4株が得られた。そのうち一株についてフォスミドインサートのショットガンライブラリを作成し、pUC118をベクターとしてセカンドスクリーニングを行ったところ、UDP-glucose-4-epimerase に相同性の高い配列を含むクローンが得られた。残りの株についても2株が同エピメラーゼ活性を有していた。またブレオマイシン耐性遺伝子のスクリーニングを行い、高濃度での耐性クローンを3種同定した。

（1-2）環境ゲノム塩基配列解析に基づいた有用遺伝子の探索

極めてシンプルな微生物構成であり、しかも主要な構成微生物の分離培養が不能な生物資料として、高温温泉水中に見られる「巨大鎌形菌」と呼ばれる未培養微生物から構成される特殊な微生物マット、及び同様に分離培養が不能であるがほぼ純粋培養系となっている昆虫共生微生物系を選定し、ゲノムライブラリーを作製し、配列の決定と解析を進めている。巨大鎌形菌から構成される未培養微生物のゲノム解析結果から、アノテートされた遺伝子の機能分類を行い、ペントースリン酸（TCA）回路と炭酸固定系、エネルギー獲得系等主要な代謝系を明らかにした。また、新規セルラーゼ遺伝子を発見し、その高発現系の確立を行った。

マルカメムシに共生する単一種の腸内細菌は、宿主であるマルカメムシの生存に必須であり、宿主と厳密な共種分化関係にある。この細胞内共生細菌のゲノム解析結果から、本共生細菌は顕著な縮小ゲノム進化をしていることが明らかとなった。

（1-3）標的遺伝子探索基盤技術の開発

昨年度に引き続き特定の機能を有する微生物菌体を環境等から特異的に回収する技術について検討を行い、その技術を向上させた。昨年度まで、標的菌体のペプチド

付加磁気ビーズによる回収量は非標的菌体に比べ1オーダー高い程度に留まっていたが、18年度における各種検討の結果、この差を2-3オーダーに伸ばすことを可能とした。また、モデル複合微生物系からの標的微生物の回収と培養では、標的細胞が全体の1%程度の存在率であっても回収と培養が可能であることが明らかとなり、本手法の最適化がほぼ完了したことが示された。また、本手法は実際の未培養微生物試料に適用し、それらに特異的に結合するペプチドの選別に成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】環境ゲノム、ゲノムライブラリー、有用遺伝子の探索、カテコール分解酵素

【研究題目】産総研における知的情報基盤の構築に関する研究

【研究代表者】橋田 浩一（情報技術研究部門）

【研究担当者】橋田 浩一、和泉 憲明、松尾 豊、
中島 秀之、澤井 雅彦、高岡 大介、
船生 佳孝、長田 典子
(常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

業務における領域構造やシステム構造をオントロジーとして定義し、オントロジーに基づいてシステムを開発することにより、利用者や要求定義者、システム開発者などの間での知識共有とプロジェクト管理が円滑なることを目指す。さらに、これらの知見を産総研における次期情報システムの構築に生かす。

【分野名】情報通信

【キーワード】知的コンテンツ、次期情報システム、社会ネットワーク分析

【研究題目】バーチャルタイムマシンに関する研究

【研究代表者】坂上 勝彦（情報技術研究部門）

【研究担当者】坂上 勝彦、喜多 泰代、浅野 太、
麻生 英樹、緒方 淳、佐土原 健、
佐宗 晃、蔵田 武志、興梠 正克、
依田 育士、佐藤 雄隆、車谷 浩一、
和泉 潔、幸島 明男、山下 倫央、
増井 俊之、江渡 浩一郎、
大場 光太郎、樋口 哲也、高橋 栄一
(常勤職員20名)

【研究内容】

バーチャルタイムマシン (VTM) とは、IT 技術を駆使して実質的に時間の制約を超えるための技術群の総称である。すなわち、実時間での動的情報をデジタル化し、それを長期にわたり蓄積することにより、いつでも過去の情報を取り出せることを可能とするだけでなく、蓄積された情報を二次的に用いることにより、未来での情報を予測再生することを可能とし、人間社会における意思決定などの手助けとする技術である。

VTM オフィスについては、前年度までに開発した要素技術を統合し、会議録コンテンツ自動作成システムの開発を行った。具体的には、処理時間の多い部分の C 言語による高速化、音響モデルの適応も含めた音声認識部の処理システムへの組み込などを行った。この結果、収録からコンテンツの自動作成までの音響処理は、ほぼ自動化された。また、ブラウザについては、WEB ブラウザで閲覧できるものを開発した。また、画像処理については、発話構造のデータを基に、カメラアレイの画像を処理し、常に発話者がフォーカスされ、また相槌などを打つ話者の表情も映し出されるようなシステムを開発した。

VTM ウェアラブルについては、昨年度開発したパーソナルポジショニング組込モジュールを改良し、一般に向けて屋内外ナビゲーションサービス提供実験を実施した。当該実験及び日常生活において蓄積された被験者や我々自身の行動履歴の検索・可視化ツールを開発し、追体験や直感的な履歴解析を可能とした。

VTM パブリックでは、大規模な公共空間を念頭に、プライバシーを守りつつ取得された公共空間の人流データを解析し、公共空間の運営やデザインに有益な未来型の情報を過去のデータから抽出することを目標とし、秋葉原ソフトウェアショーケースや屋外人流解析の実証実験と、普及へ向け廉価版の画像センサの開発を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】時空間情報処理、音声技術、画像技術、マルチエージェント

【研究題目】カーボンナノチューブとバイオ・IT 融合化技術の開発

【研究代表者】飯島 澄男（ナノカーボン研究センター）

【研究担当者】湯村 守雄、畠 賢治、斉藤 毅、
大嶋 哲、山田 健郎、岡崎 俊也、
水野 耕平、Don Futaba
(ナノカーボン研究センター)
三宅 淳、中村 徳幸、中村 史
(セルエンジニアリング研究部門)
(常勤職員9名、他1名)

【研究内容】

① スーパーグロース成長制御技術の開発並びに応用製品の開発

イ) スーパーグロース成長制御技術

スーパーグロース法における水分効果、つまり水分が触媒へどのように作用しているかを理解するために、触媒とそれから成長するカーボンナノチューブを直接観察した。この観察により、カーボンナノチューブ成長中での水分の触媒に対する作用が以下のとおり、明らかになった。(1)カーボンナノチューブが触媒から成長する反応には競合プロセスとして、触媒が炭素殻で覆われるという副次プロセスがある。(2)通常の化

学気相成長では、カーボンナノチューブが成長する前に大多数の触媒は炭素殻で覆われ失活し、結果として、カーボンナノチューブの成長の効率が非常に悪い。(3) スーパーグロース法では炭素殻が水分によって取り除かれ、カーボンナノチューブの成長効率が劇的に向上する。また、フォレストの構造は、基板上に高密度で配置してある触媒から、単層カーボンナノチューブが垂直に配向して成長していく。継続的な成長のためには、フォレスト中を炭素源が拡散し、絶え間なく触媒に炭素源が供給されることが必要である。

ロ) スーパーグロース応用技術の開発

スーパーグロース法は高価なシリコン基板を用いて単層カーボンナノチューブを合成していたが、安価なニッケル合金基板上での合成に成功した。さらに、今回開発した技術を適用できる合成炉を設計・試作し、A4サイズの金属板の全面に均一な単層カーボンナノチューブ構造体を合成することに成功した。構造体中の単層カーボンナノチューブは、シリコン基板上で合成されたものと同程度の高純度、高比表面積、長尺といった優れた特性を示し、スーパーキャパシタ、アクチュエータなど様々な用途において非常に有用と考えられる。今回の成果により単層カーボンナノチューブの工業的量产への大きな前進となった。

単層カーボンナノチューブの優れた物理・化学特性を保持したまま、配向高密度化した固体の開発に成功した。開発されたカーボンナノチューブ固体は、配向した、高純度、超長尺単層カーボンナノチューブを、稲穂を束ねたようなもので、導電性、比表面積、柔軟性において、単層カーボンナノチューブの特性を保持している。また、目的に応じて様々な形にデザインすることが可能であり、例えば、コンパクトなエネルギー・物質貯蔵、柔軟性を有するヒーター等の様々な応用に適しており、特に、今回開発した単層カーボンナノチューブ固体を電極材料として用いるキャパシターは、活性炭を電極とする従来型のキャパシターよりも、高エネルギー密度、ハイパワーを示すことを実証し、カーボンナノチューブが、次世代のキャパシターの実現へのキー技術であることを確認できた。

② カーボンナノチューブのバイオへの応用技術の開発 イ) ナノチューブ長距離電子伝達系の開発

酸化還元反応中心を有する蛋白質は、それらの反応中心間で電子移動させることによって、呼吸、物質代謝などの生命活動を支えている。これら複数の蛋白質が関与する酸化還元反応に伴う電子移動はナノワイヤー内の電子移動に喩えられる。我々は代表的なナノワイヤーのひとつである SWNT の酸化還元能を利用した生体分子複合デバイスへ展開することを目標として、SWNT が化学的に酸化還元される性質、蛋白質の疎水性部位との親和性を有する性質を利用することにより、SWNT を酸化還元反応場として用いた反応系を

考案した。

反応メカニズムについて情報を得るために、反応速度解析を試み、その解析のためにフロー反応系及び SWNT を含む反応セルを作製した。ナノチューブとしては本研究室で開発した改良直噴熱分解合成法 (Enhanced Direct-Injection-Pyrolytic-Synthesis (e-DIPS) 法) によって得られたシート状 SWNT を材料とし、これを加工して生体分子複合デバイスとして、SWNT シートを介した電子伝達系を構築した。SWNT を還元剤によって還元し、シート上の電子伝達後、物質を還元する反応におけるメカニズムに関し知見を得るために、新規に循環反応系及び反応セルを構築し、シトクロム c 還元速度を測定した。パラメータを振ることにより、ジチオナイトによる SWNT 還元過程 (ER1)、または、シート内の電子移動過程 (ER2) が反応全体における律速段階であることが示された。二液間の距離を狭めた場合は、SWNT 還元過程が律速過程であった。

ロ) カーボンナノチューブとバイオ分子と組み合わせ技術の開発

カーボンナノチューブフォレスト (SWNT-F) に水素-プロトン酸化還元酵素ヒドロゲナーゼを導入し、ナノチューブを電子伝達媒体として用いた電気化学的水素発生素子の構築を試みた。SWNT-F へのヒドロゲナーゼ導入量を評価し、電極への固定化法の検討、適正印可電圧の検討を行った。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] カーボンナノチューブ、大量合成、スーパーグロース、化学修飾、生体分子複合デバイス、ソフトアクチュエーター、カーボンナノチューブ電子伝達系、バイオ分子デバイス

[研究題目] 界面磁性デバイスに関する研究

[研究代表者] 赤穂 博司

(強相関電子技術研究センター)

[研究担当者] 赤穂 博司、川崎 雅司、高木 英典、佐藤 弘、井上 公、澤 彰仁、山田 寿一、山田 浩之
(常勤職員6名、他2名)

[研究内容]

強相関スピントネル接合の研究：強相関物質の界面では、単なる半導体や金属のアナロジーでは理解不能な新奇な振る舞いが予想される。このことは、スピントネル接合など強相関系デバイスの実現に向けてはしばしば深刻な壁となる。昨年度までは、主に強磁性電極 (LaSr)MnO₃ とバンド絶縁体界面を対象にその局所磁性について研究した。本年度では、モット絶縁体である LaMnO₃ と SrMnO₃ の界面に電荷移動で誘起される界面磁性を調べた。その結果、Mn3d 軌道の自由度が、界面

であっても重要な役割を担っていることを見いだした。これにより、高性能スピントネル接合の実現へ向け、界面における軌道状態の制御という新たな手段を得た。さらに、未知の強磁性酸化物のスピン分極率やスピンバンド構造を解明するため、再現性の優れた(La, Sr)MnO₃接合を用いたスピントネル分光技術の開発に着手した。(La, Sr)CoO₃を対向電極とした接合において、負のトンネル磁気抵抗が観測され、(La, Sr)CoO₃が負のスピン分極率をもつことを明らかにした。また、酸化物接合用のポリイミド層間絶縁膜に対して、紫外光を用いた新しい微細加工プロセスを開発した。従来の感光性ポリイミドに比べ残留物のない微細加工ができ、コンタクトホール作製プロセスに有望であることを明らかにした。

電界誘起抵抗変化(CER)効果デバイス機能の研究：これまでの研究成果を基に、本年度では、高速なユニポーラ抵抗スイッチングを実現する手法を考案し、実際の素子で実証した。Pt/TiOx/TiN構造のメモリセルに負荷抵抗または電流制限トランジスタを組み込んだRRAMセルを作製し、動作モードのバイポーラからユニポーラへの切り替え技術と、50 ns以下の動作速度で抵抗変化比が2桁以上の特性を実現した。

酸化物電界効果トランジスタ機能の研究：遷移金属酸化物の単結晶に、元素置換を用いずに電荷をドープする方法を探索している。これまでの研究で、パリレン絶縁膜を介した電界効果を用いて透明な絶縁体であるチタン酸ストロンチウム(SrTiO₃)単結晶上に荷電キャリアを誘起する方法を確立し、そのキャリア濃度を連続的に制御することにも成功した。本年度では、さらにこの方法でSrTiO₃単結晶表面を金属化し、電気伝導、磁気抵抗、ホール効果などを測定することも可能にした。遷移金属酸化物表面に電界効果のみでキャリアをドープし金属相を得た例は過去にない。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ペロブカイト遷移金属酸化物、界面制御、強相関界面機能デバイス

【研究題目】 通信機器向け MEMS スイッチとフィルタの研究開発

【研究代表者】 前田 龍太郎
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 前田 龍太郎、池原 毅、張 毅、一木 正聡(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

携帯型移動通信端末(携帯電話、PDA、携帯型パソコンなど)の開発は新たな展開を模索し始めている。従来の音声通話主体から画像など大量のデータを瞬時に送受信できるデータ伝送端末への変貌を余儀なくされている。直近では現状の第3世代の通信速度、400 Kbps程度から第3.5世代通信速度30 Mbpsへ、さらには第4世

代の通信速度、100 Mbpsの大量のデータ伝送機能向上に向けて、携帯型移動通信端末の開発競争が開始された。

本研究開発では第3.5世代の通信端末に搭載される電子部品のうち、アンテナに直結する通信機器の高周波信号を処理するいわゆるフロントエンド(Front End)に使用される重要部品であるフィルタとスイッチを、本研究ユニットの蓄積された成果であるPZT材料技術とMEMS技術を応用して試作した。

具体的には、MEMSタイプのスイッチについて、圧電素子で駆動するタイプのスイッチを微細加工により試作し、低挿入損失、高絶縁、超高帯域、高信頼性、低電圧駆動を立証した。また、これまでの問題点である圧電素子と電極等の多層膜の残量応力を、プロセス改善により低減させた。フィルタについてはスパッタ装置の改造を行い、AlN等の膜厚のウエハ内均一性及び膜厚精度の向上及び配向性の向上を図り、試作を行った。一方、本技術をもとに通信とセンシング機能を兼ね備えた小型の次世代のセンサネットワーク端末を試作した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 RF-MEMS、ミリ波スイッチ、フィルタバンク

【研究題目】 医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発

【研究代表者】 松村 健
(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 安野 理恵、伊藤 亮、福澤 徳穂、田坂 恭嗣、城 真一郎、田林 紀子
(株)北海三共、田中 輝義
(株)田尻機械工業
(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

目標：

遺伝子組換え植物を完全人工環境下で育成可能にし、かつ、施設内で医薬品中間体までの工程を実施可能なシステムの構築を行う。

研究計画：

18年度内に密閉型遺伝子組換え植物工場施設の竣工を行う。竣工後の工場においては、環境測定等のモニタリングを行い、非遺伝子組換え植物を用いて水耕栽培のモデル実験系を構築する。

年度進捗状況：

昨年度までに完成した密閉型遺伝子組換え植物工場の施工を行った。本工場施設は、HEPAフィルターの設置、給・排水の滅菌、室圧制御等により、遺伝子の拡散防止措置が施されている。栽培室においては、最大9~10万luxの照度を実現、温・湿度とも昼夜別に任意に設定可能な性能を有する。

本工場施設内で実際に遺伝子組換え植物を栽培するために、栽培室Aに設置目的で、イチゴの水耕栽培用栽

培棚の設計・工作を行った。

基本システムは、NFT 方式を採用し、限られた空間を有効活用可能なように、各栽培棚は可動式とした。加えて、栽培箇所における最大照度を20,000 lux 確保可能なように蛍光灯を配置すべく、湿度耐性の高い器具の開発を行った。これらの結果、栽培室 A において、4列の可動式栽培棚を設置可能とし、最大定植数580株を実現した。本植物工場内でイチゴ高設栽培と同程度の収穫が得られた場合、年間500 Kg の果実の収穫が、わずか20 m²の栽培室で得られることになる。

遺伝子組換えイチゴは、通常培養瓶の中で無菌状態で継代維持されている。この植物体を工場に設置した栽培棚に定植するために、支持体等々、移植技術の開発を行った。この結果、無菌培養イチゴ苗の培地成分を洗浄後、ファイバロッドという繊維質の円柱状支持体で根を包括し、水耕栽培棚に設置する方法を採用することとした。

上記のように、本年度で工場施設の開発、イチゴ水耕栽培装置の開発、遺伝子組換えイチゴの移植技術の開発を行い、実証試験を実施するに必要な要素技術の確立に成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子組換え植物、植物工場、水耕栽培

【研究題目】知識循環型サービス主導アーキテクチャ (AIST SOA) の開発

【研究代表者】関口 智嗣 (グリッド研究センター)

【研究担当者】伊藤 智、田中 良夫、小島 功、
工藤 知宏、小林 克志、中田 秀基、
児玉 祐悦、竹房 あつ子、小川 宏高、
谷村 勇輔、横井 威、Said Mirza、
的野 晃整、横山 昌平
(常勤職員15名)

【研究内容】

知識をサービスの形態に具現化し、誰もが容易に登録・利用可能な次世代情報基盤を、情報技術研究部門と協力して開発している。それぞれのサービスを実行するために必要なリソースをオンデマンドに提供する SOI (Service Oriented Infrastructure) と、登録したサービスやリソースをセマンティクスを活用して検索可能な RDF (Resource Description Framework) データベースの仕組みを開発している。SOI では、ソフトウェアを自動配備する仕組みをベースにし、VMware、iSCSI、VLAN など既存の技術を活用して、必要な CPU 性能、ストレージ容量、ネットワーク構成を有する仮想サーバ群を、物理サーバ群の中から切り出すシステムを開発した。RDF データベースは、データベース統合の枠組みとして OGSA-DAI (Data Access Integration) をベースに RDF 形式を持つデータを取り扱う仕組みを開発している。利用可能なサービスやリソースが、どのような内容であるかをオントロジーを用いて定義し、利用者の意図

を柔軟に受け付けることを可能とする。平成18年度は、RDF 形式のデータベースを扱うソフトウェアを開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】グリッド技術、SOA、Web サービス

【研究題目】ナノテクの標準化 (ナノリスク管理に関わる気中ナノ粒子測定方法の標準化)

【研究代表者】榎原 研正 (計測標準研究部門)

【研究担当者】櫻井 博、高畑 圭二、佐藤 佳宏
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

微分型電気移動度分析器 (DMA) の分級分解能関数 (伝達関数) の高精度評価技術を開発する。この技術により伝達関数を評価した DMA を用いて、ポリスチレンラテックス単分散粒子の粒径分布幅 (標準偏差) を正確に決定するとともに、その不確かさ評価を行う。さらに、代表的な気中ナノ粒子の測定器を対象に、上記の粒径分布幅標準、及び別途開発する気体中粒子数濃度標準、及び単分散粒径標準を利用した、試験校正技術 (粒径分解能試験、計数効率試験、及び粒径校正) を確立する。これらの技術を導入した気中ナノ粒子測定方法の技術基準 (規格原案) を作成することを目標とする。

本年度は、微分型電気移動度分析器 (DMA) 3台の内2台ずつを直列に循環的に組み合わせ、上流側 DMA を分級器、下流側 DMA を測定器として得た3セットの移動度スペクトルから、各 DMA の伝達関数の理想状態からのずれを正確に評価する技術を確立した。この技術を用いて伝達関数を評価した DMA を基準とし、走査型移動度粒径分布測定器 (SMPS) など一般の粒径分布測定器を対象に、その粒径分解能を評価する手法を開発した。

別途開発中の気中粒子数濃度の一次標準 (エアロゾル電流計) 及び単分散粒径標準と、上記の粒径分解能評価技術を利用した、凝縮核粒子計数器、DMA、及び粒子電荷中和器の校正・試験のパイロット実験を行った。これにもとづいて試験・校正手順の一次原案を作成した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】エアロゾル、粒子、粒径分布、個数濃度、測定、電気移動度分析、凝縮核粒子計数、標準粒子

【研究題目】地震計の信頼性向上に係る標準化

【研究代表者】白田 孝 (計測標準研究部門)

【研究担当者】村上 裕、国松 直、大滝 壽樹 (地質情報研究部門) 鹿熊 英昭 (地震予知総合研究振興会) (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

目標:

振動加速度計の校正方法は一般に ISO16063: Methods for the calibration of vibration and shock

transducers に基づいて行われている。工業的には地震計が内蔵する振動加速度計も ISO16063により校正されているが、地震計特有の要素（振動数範囲、設置方法による測定値の相違、等）は考慮されていない。今般地震観測の重要性が高まっている状況を鑑み、地震計特有の要素を考慮した振動加速度計の評価手法を確立する。現存する各種団体の規格（気象庁検定基準、海外該当機関の規格）の調査、必要となる技術開発を行う。

最終成果としては ISO の WD (Working Draft) への提案を目標とし、16063-42 Methods for the calibration of vibration and shock transducers Part 42 Calibration of seismometers（振動衝撃加速度トランスデューサの校正方法、パート42 地震計の校正）を提案する。

計画：

研究期間は2年とし、初年度は校正法の予備実験、関連規格のサーベイを行う。次年度は校正法の確立と文書化を行い、ISO 国際委員会に規格案を提出する。

年度進捗状況：

今年度は、開発した校正法に基づく規格案を完成させ ISO 国際委員会に提出した。本校正法では、傾斜台により 10^{-5} m/s^2 レベル（重力加速度の100万分の1）の加速度を印加できる。また関連規格のサーベイを通じて地震計の性能仕様・設置方法に関するガイドラインを内部文書としてとりまとめた。以上計画通り達成した。

【分野名】 標準・計測、地質

【キーワード】 地震、振動計、国際規格 (ISO)、校正

【研究題目】 質量計用デジタルロードセル及びその通信データの標準化計画

【研究代表者】 森中 泰章（計測標準研究部門）

【研究担当者】 根田 和朗、森中 泰章
（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究の目標は、質量計用デジタルロードセルの評価方法を作成し、質量計用デジタルロードセルの JIS 規格素案を作成することである。

現在、質量計用デジタルロードセルの評価方法に関する規格がないため、デジタルロードセル単体での評価ができず、デジタルロードセルを組み込んだ質量計で評価している。質量計の重要なパーツはロードセルである。この規格が完成すると、この規格に基づくデジタルロードセルの評価により、そのデジタルロードセルを組み込んだ質量計の性能を担保できるようになる。

海外では既にロードセルに関する規格として、OIML R60 (INTERNATIONAL ORGANISATION OF LEGAL METROLOGY RECOMMENDATION 60) Metrological regulation for load cells がある。この規格は勧告であり、デジタルロードセルの評価方法について詳細に記載されていない点がある。そのまま翻訳 JIS にするのではなく、不明瞭な部分を明確にした上で JIS

規格素案を作成する。なお、デジタルロードセルの通信データの標準化についても提案する。

研究計画：

- ・ OIML R60のデジタルロードセルの評価方法に関する部分の翻訳
- ・ デジタルロードセルの評価装置の製作
- ・ 試験方法の検証
- ・ 通信データの標準化
- ・ JIS 素案の作成

年度進捗状況：

2006年度

- ・ OIML R60のデジタルロードセルの評価方法に関する部分の翻訳
- ・ デジタルロードセルの評価装置の製作
- ・ 指示計に相当する部分のソフトウェアの作成
- ・ デジタルロードセルの評価方法の検証（一部）

2007年度（予定）

- ・ デジタルロードセルの評価装置の改良
- ・ ソフトウェアの改良
- ・ デジタルロードセルの評価方法の検証
- ・ 通信データの標準化
- ・ JIS 素案の作成

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 デジタルロードセル、質量計、非自動はかり、通信データ

【研究題目】 強化磁器食品の耐衝撃強度試験方法の標準化

【研究代表者】 杉山 豊彦

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 杉山 豊彦、阪口 修司（計測フロンティア研究部門）（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

学校給食用食器は、以前は金属製であったが、「おいしさ」という感性に訴えるなどの理由から磁器に替えることが進められており、学校給食用には強化磁器が用いられている。同様の理由から、病院などの給食においても強化磁器が使用されている。このような給食供給現場において食器の洗浄を含めた食器の取り扱いには重要な課題であり、破損が少なく取り扱いやすい磁器製品の供給が求められている。強化磁器はアルミナ含有量を高めて強度を上げた磁器であるが、統一された規格・基準が無い場合、学校給食用などの発注仕様では単に「強化磁器」と指定されることが多く、粗悪な廉価製品を区別できないという問題がある。これは、強化磁器全体の世間での信用を落とすことにもなる。本研究では、主に給食用の強化磁器食器製品を対象とした衝撃強度試験の試験方法を確立し規格化することを目標とし、産技連業部会の強化磁器分科会のこれまでの実験と検討結果を基に、公設研究機関と連携して情報交換、ラウンドロビン試験

などを行い、標準の制定を目指す。

本年度は、試験体の固定方法について、固定治具の検討、固定方法が測定値に及ぼす影響を調べた。また、試験装置のハンマー重量と測定値の関係、測定値のばらつきなどを解析し、最適な測定方法を検討した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 強化磁器、衝撃強度、衝撃試験

【研究題目】 ガラス中の微量金属不純物 (pb,cd,cr) の分析方法 (標準基盤研究)

【研究代表者】 赤井 智子 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 山下 勝、松本 佐智子
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ガラス産業連合会環境部会では、各社の分析担当者が集まって RoHS 対応のためのガラス中の微量成分分析方法についての団体マニュアルの作成作業を平成17年度末に終えている。この団体マニュアルは実証試験を行った後に公開し、平成19年度以降に標準化を行う予定となっているが、電気製品用ガラスにおいては、母材となるガラスの組成の種類が多数あり、標準化を行うためにはそれが微量金属成分の分析値に与える影響を十分に検証する必要がある。そのためのデータを採取や必要な標準試料の作成を行い、現行の団体規格マニュアルを改定し、最終的には JIS 原案を提案する。

本年度は、マニュアルの主要部分の実証試験をガラス産業連合会加盟企業と共同実験を行いそのデータをとりまとめて誤差等の原因や、機関ごとのばらつきについて検証を行った。その結果、Pb について機関ごとのばらつきが大きいことが明らかになった。また、ガラス組成から生じる共存元素が、Pb、Cd、Cr の分析値に与える影響についての検証を行った。その結果、Ca などが分析値に影響を与えることが明らかになった。それを補正するためには、Y 内標準補正は有効な方法であることがわかった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 RoHS、Pb、Cd、Cr、化学分析

【研究題目】 ISO/TC206 (ファインセラミックス) の戦略的運営のための基盤研究推進

【研究代表者】 一村 信吾

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 兼松 涉、阪口 修司、宮島 達也、森川 久、柘植 明、上養 義則、山内 幸彦 (職員7名)

【研究内容】

本研究は、わが国が ISO/TC206において国際規格化をリードしていくための ISO 新業務項目提案のための技術基盤確立 (ISO 化を視野に入れた JIS/TS 素案の作成) 及び、国際規格化の戦略案提示を目的とする。本年

度は次のような成果が得られた。マグネシア原料粉体の化学分析に関しては、(1) 前年度に確立した①強熱減量測定法、②試料分解法 (金属成分) 及び③試料分解法 (非金属成分) について、それぞれの方法の妥当性を実証した。②に関しては、含まれているケイ素が SiO₂として沈殿して溶け残りを生じる試料があるため、まずケイ素定量法を確立した。さらに実際試料への適用を行って、これら測定法及び分解法の妥当性を検証し、分析方法を確立した。以上の結果を基に、JIS 原案素案を作成した。セラミックスの亀裂進展抵抗特性 (R 曲線) の試験方法については、TS 原案作成委員会を組織し、原案を作成した。また、国際標準化戦略に関しては、「バイオセラミックスとその複合材料の化学分析方法」について調査研究を行い、原料粉体におけるヒ素・水銀等有害物質の非含有証明、ジルコニア中のイットリアなど機械的特性に直接影響を及ぼす主成分の定量分析において化学分析手法の標準化ニーズがあることを明らかにした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 破壊靱性、R カープ、マグネシア、蛍光 X 線分析、二次イオン質量分析、熱重量分析、試料分解法、有害物質、ジルコニア、イットリア

【研究題目】 ホログラム記録材料の光学的特性測定方法

【研究代表者】 福田 隆史 (光技術研究部門)

【研究担当者】 福田 隆史、山本 貴広 (ナノテクノロジー研究部門)、山本 典孝、天神林 孝二 (常勤職員4名)

【研究内容】

ホログラムの種々の応用が進んできており、社会的にも、研究者の間でも関心が高まっている。しかしながら、ホログラムの製法及びその特性の評価法は各社・各研究グループ間で必ずしも統一されておらず、例えば回折効率というホログラムの機能を示す代表的なパラメータ一つをとってみても、その測定方法にばらつきがあり、各材料の比較はままならない。

そこで、本申請の研究を通じて、『ホログラムの光学的特性である明るさ、回折効率、解像力、コントラスト、屈折率変調量、及び、再生回折光の半値幅を測定する方法』についての規定を確立することを目的とする。

本年度は、ホログラムの光学的特性評価のための実験施設 (実験室・現像室の確保、レーザーの調達 (波長3種: 473 nm、532 nm、633 nm)、除振台特注品の製作、ホログラム記録用暗室の特注製作) の整備を進め、実験室環境 (防振、調温調湿、空気の流れ、遮光など) が今後の試験に耐えうるものであることを確認した。予備的なホログラム記録実験を行い、解像力測定 (500本、1000本、2000本、4000本/mm の回折効率)、露光特性測定 (回折効率-露光量曲線) を取得することができる

装置を作製した。これにより、各メーカーのホログラム材料を用いて実際のホログラム評価実験を行う準備が整った。

また、JIS 素案として規定する項目の抽出と、それに基づく議論を JIS 素案作成実行委員会において進めている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ホログラム、光学的特性、評価方法、JIS、標準化

【研究題目】高精細画像の可逆圧縮と保存、通信の標準化

【研究代表者】樋口 哲也

(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】樋口 哲也、岩田 昌也、坂無 英徳

(常勤職員3名)

【研究内容】

リアルワールドコンピューティングプロジェクト(次世代情報処理基盤技術開発事業)における産総研の研究業績をベースとして、ISO/IEC 14492/Amd2 (JBIG2-AMD2)として国際標準化された2値画像符号化方式の技術を発展させ、下記のような標準基盤技術を開発する。(1) 高精細デジタル画像の可逆圧縮技術: コア技術として、2値画像から、グレースケール及びカラー画像までをシームレスに扱える可逆符号化方式の研究開発を行う。(2) データフォーマットに関する検討: 通信やアーカイブなど、様々な利用目的に対応可能な記録方式に関する研究開発を行う。(3) 互換性検証: 既存規格と相互にデータ交換を行う方式や、基準コーデックに関する検討を行う。

今年度、(1)については、画素あたりの色数やビット数に依存しない圧縮方式の研究開発を行った。これにより、16bitグレースケール画像や48bit RGBカラー画像の画像までを、2値画像と同様に扱えるようになった。そして、本技術を実装したソフトウェアを使用して実験を行い、TIFF (LZW)と比較して約2倍程度の圧縮率を得られることを示した。また、高ビット画像と低ビット画像では性質が異なるため、圧縮パラメータを適切に調整することで、圧縮効率をさらに高められる可能性も明らかになった。

また、(2)と(3)については、医療用のデータフォーマットである DICOM 形式のファイルに含まれる画像データを抽出し、本技術により圧縮することが可能なソフトウェアを作成した。本ソフトウェアを使用した実験を行い、オリジナルの DICOM ファイルと比較して、本技術を用いることにより、データサイズを約3分の1にできることを示した。

【分野名】情報通信

【キーワード】可逆圧縮、JBIG2-AMD2、デジタル画像フォーマット

【研究題目】生体材料の切り欠き感受性評価方法

【研究代表者】岡崎 義光(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】岡崎 義光、岩澤 洋

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

高齢化社会の到来に伴い、体内に埋植して使用するインプラント製品の使用量が増大しているが、この分野は産業の国際競争力が弱く、施策的支援が必要な分野である。体内での使用環境を考慮した、材料自身の切り欠き感受性を評価する方法を開発することを目的として、(1)切り欠き感受性の評価、(2)亀裂進展の評価を主な内容として実施した。切り欠き感受性の評価に関しては、2 Hz の低周波数でのデータを中心に取得し、試験片形状、試験条件を確定するとともに必要に応じて、周波数を10 Hz に加速することの妥当性を立証するデータを取得した。亀裂進展の評価に関しては、亀裂進展量をコンプライアンス法により測定するための治具を開発するとともに、応力比: 0.1、周波数: 10 Hz、加速試験溶液として、pH=2の溶液を選定した。さらに、亀裂進展速度(da/dn)- ΔK の測定結果を加えた。最適な試験片形状、試験装置の構成、測定条件の検討(試験周波数、応力比等)、測定環境等に関して総合的な検討を行い、インプラント製品を構成する素材の切り欠き感受性の評価方法に関する JIS 案を1件取りまとめた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】整形インプラント、耐久性評価、素材自身の評価方法、標準化

【研究題目】ロービジョン者用視覚表示物における色及び輝度コントラストの標準化

【研究代表者】佐川 賢(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】佐川 賢、伊藤 納奈

(常勤職員2名)

【研究内容】

目標:

本研究では、全国で100万人と言われるロービジョン者の視覚特性のうち、色及びコントラスト特性を心理物理的に計測し、そのデータベースを作成するとともに、ロービジョン者の視覚特性に適合したサイン表示の設計・評価手法を確立し、JIS TR 及び JIS TS として提案することを目的とする。

研究計画:

全体計画は、ロービジョン者の、(1)色特性の計測、(2)コントラスト感度計測、(3)医学的屬性計測、の3項目から成る。(1)の色特性に関しては、基本色(赤、緑、等、JIS で決められた13色)の類似色領域を、マンセル色票を用いて計測し、マンセル色空間の中にそれぞれの類似色領域を示す。(2)のコントラスト感度に関しては、CRT ディスプレイを用いて空間周波数の異なる縞模様パターンに対するコントラスト閾値を計測する。

(3) の医学的屬性計測では、被験者の視覚障害の程度を把握するため、医学機関に依頼して基本的検査及び病名や症状の診断を行う。

これらの結果から、ロービジョン者の視覚サイン設計における色及びコントラストの設計指針を作成し、JIS TR 及び JIS TS の原案を作成する。

年度進捗状況：

平成17年度に引き続き、ロービジョンの基本色領域とコントラスト感度の2つの特性についてデータを収集した。基本色領域については49名（平成17年度22名）、コントラスト感度については43名（平成17年度29名）についてデータを収集した。すなわち全体でともに70名以上のロービジョンのデータを収集し、これに基づき、色及び輝度コントラストに関するデータベースを確立することができた。また、これらの被験者の医学的屬性も行い、病名と症状ごとに分類できる属性データも得た。これらのデータの概要を分析・検討した結果、色及びコントラストデータとも、それぞれ JIS TR として取りまとめることを決定し、その作業は本研究終了後に行うことになった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ロービジョン、色、基本色領域、コントラスト、コントラスト感度

【研究題目】 人間特性データ解析－安全確保に係る聴覚及び動作特性－

【研究代表者】 赤松 幹之（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 赤松 幹之、倉片 憲治、佐藤 洋、大塚 裕光、横井 孝志（常勤職員5名）

【研究内容】

本研究では音や音声に対する聴覚や注意の特性、柵越え動作の特性を計測解析することによって、聴覚・言語情報による警告情報提示や安全距離を確保するための柵に関する規格策定に必要な基礎知見やデータを蓄積する。この目的を達成するため次の2課題について研究を進めた。

(1) 安全確保のための聴覚・言語情報による警告情報提示に関する研究：

様々な音や雑音が混在する駅構内での音声情報提示方法、自動車当運転時の警報提示方法を構築するため、様々な音環境や雲底硬度環境を設定して聞き取りやすさや運転行動特性を把握する。

(i) 音声提示方法の構築：今年度は、音量設定に関するデータを最大音量を除き収集、話速と情報量に関するデータを収集を行った。また IEC/TC100/MT60268-16に Expert として参加し、改訂の際に産総研データを掲載するように働きかけた。

(ii) 警報音提示技術の構築：今年度はドライビングシミュレータを用いた運転行動実験を実施した。高速

道路（首都高）上を走行している車両に、前方車両、側方車両が接近する状況を模擬し、状況に応じて前方障害物警報（先行車との車間距離と相対速度とドライバー反応時間を変数として、衝突可能性がある場合に出す警報）を提示した。このとき、運転者が両警報音を判別し、あるいは警報音の意味内容を理解し得るための条件を明らかにした。

(2) 安全柵のための立位姿勢・動作における到達範囲に関する研究：

柵を乗り越えて上肢を伸ばしても危険物に手が届かないための安全距離を、柵の高さとの関係で求める。高さを変えた柵を越えて最大に手を伸ばすリーチング動作を実測し、得られたリーチング動作データをもとに様々な体格を持つコンピュータマネキンのリーチング動作を生成して、最大到達範囲を算出し、これをもとに安全距離を策定し、この数値を ISO 規格（ISO13857）及び JIS 規格として提案する。

今年度は、試作した実験装置を用いて12名の被験者の柵越え動作を計測し、3次元位置座標時系列データとして蓄えた。さらに、これらのデータを、コンピュータマネキンで再現し精度を確認すると共に、到達距離を算出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 国際標準、安全、聴覚、動作

【研究題目】 製品の香りや匂いの官能評価のための嗅覚同定能力測定法の標準化

【研究代表者】 小早川 達（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 小早川 達、斉藤 幸子、戸田 英樹（常勤職員1名）

【研究内容】

近年、高齢化社会の到来等を背景に、医療や健康といった分野においても香りや匂いに対する関心が高まっている。その流れを受け、殊に医療現場からは簡便に実施できる嗅覚検査法及びキットの開発が切望されている。そこで本研究では、すでに標準仕様書（TS）として開示されている「きゅう（嗅）覚によるにおいの同定能力測定方法」を JIS として提案し、嗅覚検査の標準化を目指すことを目的とする。

平成18年度は、前述の TS において提案されている「スティック型嗅覚同定能力測定器」を用いて(1)測定精度に関する検討、(2)簡易測定用における数と種類の検討、(3)測定値に基づく判定基準の設定を行った。測定精度に関しては、製造番号（ロット）による品質の違いは認められず、においの提示順や選択肢の並び順によって正答率に差が生じることもなかった。目下より精度を高めるために選択肢の項目を再検討中である。簡易測定用における数と種類については、市販されているスティック型のフルセット12臭から3臭を選び、両者の正答率について相関係数を算出した。その結果、相関が高

い3臭の組み合わせは116組あることが分かった。また、測定値に基づく判定基準に関しては、18年度までに計測したデータから20～30代の正常値を12臭のうち10臭以上とした。

次年度は和光純薬株式会社と共同で開発中の「シート型嗅覚同定能力測定器」を試作し、これを用いて嗅覚同定能力を測定する予定である。従来のスティック型で計測したデータとの比較や新測定器の品質の経時変化等について検討し、JIS規格に盛り込むことを目指す。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】嗅覚、におい、同定能力、検査、スティック型、シート型

【研究題目】年齢別聴覚閾値分布の標準化

【研究代表者】倉片 憲治（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】倉片 憲治、水浪 田鶴
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

我々の聴力は、年齢とともに次第に低下していく。その低下の程度を年齢別・男女別に記述した規格が ISO 7029（年齢別聴覚閾値の統計的分布）である。この規格は、聴覚異常の有無を判断する基準となる他、報知音の音量設定の規格（JIS S 0014）にも引用され、報知音の最小音量を定める基準となっている。しかし、ISO 7029は30年以上前に測定された聴力データに基づいているため、現在の日本人のデータとは大きく食い違っている。そこで、本研究担当者（倉片）は、2005年、ISO/TC43（音響）/WG1（聴覚閾値）会議にて ISO 7029の見直しを提案した。それを受けて、同 WG はその改訂を PWI 登録し、作業を開始した。

本研究では、10歳代後半から80歳超の男女を対象に大規模な純音聴力測定を実施し、ISO 7029改訂のためのデータを収集する。また、規格の適用範囲を拡張するために、通常の聴力検査では実施されない000 Hz を超える高い周波数での聴力も併せて測定を行う。これらのデータをもとに ISO 7029を改訂し、現代のわれわれ日本人の聴力を適切に反映した ISO 規格を作成する。

本研究の第一年度である平成18年度は、10歳代後半から20歳代及び60歳代から80歳超の男女を対象として、通常の聴力検査及び高周波聴力検査を実施した。その結果、総計で200名を超える有効データを収集することができた。併せて、国内外の聴力測定の文献データを収集し、改訂規格の準備を進めた。その結果をまとめた報告書を、平成18年9月に上記 WG に提出した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】聴力、加齢、聴覚閾値、ISO、標準化

【研究題目】転がり軸受けの回転精度測定法と規格値の標準化

【研究代表者】間野 大樹

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】間野 大樹、是永 敦、安藤 泰久、佐々木 信也、野口 昭治
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

近年、サブミクロンオーダーの超精密用途の転がり軸受に対しては、動的な実用回転速度域における精度の測定とその改善のための方策が求められている。しかし、回転精度の測定法を定めた ISO 及び JIS は準静的回転速度域における測定面の形状誤差を含んだものに止まっており、軸受の精度等級毎に定められる回転振れの JIS 規格値も未だ μm のオーダーである。そこで本テーマでは、転がり軸受の新しい回転精度測定法を開発し、振れの測定法及び規格値の見直しを提案することを目的とする。本テーマのサブテーマとその概要は以下の通りである。サブテーマ1及び2をそれぞれ平成18及び19年度に実施し、平成19年度内に JIS の標準仕様書(TS/タイプ I もしくは II)の原案を作成することを目標とする。

サブテーマ1：従来測定法の見直しと新しい回転精度測定法の開発

従来規格の準静的な測定法がもつ問題点を定量的に明らかにしたうえで、転がり軸受の新しい動的な回転精度測定法を開発する。

サブテーマ2：回転振れ規格値の見直し

同じ型番で精度等級の異なる各軸受メーカーの製品について、実際の回転振れと規格値との比較を行い、規格値の見直しを提案する。

平成18年度は、サブテーマ1に取り組んでおり、現在までの進捗は下記の通りである。

- ①歴代 JIS で定められていた回転精度測定法と精度値の変遷を調査し、既存の測定法における問題点を抽出した。
- ②回転精度に影響を及ぼす諸因子（保持器の影響など）について検討を行った。
- ③工作機械用の比較的大型な軸受の測定を念頭に置いたうえで、測定対象軸受の把持方法などを見直し、高負荷容量のエアスピンドルを用いた新しい測定機の試作を進めている。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】転がり軸受、回転精度、JIS、ISO

【研究題目】RT ミドルウェアに関する研究

【研究代表者】神徳 徹雄（知能システム研究部門）

【研究担当者】末廣 尚士、北垣 高成、安藤 慶昭、平野 聡、富沢 哲雄、ルメア オリビエ（常勤職員5名、他2名）

【研究内容】

ロボット技術をソフトウェア的にモジュール化して再利用性を高め技術の蓄積を可能にする RT ミドルウェアのコンセプトを NEDO プロジェクトにおいて示し、プ

プロジェクト終了後も産総研において研究開発を続けている。ここで提案する RT ミドルウェア技術のようなソフトウェア基盤技術が役立つためには、広く普及させることが重要でありその強力な普及手段として標準化が求められている。

本研究では、ソフトウェア技術の国際標準団体である OMG (Object Management Group) において、モジュール化を推進するフレームワークとなるロボット用のコンポーネントモデルの OMG 国際標準案を策定することを目指す。既に OMG において、ロボット技術の標準化を議論するために日米韓で共同議長を選出してロボット技術部会 (Robotics-DTF) を設立して議論を進めているところである。

平成18年度においては、定期的に OMG の技術会議の議論に参加するとともに、円滑な技術部会運営のために Robotics-DTF の関係者の訪問などおこなった。ロボット用コンポーネントモデルの標準提案の公募に応じた産総研と米国 RTI 社の提案をたたき台として統一標準仕様案を提案し、9月のアナハイム技術会議において標準仕様案として採択された。文書化作業部会 (FTF) を組織し、標準仕様案の実装を進めつつ、提案仕様の不具合を修正して標準仕様文書の作成を進めている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際標準化、RT ミドルウェア、OMG、コンポーネントモデル

【研究題目】土壤中のセレン、カドミウム含有量の簡易分析法

【研究代表者】丸茂 克美 (地質情報研究部門)

【研究担当者】丸茂 克美 (常勤職員1名)

【研究内容】

土壤中のセレン、カドミウムの含有量を評価する手法として、環境省告示第19号に基づく含有量試験方法があるが、この方法は土壤試料を1 M 塩酸処理し、土壤から1 M 塩酸に溶出するセレンとカドミウムを原子吸光分析法や、ICP 発光分析法、ICP 質量分析法で分析するものである。しかし原子吸光分析法で分析する場合には土壤中のセレンやカドミウム含有量が高濃度である場合にはフレーム法で、低濃度の場合にはフレームレス法で分析しなくてはならず、セレンやカドミウム含有量が不明な汚染土壤を分析する場合には装置の設定を変え、検液の希釈率を変えなくてはならない。また ICP 発光分析法や ICP 質量分析法で分析する場合には土壤中のセレンやカドミウム含有量のみならず、他の溶存元素濃度によって分析値が影響を受け、溶存元素濃度が高濃度の場合には、装置内部を汚して分析精度を落とすこともある。

環境省告示第19号に基づく含有量試験方法に基づく1 M 塩酸処理で得られる検液を蛍光 X 線分析することができれば、土壤中のセレン、カドミウムの含有量を迅速に

評価できるはずである。本研究では2.5 μm の有機高分子膜の上に検液を滴下・乾燥させ、蛍光 X 線分析する手法を開発した。この蛍光 X 線分析に使う検量線は原子吸光分析用の標準試料を用いて作成することができるため、土壤標準試料は不要である。また分析における干渉元素はほとんどなく、定量下限値は10 mg/kg と良好である。さらに海外で作成された汚染土壤標準試料を用い、環境省告示第19号に基づく含有量試験方法で作成した検液に対して蛍光 X 線分析と原子吸光分析法を行った結果、ほぼ同じ分析結果を得ることができた。

また環境省の底質調査法に対応する全量分析法についてもカドミウムを対象に蛍光 X 線分析法を検討し、5 mg/kg の定量下限値で分析できた。

これらの結果をとりまとめて環境省告示第19号に基づく含有量試験方法に対応すべく「土壤中のセレン溶出量の定量-エネルギー分散型蛍光 X 線法」と「土壤中カドミウム溶出量の定量-エネルギー分散型蛍光 X 線法」の JIS 原案を作成し、委員会で審議した。また、環境省の底質調査法に対応する全量分析法に対応すべく「土石類中のセレンの定量-エネルギー分散型蛍光 X 線法」と「土石類中のカドミウムの定量-エネルギー分散型蛍光 X 線法」の JIS 原案を作成した。

【分野名】標準

【キーワード】土壤、環境省告示第19号、底質調査法、蛍光 X 線分析法、セレン、カドミウム

【研究題目】JIS「地質用語集」原案の作成

【研究代表者】鹿野 和彦 (地質情報研究部門)

【研究担当者】鹿野 和彦、湯浅 真人、脇田 浩二、柳沢 幸夫、齋藤 文紀、尾崎 正紀、宮崎 一博、西岡 芳晴、竹内 圭史 (常勤職員9名)

【研究内容】

JIS A 0204及び TS A 0019に記述されている用語等、地質図を表現するに必要な地質用語を選別し、それぞれの用語について読み方、定義または意味等を記述し、系統的に編集する。また、利用者の理解を助けるため、用法等について解説をまとめる。平成18年度は、地質用語を選別し、執筆者を選定して執筆を依頼した。また、原稿の回収と編集を開始した。最終成果は、JIS A 0204及び TS A 0019を元とした JIS 原案を補う規格としてとりまとめ提案する予定である。

【分野名】地質

【キーワード】日本工業規格、地質図、地質用語

【研究題目】火山性流体移動連続観測による噴火予知技術の高度化に関する研究

【研究代表者】篠原 宏志 (地質情報研究部門)

【研究担当者】篠原 宏志、齋藤 元治、松島 喜雄、風早 康平、石戸 恒雄、高倉 伸一、

西 祐司、森 健彦、鬼沢 真也、
大和田 道子、長谷 英彰、谷口 雅美
(常勤職員7名、他5名)

【研究内容】

携帯型マルチセンサー (Multi-GAS) を用いた噴煙組成観測装置の改良を行い、長期連続観測システムを構築した。長期連続観測システムには、ガスセンサーの劣化を防ぐため、外気吸引測定を断続的に行い、外気吸引観測の前後に酸性ガス吸収剤を通じた空気を循環させることによりセンサーを洗浄する機能を搭載した。三宅島において試験運用を開始した。2-3ヶ月に一回、三宅島雄山山頂に標準ガス及び校正された携帯型マルチセンサーシステム (Multi-GAS) を持参し、現地で連続装置を感度試験を行い、長期間にわたる各センサー類の感度変化を計測中である。

阿蘇火山で行われた二酸化硫黄放出率の合同観測データを用いて、パンニング法計測の際に生じる紫外散乱問題を明らかにした。噴煙柱からの距離が遠くなり、短い波長を解析に用いると、放出率が半分近く減衰していることを明らかにした。火山活動が活発化しつつある口永良部島において、二酸化硫黄放出率の計測を行い、放出率を得ることに初めて成功した。このデータが今後の火山活動推移によって変動する二酸化硫黄放出率の基準値になる。二酸化硫黄放出率の自動計測を目指して、計測機器の開発を進めた。本年度は阿蘇山・三宅島にて予備的な実験観測を行い、機器の問題点・改良すべき点を洗い出した。

伊豆大島三原山をモデルフィールドとし、マグマの上昇による熱水系発達過程のモデル化と地球科学的観測量の変動予測を目指した研究を行っている。地下の熱水流動を反映する観測量として自然電位 (SP) に着目し、その全山的な分布を把握するための観測を行った。また昨年度に引き続き SP の連続観測を実施した。全山的な分布を解析することにより、現在の熱水系の状態を把握し、連続測定結果より今後の変動を予測することを目指す。そのための数値シミュレーションを実施し予察的考察を行った。

【分野名】地質

【キーワード】火山、マグマ、噴火予知

【研究題目】新潟県中越地震隣接域の地震リスク評価と被害予測の研究

【研究代表者】桑原 保人 (地質情報研究部門)

【研究担当者】木口 努、今西 和俊、長 郁夫、
山口 和雄、横倉 隆伸、加野 直巳、
伊藤 忍、大滝 壽樹、牧野 雅彦、
住田 達哉、川畑 大作
(常勤職員11名)

【研究内容】

2004年10月の新潟県中越地震の発生により、震源域隣

接の南部と北部が地震空白域として強く認識され、近未来の大地震発生の可能性が高い地域として指摘されている。本研究は、当部門の総合力をもって本地震空白域における地震リスク評価と被害予測をおこなうため、当該地域の詳細な地下構造・応力場の解明、数値モデルによる地震発生長期予測モデルの作成、南部空白域での地すべりポテンシャルの評価を、平成17年度から3年計画で行なう。本年度は、主に、反射法による十日町断層周辺の複雑な断層構造の把握のための地震探査、高分解能トモグラフィー法の開発と同地域への適用、地震発生シミュレーターのプロトタイプの開発、地すべり解析を行なった。反射法の予備解析では定速度重合を行い、往復走時およそ3秒までの反射面を検出し、信濃川付近に軸を持つ向斜構造がとらえられた。また、高分解能トモグラフィーによって、未破壊の六日町断層の形状を推定した。地震発生シミュレーターでは、摩擦構成則を考慮した2次元モデルによって、同地域の地震発生の繰り返しをシミュレート可能なことを示した。今後、本シミュレーターをもとにより現実に即した形のシミュレーターの開発が可能になる。地すべり解析では、中越地震発生前の複数の地形・地質パラメータを使って、ニューラルネットワーク解析を行った結果、新潟中越地震によって発生した地すべりは、主に標高、傾斜、斜面方位、地質に大きく規制されていることが明らかになった。

【分野名】地質

【キーワード】新潟県中越地震、地震発生予測、3次元地質構造、地殻応力、活断層、地すべり

【研究題目】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【研究代表者】木村 克己 (地質情報研究部門)

【研究内容】

大都市圏の安全と環境保全に資する地質学的総合研究の実施を目標に、関東平野の浅層地盤 (地下100 m 以浅) と中層地盤 (500 m 程度まで) を主な研究対象として以下の4課題を実施する。1) 浅層地盤の地下地質・構造に関する研究では、東京低地から中川低地 (春日部市以南) における沖積層の堆積相・化学特性・堆積物物性標準の確立、3次元地質モデル・地下地質情報データベースの構築、地層形成モデルと堆積環境を反映した土質力学特性の解明を進める。2) 浅層地盤の地震動評価研究では、浅層地盤の地下地質・構造の研究成果に基づき地質モデルを反映した地震動応答評価を行う。3) 中深層地盤の地下地質・構造に関する研究では、関東平野中央部を対象として、層序・地質構造・堆積物物性等の地下地質標準と3次元地質モデルを構築するとともに、それを基礎として水理地質構造を確立し、地下水の水質形成機構と地質構造の影響を解明する。4) 首都圏西部域地下水循環モデルの構築に関する研究では、これらの関東平野の地下地質・構造に関する研究を基礎に、首都

圏西部地域の地下水の現況と過去60年間の状態を再現する3次元循環モデルを構築する。本研究課題は地質情報研究部門の部門重点課題であり、平成18年度は4年計画の初年度にあたる。

【分野名】地質

【キーワード】首都圏、関東平野、地下地質、地質構造、データベース、層序、地盤、3次元モデル、地震動、地下水

【大項目名】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【中項目名】浅層地盤の地下地質・構造に関する研究

【研究代表者】木村 克己（地質情報研究部門）

【研究担当者】田辺 晋、竹村 貴人、木村 克己、中島 礼、稲崎 富士、内山 美恵子、中西 利典、石原 与四郎（福岡大学）、八戸 昭一（埼玉県環境科学国際センター）、林 宏一（応用地質（株））、中山 俊雄（都土木技術センター）（常勤職員4名、他10名）

【研究内容】

1) 沖積層の層序・堆積・3次元地質モデルに関する研究

中川低地南部における泥質な開析谷充填堆積物の充填様式の復元を目的とした開析谷東縁でのボーリングコア堆積物の掘削・解析、データベースの構築を目標に以下の研究を実施した。

1-1) ボーリングコアの高精度解析：

埼玉県三郷市采女新田地区において42 m 長のボーリングコア堆積物（GS-MUS-1）を採取した。採取したコア堆積物は半裁後、岩相と生物化石相の詳細な観察を行い、 γ 線透過率、帯磁率、乾燥・湿潤密度、含水率、砂粒含有率を1~20 cm 間隔で測定した。そして、5試料の貝化石の放射性炭素年代値を AMS 法によって測定した。千葉縣市川市塩浜地区において60 m 長のコア堆積物（GS-ISH-1）を採取した。GS-MUS-1は、岩相と生物化石相、砂粒含有率、放射性炭素年代値に基づき、下位より9つの堆積相（MUS1~9）に区分した。このうち、MUS4~9は下総層群に不整合に累重する沖積層と考えられる。MUS4は上方深海化するカキ密集層、MUS5~6は上方浅海化する砂泥層、MUS7~9は現在の地表面を構成する河成砂層と考えられる。

埼玉県草加市柿木地区の GS-SK-1、埼玉県三郷市彦糸地区の GS-MHI-1、GS-MUS-1の堆積相と放射性炭素年代値の対比により、中川低地の南部における開析谷の堆積モデルを構築した。中川低地南部の開析谷は、完新世中期以降、西から東にかけて充填され、開析谷の充填には潮流の影響が深く関わっていたと考えられる。

1-2) 自沈粘土を対象とした簡易ボーリング技術の開発：

応用地質（株）製土壌サンプラーを用いた、自沈粘土の不攪乱・連続試料の採取方法を開発した。既製の土壌サンプラーに加え、ケーシングとチェーンブロックを利用することにより、9 m 長、4 cm ϕ の不攪乱・連続コア試料を採取することに成功した。

1-3) ボーリング柱状図資料の収集と数値化：

千葉県流山市、松戸市、市川市、浦安市の市役所から約6000本のボーリング柱状図資料を借用した。借用したボーリング柱状図は、土質区分と N 値、コア長に着目して、250 m \times 250 m グリッドに1本の割合で選定し、柱状-BASE（基礎地盤（株）製）を用いて数値化した。約2000本のボーリング柱状図資料の数値化が終了した。

1-4) ボーリング柱状図データセットの利活用：

東京都港湾局から借用したボーリング柱状図データセットの N 値・岩相分布を作製した。

2) 沖積層の化学特性に関する研究

沖積層の間隙水の化学特性とその起源の解明を目的に、中川低地の埼玉県三郷地区で掘削された GS-MHI-1コアを用いて、主に海成粘土層から遠心分離にて間隙水を採水して化学特性を検討した。その結果、海成粘土層中の間隙水は堆積当時の海水に近い間隙水から降水起源の水に置換されていることが判明した。また、埼玉県春日部地区に設置された地下水観測井で揚水試験、連続推移観測、1回/月の頻度で定期水質検査を行った。その結果、不圧地下水も沖積基底礫層中の被圧地下水も、酸性雨の影響を受けて比較的硫酸イオンが高いことが判明した。

3) 沖積層の地盤工学特性に関する研究

沖積層の堆積環境が土質力学特性に与える影響を評価できるモデルを構築し地震時の地盤振動特性の評価を行うこと、及び、圧密-弾性波伝搬の同時測定を行い圧密応力下での堆積物の弾性波伝搬特性と土質力学特性との関連性を明らかにすることを目標として、以下の研究を行い当初の成果を得た。中川低地の春日部コア（GS-KBH-1）の沖積粘性土試料について、等方圧密過程におけるベンダーエレメントを用いた V_s の測定と、繰返し非排水三軸試験の実験を行った。実験を行うにあたり超軟弱な粘土を扱うための試験法の確立とこれまでの試験法での問題点が明らかになった。実験は継続中であるが、平成18年度の成果をまとめると以下の通りである。a) 等方圧密でのベンダーエレメントの測定は、供試体が水平方向の圧密に対して構造的に不安定なため全体的に PS 検層と比べ高い値となったと考えられる。b) 間隙比の高い粘土はせん断波速度や剛性率を小さくする。c) 粘土によって拘束圧の V_s に及ぼす影響に差は見られない。d) 深さが変わっても V_s に変化がないのはその層の堆積環境や

高い間隙比が原因であると考えられる。e) 超軟弱粘土である春日部10 m 試料のせん断剛性は同じ有効応力状態において攪乱試料よりも小さい。また、過圧密であっても初期段階でせん断剛性は大きく減少し、攪乱試料よりも小さくなる。f) 超軟弱粘土は過圧密状態と正規圧密状態での損失係数が変わらない。g) 春日部6、9 m 試料の初期段階での過剰間隙水圧比の上昇がお台場の再構成粘土に比べて大きい。

4) 浅層地盤の地下構造・物理特性に関する研究

微動アレイ探査により地表から非破壊で簡便に浅部地盤の S 波速度構造を推定する方法を構築することを目標とする。また得られた調査結果を用いて、浅部地盤構造の不整形性への影響を評価するための基礎となる三次元の S 波速度構造モデルを構築する。方法としては、既存のボーリングデータなどから概略の地盤構造がわかっている埼玉県南東部、草加市から越谷市にかけて（東西約9 km×南北約13 km）の範囲で、多数の地点において微動アレイ探査を行い、その結果を既知の地盤構造と比較して、微動アレイ探査の適用性を評価する。また得られた結果を用いて、調査地の三次元 S 波速度構造モデルを構築する。

平成15年から平成18年の4年間に、埼玉県草加市、三郷市、吉川市などを含む、東西約6 km×南北約9 km の範囲において、167地点において微動アレイ探査を行った。これにより、都市域における微動アレイ探査の埋没谷形状探査に対する適用性を確認するとともに、調査地域の埋没谷形状や基盤（洪積層上面）までの概略の三次元 S 波速度構造を明らかにすることができた。

【分野名】地質

【キーワード】首都圏、地下地質、沖積層、軟弱地盤、データベース、3次元モデル、地下水、間隙水、ボーリングデータ、ボーリング調査、バンダーエレメント、繰返し非排水三軸試験、微動アレイ探査

【大項目名】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【中項目名】浅層地盤の地震動評価研究

【研究代表者】関口 春子（活断層研究センター）

【研究担当者】関口 春子、吉田 邦一
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

中川低地沖積層の地震動応答に関して、特に堆積環境履歴の違いによる地盤の性質の地域的な違いと埋没谷の形状に着目し、地震観測及び数値シミュレーションに基づいてその特徴を明らかにすることを目標としている。本年度は、中川低地帯の地震観測網の再編、及び、中川低地帯内部における地盤の違いの検討等に関する予備的研究を以下の通り実施した。

1) 中川低地帯における自然地震観測網の再編

平成15年度に構築したアレイ観測網を通り、新たに中川低地を横断するライン状の観測網を計画し、今年度はその約7割（6地点）の設置を行った。このライン状観測網は、中川低地の埋没谷全幅の形状、中川低地内部における沖積層の土質の違い、1923年関東地震時の被害の空間変化を比較検討することを目的としている。

2) 中川低地沖積層の物性値構造のモデル化

中川低地沖積層の地質・土質モデルをベースに、物性値構造モデルの初期バージョンを作成した。この物性値構造モデルの計測物性値との対応、及び、地震動応答の再現性能を、既存の検層データを用いて検証した。地質・土質データから物性値への変換モデルは、計測と大方対応するものの、表層部（約10 m まで）で改善の余地がある。さらに、この中川低地沖積層の物性値構造モデルを用いて、1923年関東地震の地震動の数値シミュレーションを行い、特に中川低地内部の地震動変化を検討した。その際、波形インバージョンによる既存の震源モデルに震源過程の複雑さを添加して広帯域の地震動を生成する震源モデルを作成した。計算された地震動の空間分布には、被害から推定されるほど大きな変化は得られなかったが、これは、地震動計算の周波数帯域が原因と考えられる。

3) 草加のアレイ観測記録を用いた表面波の解析

草加の小アレイにおける自然地震の観測記録の表面波部分を用いたセンブル解析を試行し、中・深度地下構造の推定に用いる可能性の検討を行ったところ、周期3～5秒程度の比較的長周期帯域で、既存の微動探査により得られた分散曲線と調和的な傾向が見られた。解析手法や対象としたデータには改良の余地があるが、微動探査では測定がやや困難となってくる周期5秒以上の帯域において、位相速度の推定が可能となることが期待される。

【分野名】地質

【キーワード】中川低地、地震動、数値シミュレーション、沖積層、自然地震、アレイ観測、表面波、物性値構造、関東地震

【大項目名】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【中項目名】中深層地盤の地下地質・構造に関する研究

【研究代表者】水野 清秀（地質情報研究部門）

【研究担当者】水野 清秀、中澤 努、山口 和雄
加野 直巳、大滝 壽樹、住田 達哉
牧野 雅彦、横倉 隆伸、駒澤 正夫
安原 正也、山口 正秋、稲村 昭彦
森川 徳敏、佐藤 秀幸、本郷 美佐緒、
納谷 友規、中里 裕臣（農村工学研究

所)、八戸 昭一(埼玉県環境科学国際センター)、須貝 俊彦(東京大学)、林 武司(秋田大学)
(常勤職員10名、他10名)

【研究内容】

1) 地質標準の確立に関する研究

関東平野中央部の地下深度500 m 程度までの地質層序を確立し、ボーリングコアの対比や反射法探査における反射面と各地層との対応関係を明確にすることによって、地下地質構造を明らかにし、地震波速度・電気比抵抗値などの物理データや水質などのデータを総合して、地下地質標準を確立することを目標に、以下の研究を実施した。

関東平野中央部に位置する埼玉県南埼玉郡菖蒲町上大崎にて文部科学省振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」の研究で掘削された深度150 m のボーリング孔を利用してさらに深度350 m までのコア採取とPS 検層及び電気比抵抗検層を行った。コアの分析は年度内では深度約200 m まで行った。層相はシルト、砂層を主体とした細粒相と砂礫層の繰り返しからなり、また砂礫層は地震波速度、電気比抵抗値が相対的に高い値を示している。細粒相のうち4層準から海棲ないし汽水棲の珪藻化石が検出されたことから、細粒相と砂礫層は大まかには海進期と海退期を表していると考えられる。また海洋酸素同位体ステージ(MIS)11に特徴的なアカガシ亜属の花粉化石多産層準が深度140~160 m にみられ、地蔵堂層に対比される。また深度約183 m の淡水成の地層からは上総層群笠森層最上部に挟まるKs5テフラが検出された。既存のコアとしては、地質調査所時代に掘削した谷和原コア(約140 m 分)の解析を行い、層相に基づいて菖蒲コア等と対比を行った。

2) 反射法探査による地下地質構造に関する研究

関東平野中央部で極浅部から地下深度500 m 程度までを対象として、加須低地-大宮台地-荒川低地-入間台地を横断する北東-南西方向の測線において反射法探査を実施し、反射面とボーリングデータ、検層データ等とを対比し、関東平野中央部の模式となる地下地質層序・構造を確立することを目標としている。平成18年度は、桶川市坂田地区から菖蒲町三軒地区に至る10.5 km の調査測線で反射法地震探査を実施した。主な調査仕様は、震源として小型パイブレータ(Enviro 型)1台を用いて、発震点間隔2.5 m、受振点間隔10 m とし、同時受振144点の固定展開とした。ショット記録では往復走時1秒以深まで反射波イベントが確認できた。断面全体に水平ないし非常に緩やかに北に傾斜する連続の良い層構造が見られる。綾瀬川断層の推定通過域付近では、北低下の構造が見られ変位の累積性がある。菖蒲坑井付近は水平成層構造である。

3) 重力探査による中深層地下地質構造に関する研究

関東平野において、鴻巣-菖蒲地域、埼玉県草加地域、及び東京都立川断層周辺地域等で重力探査を実施し、3次元的な密度構造を明らかにすることを目標として、今年度以下の探査を実施した。鴻巣-菖蒲地域で重力調査を行い既存データと併せて重力異常図を作成した。鴻巣周辺に北西-南東方向に大きな低重力異常が見出され中深層のグラ-ベン状の地下構造が明らかになり、更に落差の大きい場所と断層構造との対比を行った。埼玉県草加地域で、深度が数100 m 以浅の微細構造を抽出するために測点間隔50~100 m 程度の重力の精密調査を80点程追加的に行い、中川に沿う南北方向の埋没構造の分布が判明した。立川断層周辺地域で重力調査を行い、既存データを含めてフィルター計算を行い、断層と密度構造との対比を行った。秩父地域の深部のハーフグラ-ベン構造を重力調査により把握するため、3次元の重力解析を行った。その結果、盆地東部で重力の急勾配が検出されたのに対し、西部では勾配は比較的なだらかで少なくとも定性的にはハーフグラ-ベン構造が推定できることが判った。つくば市谷田部地域の高重力帯南部の荃崎で平成17年度に行った微動のアレー観測データを処理し深度約800 m で大きな速度ギャップがあり、重力構造と定性的に対応していることが判明した。

4) 広域地下水流動系に及ぼす地質構造の影響評価に関する研究

関東平野中央部に位置する元荒川構造帯内の地下水は、周辺部と比較してその水理水頭、一般水質、希ガス濃度、同位体比に“異常”を呈することが知られている。本研究では、元荒川構造帯内外の地下水の精密調査を通じて、このような地球化学的特異性の三次元的分布のさらに詳細な実態把握を行い、関東平野の広域地下水システムに及ぼす断層等の地質構造の影響について評価することを目的とする。本年度は埼玉県菖蒲町で実施した深さ350 m のボーリング調査に関係して、地下水の地球化学的異常の鉛直分布を把握するために、合計26深度のオールコアボーリング試料から遠心分離器を用いて間隙水を抽出し、水質分析とともに、トレーサーを用いた泥水混入の影響評価を行った。その結果、深さ163 m~171 m では100-200 mg/l の高濃度のCl⁻を含む地下水が存在することが確認された。掘削泥水のヨウ素イオン濃度(I⁻; ほぼ100 mg/l に設定)に基づいて抽出間隙水中への泥水混入率を評価したところ、深度183 m までの試料への泥水混入率は概ね数%、最大でも20 %程度と極めて少量であることがわかった。しかし、深度203 m 以下については泥水混入率が最大で80-90 %に達し、間隙水の“真”の同位体値の推定(外挿)が難しい状況であることが判明した。その原因(工法、コア径の違い等)を究明中である。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕関東平野、地下地質、更新統、下総層群、上総層群、綾瀬川断層、元荒川構造帯、広域地下水流動、水質、間隙水、塩素イオン、ボーリング調査、物理検層、反射法探査、重力探査

〔大項目名〕関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

〔中項目名〕首都圏西部域地下水循環モデルの構築に関する研究

〔研究代表者〕石井 武政（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕石井 武政、町田 功、内田 洋平、安川 香澄（常勤職員4名）

〔研究内容〕

関東平野内の首都圏西部域を対象に、主として地下水の現況及び過去60年間の状態を再現する3次元水循環高精度モデルを構築することを目的としている。本モデルは地下水のほかに地表水・大気及び必要に応じて熱（地中熱）を統合化して扱う。

本年度は、水循環高精度モデルのモデル化範囲をおおよそ東京湾岸から利根川右岸と多摩川に挟まれた地域としてまず基本格子を構築した。格子数は528、640で、鈴木（2002）及び高橋（2006）による地下地質構造を組み込んだ。また、綾瀬川断層や深谷断層など地下水流動を規制する可能性のある構造を配置した。その一方で、気象庁アメダスの降水量データ、国土交通省と東京都による地下水位観測データ、都内温泉に関する基礎データ、人工系の地下構造である主要な上下水道網や地下鉄路線網の位置情報などを収集整理した。地下水揚水量の深さ方向のデータが未整備なため、現状では揚水のない自然状態での地下水流動を平均降雨の下で試算することとして、モデルの初期化を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕首都圏、地下地質、降水量データ、地下水位観測データ、地下水循環

〔研究題目〕地質標本データベース

〔研究代表者〕兼子 尚知（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕兼子 尚知、利光 誠一、奥山 康子、角井 朝昭、坂野 靖行、中澤 努、中島 礼、青木 正博、松江 千佐世、清水 徹、豊 遙秋、尾上 亨、遠藤 祐二（常勤職員10名、他3名）

〔研究内容〕

産総研地質標本館に研究試料として長年蓄積されてきた岩石・鉱物・化石などの地質標本は、「地質の調査」の研究成果を保証するファクトデータであり、これを登録・保管し、体系化して登録標本情報の公開をしていくことが求められている。これに対しては地質標本館と地

質情報研究部門地質標本研究グループが連携して収蔵標本の登録・保管、アーカイブ化、データベース化を進め、その成果をRIO-DBの研究課題として公開してきた。本年度は各DB群の内、「地質標本登録DB」において、区分〔岩石〕について新規データ約1万件を追加し、区分〔鉱物〕、区分〔鉱石〕などについてもデータの整備・拡充を行った。また、「地質標本館収蔵変成岩標本データベース」について片麻岩類のデータ（約2000件）を追加した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕RIO-DB、地質標本登録DB、地質標本館収蔵変成岩標本DB

〔研究題目〕地球化学図情報データベース

〔研究代表者〕今井 登（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、久保田 蘭（常勤職員5名）

〔研究内容〕

近年問題となっている土壌汚染などの環境問題に対応するため、日本全国のヒ素・水銀・カドミウムなどの有害元素をはじめとする53元素の濃度分布の全データをデータベース化し、インターネットを通して活用できるようにするとともに、日本における地球化学基盤情報を提供する。

日本の地図化学図を、WEB上で任意の場所を任意の倍率でシームレスに拡大・縮小することのできるシステムを作成した。用いたのはZOOMAと呼ばれる拡大・縮小ソフトウェアで、右クリックにより場所の移動が、スクロールバーにより地図の拡大縮小ができる。また任意の都道府県を検索してその地球化学図を表示することができる。現在はヒ素、クロム、カドミウム、鉛の四元素について表示することが可能で、今後も元素を増やして行く予定である。

これにより、全国のヒ素・カドミウム・鉛などの有害元素の分布が直感的に一目で分かり、特定の地域の汚染状況を拡大して、より簡単に参照できるようになった。環境汚染関連の生データがホームページ上で直接公開されている例は少なく、その点でも大きな意義があると考えられる。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕地球化学図、データベース、有害元素、バックグラウンド、環境汚染、元素分布

〔研究題目〕地層名検索データベース

〔研究代表者〕鹿野 和彦（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕鹿野 和彦、巖谷 敏光、松浦 浩久、中野 俊、宮崎 一博、中江 訓、原 英俊、尾崎 正紀、酒井 キミ子、田中 ひとみ（常勤職員8名、他2名）

〔研究内容〕

膨大な数の地層・岩体・火山 (>10,000件) の名称を検索して、それらの定義、内容などを調べるためのデータベースである。本データベースは、地層命名規約に基づく新たな地層名の提案、地質文献読解などにあたって必要とするもので、辞書機能のほか、地層などの分布位置からも検索可能な機能を持ち、地質分野に携わる者にとって不可欠なデータベースとして期待されている。平成17年度からは第二期計画として、1) データの記述内容を高め、2) 検索した地層・岩体・火山の分布や模式地などを地質図上で表示する機能を設けるなど機能を拡張するとともに、3) 英文版の作成を目指す。平成16年度はこの方針に沿って以下の作業を実施する。平成18年度は、1) データの新規登録と校正・更新・編集、2) 第四紀火山データベース英文版試作版公開、3) 地質図に記載されている地層を地質図に表示するシステムの開発と試作版公開、4) 地層名辞書ファイルの英訳を行った。本データベースは研究情報公開データベースとして公開しており、現時点でのアクセス件数は4万件を越える。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕研究情報公開データベース、地層、岩体、火山

〔研究題目〕地震に関連する地下水観測データベース

〔研究代表者〕松本 則夫 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕松本 則夫、小泉 尚嗣、高橋 誠
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

産業技術総合研究所は、「地震予知のための新たな観測研究計画 (第2次) の推進について (建議)」(文科省測地学分科会) において、地震に関連した地下水の変化等のデータベースを作成することとされており、本データベースがそれに相当する。本データベースは、産総研の観測網によって観測された地下水・地殻変動・地震に関する最新の観測データを表示する。また、同観測データの解析に用いられているプログラムが利用できるようになっており、データベース利用者が、このプログラムを用いて、手持ちのデータを解析することもできる。平成18年度は、最新の観測データ及びメンテナンス情報の公開に加えて、2007年能登半島地震後における地下水変化事例を追加した。同データベースに対する平成18年度のアクセスは月平均で約3万件弱であった。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地震、地下水、データベース、地殻変動

〔研究題目〕活火山データベースの研究

〔研究代表者〕星住 英夫 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕星住 英夫、工藤 崇、中野 俊、
石塚 吉浩、石塚 治、古川 竜太、
及川 輝樹、川辺 禎久、下司 信夫

(常勤職員8名、他1名)

〔研究内容〕

RIO-DB 課題である「活火山データベース」のデータの追加及び修正を行った。追加修正した内容は、新たに1万年噴火イベントデータ集の公開を開始した。本年度中に、北海道、東北、関東・中部の火山についてデータを取りまとめた。出版済み火山地質図に地質陰影図・地質陰影鳥瞰図を加えて HTML 化した火山地質図集と、活火山の生い立ちや噴火を図や写真で解説した詳細火山データ集については、リンクの追加、誤植の修正などを行うとともに、火山地質図集の英文化に着手し、一部火山について公開した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕活火山データベース、RIO-DB、火山地質図、活火山、噴火履歴、カタログ

〔研究題目〕地質情報インデックス検索システム

〔研究代表者〕村田 泰章 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕村田 泰章、名和 一成、川畑 大作
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

地質情報インデックス検索システム (G-INDEX) は、産総研地質調査総合センターが公表する地質情報の総合的な検索と統合表示を行うシステムとして開発を進めている。平成18年3月にシステムを公開し、その後、システムの改良、登録データの拡充、英語版データの充実などの開発・整備を実施中である。平成18年度においては、(1) RIO-DB の一つである地熱ボーリングコア・データベース及び数値地質図として公表されている重力図イメージデータベースを G-XML 化した。(2) G-INDEX のホームページにおける各種説明、及び登録データの概要を記述したメタデータを英訳した。(3) データを新規に登録して動作を確認する検証用サーバと実際にインターネットで公開用するサーバを分離して、両者の間でデータベースを移行する手順の構築した。(4) 背景地図の欠落部の新規作成、異常データの修正を実施した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕数値地質図、RIO-DB、総合検索、インデックス、G-XML、G-INDEX

〔研究題目〕関東平野の地下地質・地盤データベース

〔研究代表者〕木村 克己 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕田辺 晋、中島 礼、中西 利典、
宮地 良典、横須賀 歩
(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

関東平野の地下地質について、深さ100 m 以浅の第四系を対象として、基本層序・物性、地下構造、平野の形成過程と古地理変遷史、埋没地形、2次元及び3次元地下構造、に関する各データとその解説からなる。データ

は、部門重点課題として実施している都市地質研究プロジェクトの調査研究で得た研究資料、関東の自治体所有のボーリングデータ、その他公開可能な地下地質・構造・物性に関するものからなる。当面、地下地質の標準層序情報として、模式柱状図・断面図、化学・物性分析データ、各種画像データについて、網羅的に掲載し、ユーザーの要望に応じて検索・表示できるデータベース構築を目標にしている。2年目にあたる。

今年度は、舎人・東綾瀬・都土木研コアの分析・画像データをデータベースに新たに加えた。そして、これまでの2地点（小松川・草加コア）を加えて、計5地点のボーリング地点について、堆積相、貝化石、帯磁率・γ線透過率、密度、含水比、泥分含有率等のコア分析データ、及び PS 速度、N 値の原位置測定データについて、位置・深度・項目名から検索・表示できるシステムを整備した。現在、所内で公開されている。

【分野名】地質

【キーワード】ボーリングデータ、沖積層、東京低地、中川低地、堆積相、埋没谷

【研究題目】シームレス地質図データベース

【研究代表者】脇田 浩二（地質情報研究部門）

【研究担当者】脇田 浩二、宝田 晋治、井川 敏恵、Joel C. Bandibas
（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

20万分の1シームレス地質図について、凡例数を194から384に変更し、地質図全体の詳細化を実施した。それに伴って、全国のデータの修正を行った。特に北海道地域、一関地域、福島地域、白河地域、豊橋及び伊良湖岬地域については最新情報への更新を行った。また大分地域の海岸周辺の地質情報を最新の地形データに合わせて修正を行った。

【分野名】地質

【キーワード】シームレス、地質図、数値化、地理情報システム、データベース

【研究題目】海洋地質データベースの研究

【研究代表者】岸本 清行（地質情報研究部門）

【研究担当者】荒井 晃作、井上 卓彦、飯笹 幸吉、池原 研、小田 啓邦、片山 肇、岸本 清行、上嶋 正人、辻野 匠、山崎 俊嗣、今村 孝子、木下 泰正、多恵 朝子、程 云湘
（常勤職員10名、他4名）

【研究内容】

産総研が保有する海洋地質情報の総合的データベースの構築・整備を目的として、5つのサブテーマ（「海域地質構造 DB」、「海底堆積物 DB」、「海洋地球物理 DB」、「海底鉱物資源」、「高分解能音波探査断面 DB」）に分

類して研究を実施している。既存アナログデータのデジタル化や海洋地質図等出版物の関連メタデータ、原データの編集、可視化技術の援用などにより、出版物でカバーしていない海洋地質情報やその後の追加情報などの多様な利活用を促進することを目指す。当初海洋地質4テーマで開始した本 DB は、17年度に「高分解能音波探査断面 DB」を追加し、18年度には遅れていた「海洋地球物理 DB」の公開を実施した。また、その他のサブテーマにおいても毎年海域毎にデータを更新・追加している（昨年度は延べ6海域追加。別掲データベースの項参照）。今後は、サブテーマ間の相互参照や、検索のしやすさなど、機能利便性の向上を目指す。また、新たな研究テーマへの支援として、研究者への既得観測データの提供サービスを行う予定である。

【分野名】地質

【キーワード】海洋地質データベース、RIO-DB、海域地質構造、海洋地球物理、海底鉱物資源、海底堆積物、音波探査

【研究題目】爆薬中間体の安全性評価に関する試験法

【研究代表者】松永 猛裕（爆発安全研究センター）

【研究担当者】松永 猛裕、岡田 賢、秋吉 美也子、藤原 修三、船越 愛、茂呂 育美
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究は、火薬類及び火薬原料危険物が火災等にあった際の安全性を事前に評価できる試験法を開発することを目指している。特に、近年、普及しつつある硝酸アンモニウム系爆薬の中間体（以下、爆薬中間体と略す）を大量輸送することを想定し、国内で実施可能な安全性評価試験法を開発することを目的とする。現状では、このための試験法を国連危険物輸送専門家委員会が検討しており、米国は約40 L の試料量を要する試験法を提案している。これに対して、多くの国は実施できないため、より少量の試験法が開発が期待されている。そこで、1.5 L の試料量で行う試験法を JIS 化・国際化することを目指している。1.5 L レベルでの試験装置を用いて、火薬類の状態計測（温度、圧力、化学変化など）を行うための技術を確立し、データーを取得した。カナダとの共同提案を目指し、共同研究を開始している。原料の統一を行い、熱分析、粘度、粒度分布、水分量分析といったエマルジョンの評価を行い、最終的に産総研では1.5 L の PVT、CERL ではオランダ式 PVT で試験を行っている。また、試験容器に破裂板を設置し、安全性の向上及び判定法を簡便化させ UN 8(d) 試験の代替もしくはスクリーニング試験方法としての採用を目指している。得られた成果を国連危険物輸送専門家委員会等、国際会議で報告した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】火薬類、安全性評価、輸送安全、爆薬中

間体、国連試験

【研究題目】対話的加工支援技術の研究開発

【研究代表者】山内 真

(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】山内 真、リアボフ オレグ、

岩本 和世、辻野 佳規

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

産業界のグローバル化により我が国の製造業は、労働者賃金の安い中国、東南アジア等との競争にさらされ、生産現場の海外移転により空洞化が進んだ。一方国内に残った生産拠点では世界に誇れる品質の製品を数多く世に送り出しているが、その現場では熟練技術者の技能に頼っている部分が多い。しかるに熟練技術者の高齢化が進み、いかに熟練技術を継承するかが問題となっている。熟練技術を効率的に継承し、かつ海外との競争に打ち勝つための低コスト化を図るためには、製造現場に情報技術を用いた支援を導入することが効果的と考えられる。

本研究開発では、視覚情報を通じて加工作業中に作業者を支援する技術を研究開発することで、熟練技術の迅速な継承、作業時間の短縮、作業ミスの減少等を図り、我が国の製造業の国際競争力の維持・強化に資することを目的とする。具体的には熱加工技術を例題に作業内容を分析し、必要な要素技術を研究開発し、それらを統合したシステムを試作する。

線状加熱と呼ばれる熱加工技術では、板の一部を線状に加熱し、加熱によって生じる熱変形を利用して板を曲げ、設計された形状に仕上げる。線状加熱技術は造船業において、船の先端部分の曲面を作り出すために多く利用されている。また同様な技術は、溶接に伴う熱によって変形してしまった加工物の変形を元に戻すためにも使われており、例えば鉄道車両、建設機械、橋梁などの業界で重要な技術となっている。

線状加熱に代表される熱加工技術を細かな要素に分解して考えると、重要な技術としてまず、どのような変形が生じており、設計値との差がどれほど生じているのかを知るための形状計測技術がある。次に、設計形状に近づけるために、加熱すべき場所と加熱量を決定することが重要な熟練技術となる。最後に、バーナーを用いた実際の加熱作業を行う技能が必要とされる。このように作業内容を分析すると、作業者に提示することが有益な情報には、被加工物の形状に関する情報、熱変形の情報、加熱位置の情報、及びバーナーを動かす速度の情報があることが分かる。これら有益な情報を得るために開発すべき要素技術は、作業現場のような環境でも使用可能な形状計測技術、及び熱変形、加熱位置、バーナー速度等を計算するための熱変形シミュレーション技術となる。またこれらの有益な情報を、現場作業者に的確に、かつ

タイムリーに提示するためには、加工現場の状況（現実）と、支援情報（仮想）をオーバーラップさせて表示する複合現実感技術が必須となる。さらに作業者の移動を許容するために、その提示は作業者が身に付けるタイプの表示機器であるヘッドマウントディスプレイを通じて行われることが望ましい。

本年度に係る調査、分析を行った結果に基づいて、研究開発すべき要素技術として形状計測技術、熱変形シミュレーション技術、及びヘッドマウントディスプレイを用いた複合現実感技術のそれぞれについて具体的な研究開発項目及び目標値を定めた。またそれぞれの要素技術間の連携を図り、問題点等を抽出するための第1次試作システムを作製した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】熟練技術、技能継承、加工支援、熱加工、線状加熱、形状計測、熱変形シミュレーション、ヘッドマウントディスプレイ、複合現実感

(3) 外部資金

中期目標や中期計画で定められているように、産業技術総合研究所は、業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図ることとなっており、そのため、外部資金や自己収入の増加と固定的経費の割合の縮減に努めている。

外部資金の多くは、各省庁からの様々な制度から委託研究費で、その多くが、競争的資金となってきている。産業技術総合研究所が受け入れる外部資金は、制度的には、受託研究として受け入れられ、研究終了後それぞれの委託元に詳しい研究報告がなされている。

【経済産業省】

(i) 産業技術総合研究所委託費

・石油安定供給技術開発等委託費

石油及び可燃性天然ガスの安定的かつ低廉な供給の確保に資するため、石油及び可燃性天然ガス資源の開発の促進並びに石油の備蓄の増強のための技術の開発に係る委託事業により、石油及び可燃性天然ガスの安定的かつ低廉な供給に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。平成18年度は、2テーマを83百万円で実施した。

・石油生産合理化技術開発等委託費

石油の生産の合理化に資するため、石油の生産の合理化のための技術開発に係わる委託事業により、生産の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。平成18年度は、1テーマを102百万円で実施した。

・エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費

内外の経済的社会的環境に応じた安定的かつ適切なエネルギーの需給構造の構築を図る観点から、石油代替エネルギーの開発及び利用、並びにエネルギーの使用の合理化のための技術の開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーの開発及び導入並びにエネルギーの使用の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。平成18年度は、4テーマを710百万円で実施した。

・エネルギー使用合理化システム開発調査等委託費

化学産業、電力機器・情報通信機器、材料基盤技術の分野での省エネルギー化及び次世代分散エネルギーシステムのための支援技術開発のための長期間とリスクを伴う研究開発並びに省エネルギー技術等の普及のためのエネルギー・環境分野の標準の策定を目的とした研究開発等を行うための経費。平成18年度は、5テーマを1,029百万円で実施した。

・電源利用技術開発等委託費

長期固定電源の利用に資するため、石油代替エネルギーの発電のための利用を促進するための技術開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーによる発電のための技術の開発及び利用の促進を図るための経費。平成18年度は、4テーマを1,374百万円で実施した。

(ii) 中小企業産業技術研究開発委託費

・地域中小企業支援型共同研究開発

日本各地で活躍する中小企業と連携しながら製品化を実現し、産業総合研究所の研究成果の社会への還元を図るため、産業クラスター計画等経済産業省の地域産業技術振興政策に合致した課題について、複数者の中小企業・大学・公設研との連携の下で研究開発を実施するための経費。平成18年度は、応募22件から12テーマを採択するとともに、総額753百万円で実施した。

(iii) 特許微生物寄託等委託費

特許制度におけるバイオ関連の特許出願は、出願者において特許対象となる生物株を出願前に寄託機関に寄託することが義務づけられている。産業技術総合研究所特許生物寄託センターは、特許庁長官の指定する特許微生物寄託機関及び WIPO ブダペスト条約（1980年）により認定された国際寄託当局である。当該事業については、産業技術総合研究所そのものが特許庁長官の指定を受けた寄託機関となるとともに、特許庁からの寄託業務の委託を受けることとなる。平成18年度は、187百万円で事業を実施した。

(iv) 原子力発電施設等安全技術対策委託費

石油代替エネルギーの発電のための利用を促進する観点から、原子力発電の安全に関する技術開発等を行うための経費。高レベル放射性廃棄物の地層処理の安全の確保や、原子力の工学領域だけでは解決できない安全上の課題に取り組むため、地質に関する調査研究を実施するための経費。平成18年度は、1テーマを504百万円で事業を実施した。

(v) 放射性廃棄物処分基準調査等委託費

高レベル放射性廃棄物処分事業を円滑に推進していくため、地層処分技術に関する関連技術を総合的・効率的に調査し、その信頼性を向上させることが必要であるとの観点から、地質環境に関する技術調査の高度化及び人口バリア等の長期安定性の確証を図るための調査研究等を実施するための経費。平成18年度は、1テーマを101百万円で事業を実施した。

(vi) 石油天然ガス基礎調査等委託費

我が国のエネルギーの長期安定供給の確保に資するため、21世紀における有望な新たな国産エネルギー資源として期待されているメタンハイドレートについて、世界に先駆けてその商業的産出のための技術整備を行い、探査技術や生産技術の開発等を促進するための経費。平成18年度は、1テーマを1,032百万円で事業を実施した。

(vii) 産業技術研究開発委託費

科学技術政策の重点分野における国際標準を獲得する

ためには、検討の場（ISO/IEC）において主導的に提案するために必要な科学技術の知見及びそれを支える体制の整備が必須であるとの観点から、ライフサイエンス、IT、環境、ナノテクノロジー・材料の4分野を中心とした標準化のための研究開発を実施するための経費。平成18年度は、9テーマを471百万円で事業を実施した。

(viii) 新燃料油研究開発調査委託費

自動車燃料用の石油製品として、含酸素燃料基材の添加や炭化水素成分組成の変更等が行われた従来の規格とは異なる新燃料の導入が、燃料品質や排出ガス成分等に及ぼす影響等について調査するための経費。

また、導入が期待される各種新燃料油の環境調和型の利用を促進するため、品質面の評価等の環境整備を行うための経費。

(ix) 石油資源開発技術等研究調査等委託費

人工衛星を利用した高度リモートセンシング技術を石油等の資源探査に活用するための基盤技術を活用するため、人口衛星から得られる画像データの処理解析技術等の研究を実施するための経費。

また、わが国の喫緊の課題である大陸棚延長の可能性のある海域における資源地質調査等を行うため、大水深域を対象とした資源探査技術・データの蓄積を図るための経費。平成18年度は、3テーマを1,998百万円で事業を実施した。

(x) 燃料電池先端科学研究委託費

わが国のエネルギー供給の安定化・効率化、地球温暖化問題（CO₂）・地球環境問題（NO_x、PM 等）の解決、新規産業・雇用の創出、水素エネルギー社会の実現等を図るため、省エネルギー効果、環境負荷低減効果などの優れた特性を有する燃料電池の実用化、普及を目指し、ここで必要とされる次世代の技術革新に貢献する基礎基盤技術を開発するための経費。平成18年度は、1テーマを1,149百万円で事業を実施した。

(xi) 中小企業産業技術調査等委託費

安全・安心な国民生活の実現及び我が国固有技術による国際市場獲得に向けて、計量標準、計測・分析・試験・評価方法及びそれらに係る先端的機器、並びに関連するデータベース等の戦略的・体系的な整備を促進する等知的基盤の整備に資する調査研究及び研究開発等を実施するための経費。平成18年度は、2テーマを72百万円で事業を実施した。

(xii) その他 8テーマ 363百万円

【文部科学省】

(i) 科学技術振興調整費

科学技術の振興に必要な重要研究業務の総合推進調整のための経費。各省庁、大学、民間等既存の研究体制の枠を超えた横断的・総合的な研究開発の推進を主たる目的としている経費。平成18年度は、34テーマを1,884百万円で実施した。

(ii) 科学技術振興費

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」、「防災」の5分野において、文部科学省が設定した課題等に関する研究開発を実施するための経費。平成18年度は、8テーマを336百万円で実施した。

(iii) 原子力試験研究費

文部科学省設置法第4条第67号に基づき、各府省所管の試験研究機関及び独立行政法人における原子力試験研究費を文部科学省に一括計上するものであり、各府省の行政ニーズに対応した試験研究等を実施するための経費。平成18年度は、32テーマを478百万円で実施した。

(iv) その他 2テーマ 335百万円

【環境省】

(i) 地球環境保全等試験研究費（公害防止等試験研究費・地球環境保全試験研究費）

環境省設置法第4条第3号の規定に基づき、関係府省の試験研究機関が実施する公害の防止並びに自然環境の保護及び整備に関する試験研究費を「地球環境保全等試験研究費（公害防止等試験研究費）」として環境省において一括して予算計上し、その配分を通じて国の環境保全に関する試験研究の総合調整を行うための経費。また、地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的視点から計画的かつ着実に研究機関で実施・推進されるべき研究で、地球環境保全等の観点から(1)現象解明・予測、(2)影響・適応策、(3)緩和策、などをテーマとする研究課題を実施するための経費。平成18年度は、25テーマを340百万円で実施した。

(ii) 地球環境研究総合推進費

地球環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して、学際的、省際的、国際的な観点から総合的に調査研究を推進し、もって地球環境の保全に資することを目的としている経費。平成18年度は、11テーマを64百万円で実施した。

(iii) 環境技術開発等推進事業（実用化研究開発課題）

地球環境問題や大気・水環境等への負荷低減のために対応が急がれる環境技術の研究開発であり、研究開発終了後比較的短期間にある程度の実用化が見込めるものを実施するための経費。（環境省一括計上予算）平成18年

度は、1テーマを39百万円で実施した。

【その他省庁】

総務省、農林水産省からの受託を実施した。

1) 国からの外部資金

①【経済産業省】

－産業技術総合研究所委託費－

・石油安定供給技術開発等委託費

【研究題目】石油・天然ガス鉱床探索支援のための高精度質量分析計の開発

【研究代表者】齋藤 直昭

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】三浦 永祐、小山 和義(エネルギー技術研究部門)、鈴木 祐一郎(地圏資源環境研究部門)(常勤職員4名)

【研究内容】

目標、研究計画：

新たなタイプの石油天然ガス鉱床の探索に資するため、石油関連物質等の高度質量分析技術を開発する。具体的な研究内容と目標は、①高性能(最高質量分解能数千以上、測定可能質量範囲上限50万 u/e)かつ小型・卓上サイズの質量分析器の開発、②ガス中の石油関連物質等の分析に関する効率的な導入法やイオン化法の探索である。年度進捗状況：

イオン付着イオン化(Ion Attachment Ionization; IA)・飛行時間(Time-of-Flight; TOF)質量分析装置(IA-TOF)について、質量分離部の性能向上を図るとともに、液状・固体状物質を分析するための試料導入方式の開発を行った。

質量分離部の改造と検出系時間分解能の向上で、質量分解能約5,000を得た。高い質量分解能で、整数質量が同じで精密質量が異なる分子(アイソバー：例えば、ブタンとアセトン)なども直接分析できる。

温度制御型試料導入部の開発を進めた。液体状及び固体状試料加熱時の発生ガス分析では、軽い分子から重い分子まですべての成分(広質量範囲)のリアルタイム・高質量分解能・高質量精度の計測に成功した。

これらにより、IA-TOF装置で、石油・天然ガスなどの有機系物質試料を、前処理無しに迅速・直接に、高質量分解能かつ広質量範囲の質量分析が可能であることを実証した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量分析、飛行時間、フラグメントフリーイオン化、高質量分解能、広質量範囲

・石油生産流通合理化技術開発等委託費

【研究題目】計量標準基盤技術研究

【研究代表者】高本 正樹(計測標準研究部門)

【研究担当者】寺尾 吉哉、嶋田 隆司、土井原 良次、
浦井 章、武田 一英
(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

全国の石油コンビナート等では石油保税メータや石油取引用メータとして数万台の石油用流量計が使用され、

その精度管理に多大な資源、コストを要するため、合理化が強く求められている。そこで、本プロジェクトでは、民間企業の校正設備を用いて石油流量計校正方法の実液検証実験を行い、産総研が所有する世界最高精度の国家流量標準設備を根拠に灯油・軽油である標準流量の校正可能液種をガソリンから重油までの広い粘度範囲に拡大し、また、300 m³/h までの最大流量を600 m³/h まで民間企業の試験設備で標準を拡大することを目的とする。さらに、前述の開発成果と技術調査結果に基づいて、石油流量計校正のための技術基準を策定し、合理的で低コストの校正技術を標準化するとともに、石油流通に必要な標準供給を開始し、長期安定性がありメンテナンスコストの低い高精度現場用石油流量計に関する基礎的な研究と開発することも目的とする。

本プロジェクトの3年目である本年度は、灯油、軽油の国家流量標準設備を利用して石油流量計の流量特性を調査する系統的な試験を行い、高粘度である A 重油への適用粘度範囲の拡張に伴う流量計の特性遷移について調査するとともに、民間企業が所有する校正設備を用いて重油まで液種変更可能な校正方法の開発を行った。また、ガソリンから軽油までの粘度範囲において、民間企業が所有する校正設備を用いて流量範囲拡大のための実証実験を行った。さらに、本プロジェクトで開発したガソリンへの液種拡張技術の妥当性を外国の標準設備を用いて検証した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 石油流量、流量計、トレーサビリティ

・エネルギー需要構造高度化技術開発等委託費

〔研究題目〕 情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発

〔研究代表者〕 奥村 元

(パワーエレクトロニクス研究センター)

〔研究担当者〕 奥村 元 (常勤職員14名、他6名)

〔研究内容〕

各種情報通信機器の省エネルギーは、今後の情報化社会の持続的発展のために極めて重要な課題である。そのキーデバイスである CPU は、今後ますます動作周波数の向上、動作電圧の低圧化が進み、その電源も高速動作が可能で効率よく低電圧大電流を供給できるように CPU と一体化したものとなる。また、CPU 自体にもエネルギー消費を抑えるためにデータの揮発性が要求される。このような CPU 機器のためには、極端に低損失で超高速動作が可能なスイッチング素子や超高密度実装技術、揮発ロジックデバイスなど、現在の技術とは全く異なった技術の開発が必要である。また、ソフトウェアにおいては、コンピュータの中身をソースコードの形でオープンにすることでソフト開発の促進が期待されている。誰でも省電力化や機能追加が容易にできるようになり、組み込み機器開発の容易化、開発期間短縮、低コ

スト化によって高度応用へのハードルが低くなるなど、社会活動の効率化が促進され、大きな省エネ効果が期待できる。

そこで本研究では、情報通信機器/システムの急速な高性能化と普及に伴う消費電力の大幅な増加に対応して、ハードウェアとソフトウェアの両面から省エネルギー技術を開発するものである。特に、省エネルギー効果向上に資するため、消費電力を抑制する機能を持ったオン CPU 電源、ロジック回路とコンピュータシステムのための基盤技術開発を行う。このため、2012年ないしそれ以降に出現することが予想される次々世代 CPU に必要な電力を供給するための、高速・大容量なオン CPU 電源、及び電源を切ってもデータが消失せず、電源オンで高速に動作復帰することを特徴とする揮発ロジックデバイス・回路を実現するのに必要な基盤技術を開発するとともに、中身をオープンにできるコンピュータプラットフォーム及びその開発動作環境を開発整備し、高度な組込機器の省電力化設計を容易化できるように、その普及体制を確立する。

〔分野名〕 環境・エネルギー、情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 省エネルギー、情報通信機器

〔研究題目〕 オン CPU 高速・大容量電源技術開発

〔研究代表者〕 奥村 元

(パワーエレクトロニクス研究センター)

〔研究担当者〕 大橋 弘通、清水 三聡、井手 利英、青柳 昌宏、仲川 博、馬場 哲也、石井 順太郎、清水 祐公子、八木 修一、稲田 正樹、朴 冠錫、高尾 和人、菊地 克也

(常勤職員9名、他5名)

〔研究内容〕

本研究開発では、次々世代の CPU に電力を供給する低消費電力型の高速大容量オン CPU 電源のためのスイッチング素子、実装、熱・電磁計測等の技術開発を行う。具体的には、クロック周波数40~90 GHz の CPU が必要とする、スイッチング周波数が45 MHz 級、出力電圧0.4 V 級、出力電流100 A 級の電源を実現するための基盤技術を開発するために、オン抵抗と接合容量との積 $R_{on} \cdot C$ が極めて低いスイッチングデバイスと、超低インダクタンスバンプレス接続などの超高密度実装技術、超高速の熱・電磁計測技術、電源回路構成技術などを開発する。

本年度は、前年度に構築した電源回路の熱損失及び、フィルタ設計用の回路モデルを活用し、スイッチングデバイス及び、フィルタの損失設計を実施するための設計ツール(シミュレータ)を開発した。DC/DC コンバータの試設計により、当該設計ツールの有効性を確認した。AlGaIn/GaN ヘテロ接合 FET スwitching素子の特性

向上として、サブミクロン級短ゲート長化、ノーマリオフ構造の試作を行った。スイッチング素子フリップチップ実装技術として、電源回路 CPU 一体型実装構造プロトタイプの実作を進め、金属接合形成プロセスの最適化、実装構造内における高速低損失電気パラメータの計測評価などに取り組んだ。さらに、高密度実装回路中の微小領域を対象にした熱電磁解析技術として、熱反射測定における測定波長域の拡大及び、基準試料の開発と評価を行い、配線・電極材料となる金属試料に関するデータの収集と解析を行った。

[分野名] 環境・エネルギー、情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 省エネルギー、情報通信機器、CPU 電源、低損失素子、スイッチング素子、GaN-HFET、高密度実装、局所熱・電磁計測

[研究題目] 省資源低環境負荷型太陽光発電システムの開発

[研究代表者] 近藤 道雄 (太陽光発電研究センター)

[研究担当者] 仁木 栄、坂田 功、川浪 仁志、高遠 秀尚、齊藤 和裕、布村 正太、土井 卓也 (太陽光発電研究センター)、吉田 喜久雄 (化学物質リスク管理研究センター) (常勤職員9名)

[研究内容]

京都議定書の CO₂排出削減目標を達成するためには、100ギガワット級の太陽電池の大量供給が必要となる。しかしながら、原料供給の問題から、現行の結晶シリコン太陽電池の大幅な生産増は望めない。今後、大規模生産可能、低環境負荷かつ省資源な新しい材料及びデバイスに基づく新太陽電池を開発する必要がある。そのためのプロセス技術、材料技術、デバイス技術、評価技術を基盤的かつ基礎的見地から開発を行う。

a) 新規有機色素材料の高速探索と評価

新規有機材料の太陽電池への適合性を評価するために HOMO-LUMO 及び酸化還元電位の測定を行った。

b) 非希少低環境負荷材料を用いた化合物ワイドギャップ太陽電池材料の探索と評価

In の代わりに Fe を用いた Cu(Fe_yGa_{1-y})Se₂ という新しい光吸収層用材料の開発を行った。製膜には多元蒸着法を用い、3段階法によって製膜を行った。III-V 族化合物半導体の研究においては、窒素源として RF プラズマを用いる MBE 成長法を用いて GaPN 系薄膜を形成し、窒素組成を0~6%の範囲で制御する技術を開発した。

c) フォトニックシリコン太陽電池の開発

フォトニックシリコン太陽電池の有用性を光学シミュレーションにより検証し、近赤外領域における光電変換の量子効率が既存のフラットな太陽電池と比較し

て2倍以上増加し、太陽電池効率として最大34%向上することを明らかにした。フォトニックシリコン太陽電池作製用ナノクラスター制御装置を立ち上げ、フォトニック構造の部材となるナノ・サブミクロン粒子の可視化に成功した。

d) 低環境負荷モジュール構造の開発と評価

EVA に含まれる微量添加剤の調査を行い、酸化防止剤、耐候剤、紫外線吸収剤、架橋(助)剤、シランカップリング剤として含まれる具体的物質名を調査し、UV 照射試験を実施した。架橋前、架橋後、UV 照射試験 (526時間) 後の3つの EVA サンプルについて、GC-MS による組成変化の分析を行った。その結果、シランカップリング剤、架橋助剤は架橋後に減少、耐候剤は UV 照射後に減少、紫外線吸収剤は今回の照射時間では僅かに減少が見られた。

e) リスク評価

太陽光発電導入に伴う費用として、将来的に廃棄され、環境に排出される可能性がある鉛による健康リスクと発電コスト増を考慮し、火力発電所からの CO₂ の削減と有害大気汚染物質の窒素酸化物 (NO_x) と浮遊粒子状物質 (SPM) の排出を削減することによる一般住民の健康リスク低減を便益とし、導入の費用効果分析を実施した。また、非シリコン系次世代太陽電池として期待されている CIS 及び CIGS 系化合物薄膜電池に使用されるインジウムについて、将来予想されるヒト健康リスクを推定するため、既存情報を収集し、解析した。

CIGS (銅-インジウム-ガリウム-セレン) の健康リスク評価に関する実験的研究を行った。実験動物として雄ラット79匹を7週齢で購入し、8週齢で実験を開始した。その結果 CIGS の気管内投与により肺障害が引き起こされ、急性毒性の発現を認めた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽電池

[研究題目] 「衛星画像利用技術の高度化研究」グリッドによる高精度画像補正システムの構築の研究 (GEO Grid)

[研究代表者] 関口 智嗣 (グリッド研究センター)

[研究担当者] 土田 聡、中村 良介、山本 浩万、山本 直孝 (常勤職員5名)

[研究内容]

ASTER データに対し種々の補正アルゴリズムが適用できる高精度画像補正システムを構築する。サブテーマ 1.1 「高精度画像補正技術の研究」の補正技術では、一般に公開されているプロダクトよりも格段に高精度の幾何・放射量補正を目標としているため、様々な補正アルゴリズムを組み合わせた大規模な計算が必要である。このためグリッド技術を用いた解析システムを構築する。また、PALSAR データに対しても、サブテーマ1.5

「PALSAR 高度利用技術の研究」の画像化・干渉処理等は、非常に時間のかかる処理であり、さらに、より有効な情報抽出のためには、より高度な処理・解析つまりは大規模な計算が必要とされることが推測されるため、これに対応すべくグリッド技術を用いた解析システムを構築する必要がある。さらに、サブテーマ2.3「東アジア衛星 DEM の研究」で進める東アジア衛星 DEM のような広域のモザイクを作成するには、数十～百テラバイトに及ぶ観測データへの簡便かつ高速なアクセスが必須である。このため、PC クラスタ上の各ノードへの効率的な計算処理割当てや、複数のストレージを単一の記憶媒体のように仮想化するグリッドファイルシステムを活用し、広域モザイク作成するシステムの検討を実施した。

平成18年度は、百テラバイト近くの ASTER L0データ全てをグリッドシステム下に置き、これまでになかった大容量ファイルの一斉処理（基本的な幾何・放射量補正処理）の実現化を図り、また、PALSAR データの基本処理をグリッドシステム下で行うための予備的検証を行った。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 グリッド技術、画像補正、ASTER、PALSAR

〔研究題目〕 燃料電池用クリーンガソリン製造技術の開発

〔研究代表者〕 葭村 雄二（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 坂根 幸治、大井 健太、雪 梅、Ramesh CHITRAKAR（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

本研究は、芳香族低減機能と脱硫機能を具備した水素化精製用貴金属触媒によるガソリンのクリーン化技術及びクリーン化したガソリン中に残存する難反応性硫黄化合物の高度吸着分離技術の2つの要素技術から成り、前者は、エネルギー技術研究部門（つくば）で、後者は健康工学研究センター（四国）で実施する。各要素技術から得られる成果を融合し、平成16～17年の2年間で、芳香族<1 %、オレフィン～0 %、硫黄濃度<1～数10 ppb を達成することを目標にし、最終年度には要求されるガソリン性状に応じたクリーンガソリンを製造できる基盤技術を構築する。

難反応性硫黄化合物の高度分離技術に関しては、固相法により合成した CeY-ゼオライトを加圧成形した粒状吸着剤を用いて、水素化精製したナフサ中に残存する硫黄化合物に対する吸着実験を行った。水素化精製ナフサに含まれる溶存硫化水素と有機硫黄化合物の硫黄濃度は1.67 ppm であった。カラム式吸着実験では、カラム温度200 °Cで、水素化精製ナフサを流速13 h⁻¹で通流した場合、吸着剤の66倍容の水素化精製ナフサの硫黄濃度を0.1 ppm 以下まで低減できた（破過点までの吸着容

量：0.19 mg/g）。また、活性炭を用いたバッチ式吸着実験を行い、元素状硫黄を低減でき、硫化水素を除去できた。水素化精製ナフサ中に残存する微量の硫黄分を吸着除去する方式として、1段目に活性炭を、2段目にCeY-ゼオライトを充填したカラムプロセスを提案した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 燃料電池用ガソリン、超低硫黄、脱硫吸着剤、チオフェン

〔大項目名〕 低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

〔研究代表者〕 原田 晃（環境管理技術研究部門）

〔研究内容〕

産業施設や内燃機関等から排出される有害物質の抑制を図る技術の開発、環境中有害物質を低エネルギー消費で処理することを可能とする技術及びその評価手法の開発、また、プラスチック等を含む廃棄物処理において最終廃棄物や有害物質の発生を最小化し、廃棄物をローコストで再生するための技術開発を行ってきた。本研究は、平成15年度から平成19年度の5年間の研究としてスタートしたが、諸般の事情で平成18年度で終了となった。このため、全体的には順調に進捗したが、統合化及び全体評価までは至らなかった。

NOx・PM 排出抑制技術開発：NOx 除去に関しては、燃料から前年度比5倍の高効率で CO+H₂混合ガスを製造するスパーク放電型プラズマ反応器を開発した。また、製造した CO+H₂混合ガスによる NO 選択還元については、Ba/Ir/WO₃-SiO₂触媒が、低温、高濃度酸素共存下で SO₂の共存・非共存に関係なく高い活性を示すことを見出した。PM 除去に関しては、熱回収（交換）機能、触媒燃焼、フィルタを一体的に組み合わせることにより捕集された PM の焼却を容易にする、熱回収型ディーゼルパティキュレートフィルタ（DPF）の検討を引き続き行った。分割往復型と呼ぶ流量形態の小型器を試作し、性能を調べた結果、PM 捕集率約80 %、熱回収率約80 %の性能が得られ、後者の効果により、PM 焼却に伴う燃費悪化率を2.9 %に抑えることができた。以上のように、NOx、PM とともに、実用システム開発の目途を得ることができた。

VOC 処理技術開発：プラズマ法とオゾン酸化触媒法の複合化の問題点として、プラズマ雰囲気下で必ずしもオゾン酸化触媒が有効に機能するとは限らないことを明らかにした。これまでの結果でゼオライトに吸着した VOC の分解には効果があることから、複合化に際し触媒材料の最適化は不可欠である。また、本研究を通して水蒸気共存下でも有効なオゾン酸化触媒 Mn-USY の開発に成功した。

一方、光触媒法はプラズマ反応器内の発光では十分な光量が得られないことから、新しい展開として太陽光を利用する試みを行った。その結果、低濃度 VOC に対し

ては屋外実験を通して、VOC が除去可能なことを実証した。

廃棄物適正処理システム技術開発：乾式分離では、dual-vortex flow 型の分離機構の採用により、10 μm ～70 μm の任意の粒径で微粒子を事前除去することを可能とし、その後の湿式分離に有効に連結することを明らかにした。そして、ケミカルフリー湿式分離では、水平型分離試験装置の連続供給システムにより、比重の異なる10 μm と50 μm の粒子を比重に関係なく粒径分離できることが明らかとなった。一方、ケミカルフリー油水分離では、全体プロセスの構築を行い、吸着後の油濃度5 ppm 以下、吸着した油の回収率約90 %を維持しつつ繰り返しの処理が可能であることを確かめた。省電力型銅リサイクルプロセスの研究開発に関しては、大型の電解装置でも85～100 %の電流効率と最大で40時間の安定した連続運転を達成し、さらに、実廃プリント基板に対しても99.999 %の高純度の銅回収に成功した。これにより、当プロセスは省電力であるだけでなく高純度の銅を直接回収し得ることを明らかにした。

また、プラスチック処理については、脱塩素装置で脱塩素を行うとともに、油化と脱塩素の一体化装置（日量3トン実証商業器）は設計製作を終えた。炭酸塩共存下における固体炭素と水蒸気との反応では、2～3種の混合炭酸塩で水素の生成速度はさらに増加し、水素生成速度は混合塩の融点が低くなるに従い増加したことから、固体炭素と溶融混合塩及び水蒸気との物理的接触が水素生成に重要であることを明らかにした。

有害物質処理プロセスのエネルギー・環境評価：NO_x（窒素酸化物）を利用したPM（浮遊微粒子）酸化処理について、ディーゼル自動車排ガス処理のDPF装置と担持触媒を実例として、プロセスのエネルギー・物質収支モデルを組み立て、また、各種エネルギー低減効果指標と組み合わせることにより、PM処理性能評価を実施した。この結果、350 K程度の排ガスを675～750 K程度まで上昇させることができれば、排ガス中のNOを35 %～53 %有効にPM酸化剤として利用し、かつ0.90以上の高燃焼率を得ることが可能であり、本プロジェクトで進められている熱交換型PMフィルターの開発は極めて合理性に富んだ優れたものと結論された。また、プロセスから排出される物質の環境影響評価に関して、今年度は電子受容性の大きなトリフルオロ酢酸(CF₃COOH)の凝集特性を実験的に検討した。

また、フッ素系化合物の特徴を調べるため、酢酸(CH₃COOH)、トリフルオロエタノール(CF₃CH₂OH)、エタノール(CF₃CH₂OH)と比較検討した。その結果、CF₃COOHとNa⁺イオンとの相互作用が小さいこと、また、フッ素置換効果により、水中の自己会合が起こりにくいことが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ディーゼル、NO_x、PM、選択還元、触

媒、DPF、アシスト、内部熱交換、VOC、低温プラズマ、オゾン、光触媒、廃棄物、分離、プラスチック、熱分解、金属、リサイクル、エネルギー評価、環境評価

【大項目名】低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

【中項目名】NO_x・PM排出抑制技術開発

【研究代表者】浜田 秀昭（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】浜田 秀昭、藤谷 忠博、菊川 伸行、佐々木 基、羽田 政明、中村 功、千葉 晃嗣、小淵 存、大井 明彦、内澤 潤子、難波 哲哉、中山 紀夫、益川 章一、飯島 広子
（常勤職員11名、他3名）

【研究内容】

NO_x除去に関しては、低温プラズマによる燃料からのCO+H₂混合ガス製造と、これを還元剤として用いるNO選択還元触媒の開発について検討した。混合ガス製造においては、スパーク放電型プラズマ反応器を開発し、前年度の5倍の高エネルギー効率でCO+H₂混合ガスを得ることができた。NO選択還元触媒の開発においては、Ir/SiO₂系触媒について検討した。CO単独還元剤に対するH₂の添加効果を調べたところ、Ba/Ir/WO₃-SiO₂触媒では混合還元剤によって250℃以下でのNO還元率が大きく向上し、高い低温活性が得られることがわかった。高濃度酸素共存下でも混合還元剤が有効であった。H₂は還元剤として働いているのではなく触媒活性点の維持に効果があるものと推定している。さらに本触媒はSO₂の共存・非共存に関係なく高いNO転化率が得られ、幅広い排出ガスに適用できることが明らかとなった。

PM除去に関しては、ディーゼル車から排出される粒子状物質(PM)を、燃費をあまり犠牲にすることなく大幅に除去できる新技術として、熱回収(交換)機能、触媒燃焼、フィルタを一体的に組み合わせることにより捕集されたPMの焼却を容易にする、熱回収型ディーゼルパティキュレートフィルタ(DPF)の検討を引き続き行った。分割往復型と呼ぶ流量形態の小型器を試作し、その性能を調べた結果、熱回収率約80%の性能が得られ、補助加熱源として濃度1～1.5%のCO(あるいはH₂)を用いることにより約100℃の低温排ガスをフィルタ部で500～600℃にまで昇温し、捕集されたPMを焼却することができた。また、この効果により、PM焼却を間欠的に行った場合の燃費悪化率は2.9%に抑えられた。なお、PM捕集率は約80%であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ディーゼル、NO_x、窒素酸化物、選択還元、水素、一酸化炭素、担持触媒、プラズマ、熱回収、内部熱交換、粒子状物

質、PM、DPF

〔大項目名〕低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

〔中項目名〕VOC処理技術開発

〔研究代表者〕竹内 浩士（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕尾形 敦、根岸 信彰、佐野 泰三、永長 久寛（常勤職員4名）

〔研究内容〕

本研究では、低温プラズマ法、光触媒法、オゾン酸化触媒法の長所を有機的に結合させた次世代型VOC処理技術の開発を行う。今年度は、プラズマ法とオゾン酸化触媒法に関しては、複合化に伴う問題点の抽出、当該技術の高効率化の検討を行い、光触媒法に関しては、前者の技術との複合化が難しいことから、個別技術としての新しい方向性を探った。

（プラズマ法とオゾン酸化触媒法の複合化における問題点の抽出）：複合化に際し、オゾン酸化触媒法に有効な触媒が、実際にプラズマ雰囲気下でオゾンをも有効に活用できるかを検証した。その結果、十分なオゾンが生成してもプラズマ反応器内に置かれたオゾン酸化触媒は、プラズマ照射下で必ずしも本来の機能を発現できないことが明らかになった。

（オゾン酸化触媒法の高度化）：担持Mn酸化物を触媒として種々の条件下でベンゼンの酸化反応を行い、以下の結論を得た。i）疎水性ゼオライトへ酢酸マンガンを含浸担持することにより、単核のMn種を得ることができた。ii）これらの触媒は、水蒸気共存下、室温においても活性を維持することができた。

（光触媒法の新展開）：直立型光触媒反応装置を試作し、極小面積で最大の効果を得る光触媒反応システムの検討を行った。その結果、濃度5ppm、流速1.5L/minのトルエンを冬場には80%以上、夏場には完全に分解・除去できた。また、本装置の長期安定性を確認するため、夏から冬にかけて5ヶ月間連続運転を行ったが、光触媒能力は太陽光強度にのみ依存し、光触媒活性の劣化は認められなかった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕プラズマ、光、オゾン、触媒、揮発性有機化合物

〔大項目名〕低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

〔中項目名〕廃棄物適正処理システム技術開発

〔研究代表者〕小林 幹男（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕田中 幹也、大木 達也、小山 和也、石田 尚之、大石 哲雄、小林 悟、小寺 洋一、加茂 徹、菊川 伸行（常勤職員9名）

〔研究内容〕

使用済み製品のリサイクル残さの適正処理及びリサイクル技術を確立するため、有用物質を高効率、低環境負荷で分離回収することが可能なケミカルフリー粒子分離プロセス、放電やマイクロ波照射により、有害物質の発生抑制と約40%の省エネルギーを目指すプラスチックリサイクルプロセスを開発するとともに、有用金属の電解採取にかかる電力を1/2に削減する省エネルギー型金属再生システムを構築することを目標とする。本年度は、乾式分離では、湿式分離で処理すべき微粒子群を、バイパス型カラム風力選別機投入前に取り除いておくための補助乾式分離装置の検討を実施した。その結果、dual-vortex flow型の分離機構の採用により、10 μm ～70 μm の任意の粒径で微粒子を事前除去することが可能となった。ケミカルフリー湿式分離では、水平型分離試験装置の連続供給システムを新規に試作、連続供給槽中の粒子運動解析を実施し、対流の影響を最小限にする分離槽形状の改良を行った。その結果、連続供給式装置において、比重の異なる10 μm と50 μm の粒子を比重に関係なく粒径分離できることが明らかとなった。ケミカルフリー油水分離では、全体プロセスの構築を行い、吸着材表面分子の種類と分子量を選択・調整することによって、油吸着・油回収の分岐温度が調整可能であることが分かった。油吸着と回収を組み合わせたバッチ式全体プロセスでは、吸着後の油濃度5ppm以下、吸着した油の回収率約90%を維持しつつ繰り返しの処理が可能であることを確かめた。また、昨年度に引き続き、省電力型銅リサイクルプロセスの研究開発を行った。これはアンモニアアルカリ性の水溶液を用いる湿式プロセスであり、この特長は、従来法の硫酸銅-硫酸水溶液からの銅電解採取法と比較して大幅な省電力化が期待できる点である。本年度は電解採取工程を中心に検討を行い、当プロセスに適した陽極の開発と流動条件下及び大型の電解槽での電解を行った。試作した陽極を用いて流動条件下で電解を行ったところ、流速とともに電流効率が増加する傾向が確認された。データを解析したところ、これは陽極室で生成した2価銅イオンの一部が陰極室に流れ込むことに起因することが判明した。これらの結果をもとに容量が2L程度の比較的大型の電解装置で電解を行ったところ、85～100%の電流効率と最大で40時間の安定した連続運転を達成した。さらに、実廃棄物として廃プリント基板を用い、当プロセスによる銅回収を試験的に行った結果、最大で99.999%の高純度の銅回収に成功した。これにより、当プロセスは省電力であるだけでなく高純度の銅を直接回収し得ることを明らかにした。また、プラスチック処理については、塩化水素脱離温度を調べ、脱塩素装置で脱塩素を行った。一定温度維持のためにバーナー運転に経験的要素が必要とされた。油化と脱塩素の一体化装置（日量3トン実証商業器）は設計製作を終えた。炭酸塩共存下における固体炭素と水蒸気との反応では、反応温度700 $^{\circ}\text{C}$ で消失した炭素の約2倍モルに相

当する水素と同モル量の二酸化炭素が生成し、メタンや一酸化炭素が極少量検出された。水素の生成速度は、各種炭酸塩により数倍程度に増加し、炭酸塩の触媒作用が明らかになった。2~3種の混合炭酸塩で水素の生成速度はさらに増加し、水素生成速度は混合塩の融点が低くなるに従い増加したことから、固体炭素と熔融混合塩及び水蒸気との物理的接触が水素生成に重要であることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物、リサイクル、金属、プラスチック

【大項目名】低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

【中項目名】有害物質処理プロセスのエネルギー・環境評価

【研究代表者】清野 文雄（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】山崎 章弘、多島 秀男、脇坂 昭弘、小原 ひとみ（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

NO_x（窒素酸化物）を利用したPM（浮遊微粒子）酸化処理について、ディーゼル自動車排ガス処理のDPF装置と担持触媒を実例として、プロセスの物質収支モデルを平衡論の立場から組み立て、また、各種エネルギー低減効果指標と組み合わせることにより、PM処理性能評価を実施した。PM酸化過程に寄与するNO₂量は、NO酸化過程によって決定されるので、この2過程に分けたモデルを構築した。

モデル計算の結果、NO酸化過程に関して、1) 温度700 KでNO転換率(NO₂/NO_x値)が最大になること、2) 低温側は反応速度支配であり、反応速度支配から平衡支配への転換点付近が、NO₂を高くする至適温度帯となること、3) O₂濃度が上昇するにつれてNO₂/NO_x値は増加するが、1%以上になるとNO₂/NO_x値に大きな変化が見られなくなること、したがって、O₂濃度が過剰になるディーゼル排ガスにおいては、O₂がNO酸化に大きな影響を及ぼすことはないこと、を明らかにした。PM酸化過程に関しては、1) 温度770 K付近でPM燃焼率が最大となること、2) PM濃度増加とともにPM燃焼率は低下すること、3) 比較的PM量が高い場合においても概ね温度帯700~800 Kを維持できれば0.90以上の高燃焼率となることを明らかにした。以上のエネルギー環境影響評価の結果、350 K程度の排ガスを675~750 K程度まで上昇させることができれば、排ガス中のNOを35%~53%有効にPM酸化剤として利用することが可能となり、かつ0.90以上の高燃焼率を得ることができると結論された。

また、プロセスから排出される物質の環境影響評価に関して、これまでに、事業所から下水道への排出移動量が多いN,N-ジメチルホルムアミド(DMF)とエチレンジ

リコール(EG)の淡水・海水中の凝集特性について検討し、Na⁺イオンとの相互作用によって、海水中で凝集度が大きくなることを示唆した。DMFとEGはともに電子供与性が大きい化合物であるので、今年度は電子受容性の大きなトリフルオロ酢酸(CF₃COOH)の凝集特性を実験的に検討した。また、フッ素系化合物の特徴を調べるため、酢酸(CH₃COOH)、トリフルオロエタノール(CF₃CH₂OH)、エタノール(CH₃CH₂OH)と比較検討した。その結果、CF₃COOHとNa⁺イオンとの相互作用が小さいこと、また、フッ素置換効果により、水中の自己会合が起こりにくいことが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギー評価、環境評価、エネルギー低減効果指標、物質収支モデル

【大項目名】情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発

【中項目名】省エネ型コンピューターシステム開発

【研究代表者】戸田 賢二（情報技術研究部門）

【研究担当者】戸田 賢二、片下 敏宏、堀 洋平（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

FPGAを用いた、ハードウェアとソフトウェアがソースレベルでオープンな、組込機器開発環境を開発・整備し、その活用実証例として、10 Gbpsに対応できるネットワーク攻撃防御装置と、スーパーハイビジョンに対応し複数の映像を自由に表示できるバーサタイルメディアディスプレイの開発を行った。また、成果普及活動の一環として「組込技術とネットワークに関する研究会(ETNET2006)」を開催した。

【分野名】情報通信

【キーワード】FPGA、組込機器開発環境、ネットワーク攻撃防御装置、バーサタイルメディアプロセッサ、ETNET2006

【大項目名】情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発

【中項目名】低エネルギー消費型デバイスの研究開発

【研究代表者】酒井 滋樹

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】酒井 滋樹、高橋 光恵、齊藤 丈靖、原市 聡（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究では、情報通信エレクトロニクス機器の高度化と普及に伴う消費電力の大幅な増加に対応して、低エネルギー消費型のデバイス技術を開発する。特に、省エネルギー効果向上に資するため、電源を切ってもデータが消失せず、電源オンで高速に動作復帰することを特徴とする不揮発ロジックデバイス・回路のための基盤技術を

開発する。当該年度は、民生用半導体素子の使用上限温度の指標である85℃の温度環境で良好なデータ保持特性（測定期間：2日間）を有する FeFET の開発に成功した。論理演算と記憶動作を切り替える不揮発ロジック回路の基本概念を提示し、一例として FeFET の相補型構成による NOT 回路を作製し、切り替えの基本動作を実証した。ゲートの微細化のために、電子ビーム露光技術を取り入れゲート長0.8 μm の自己整合ゲート FeFET を試作した。

FeFET の実用化のためには、温度が上昇した環境での特性を明らかにすることが重要である。

Pt/SrBi₂Ta₂O₉/Hf-Al-O/Si のゲート構造を持つ p チャネル型 FeFET を作製し、27℃、48℃、60℃、73℃、85℃における p チャネル FeFET の I_d-V_g 特性を測定した。温度とともにメモリウィンドウは狭まる傾向はあるが、85℃においても1.15 V の十分なウィンドウ幅を保持した。p チャネル型 FeFET の85℃でのデータ保持特性を2日間測定した。ゲート電圧-5 V、5 V でそれぞれオン状態、オフ状態を書き込んだ後、ゲート電圧をゼロに保ちデータ保持特性を測定した。オン状態とオフ状態のドレイン電流比は2日経過後も約10⁴と十分大きかった。以上の結果から、作製した FeFET は85℃においても不揮発記憶素子として働くと結論できる。

FeFET で相補型論理回路を構成し、各 n 及び p チャネル型 FeFET のゲート-基板領域間に印加する電圧の大きさと印加タイミングを制御することによって、論理演算状態と記憶書込み状態と不揮発記憶保持状態を電気的に切り替える不揮発ロジックを考案した。これにより、不揮発記憶保持用途の電界効果トランジスタと、論理演算用途の電界効果トランジスタの製造工程を別々に設けることなくこれらの電界効果トランジスタを同一半導体基板上に同一構造に作製できる。当該年度は、この不揮発ロジックの基本回路として FeFET で構成された相補型 NOT 論理回路を作製した。すなわち、同一のシリコン基板上に p 型領域と n 型領域を設け、それぞれの領域内に n チャネル型と p チャネル型の FeFET を形成し、それらのドレイン端子間とゲート端子間を接続し、NOT 回路を作製した。n チャネル型 FeFET のソース端子には電源電圧として V_{Low} = -1 V を、p チャネル型 FeFET には電源電圧として V_{High} = +1 V を与えゲート電圧入力に±1 V を与えたところ、ヒステリシスの無い通常の論理演算 NOT 動作を示しているのに対し、ゲート電圧入力に±5 V を与えると、ヒステリシスを持った記憶書込み動作を示した。これは回路の論理演算動作と記憶書込み動作の切り替えが正しく行われたことを示している。

半導体集積回路への応用に際して、FeFET のゲート長微細化は必須である。ゲート長2 μm 以上の FeFET については光学露光技術を用い不揮発記憶保持特性が良好であることを我々が既に実証済みである。本年度はゲ

ートパターン形成に電子ビーム露光法を取り入れ、0.8 μm のサブミクロンゲート長を持つ p チャネル型自己整合ゲート FeFET を作製し、電気的特性を評価した。作製した p チャネル型自己整合ゲート FeFET は良好なドレイン電流特性を示した。

【分野名】情報通信

【キーワード】不揮発素子、不揮発ロジック、強誘電体 FET

・エネルギー使用合理化技術開発委託費

【大項目名】ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

【研究代表者】島田 広道（環境化学技術研究部門）

【研究内容】

化学産業における抜本的な省エネルギー化を実現するためには、反応工程や分離・濃縮工程等の単なる改良ではなく、新規な媒体や触媒、あるいは分離手法、さらにはそれらを組み合わせた革新的な化学プロセスの開発を目指す必要がある。そのため、本研究では以下の3分野において特に重要と考えられる課題に取り組む。a) 省エネルギー型グリーンプロセスとして、ハロゲン系薬剤を用いない新しい省エネ型漂白技術の開発、蒸留に代わる新しい分離膜や吸着剤を用いる分離・濃縮方法の開発、汎用化成品の製造技術として最大の生産量（20%以上を占める）を有する酸化反応の省エネルギー・省資源化を目指した、気相一段エポキシ化や膜反応器による直接水酸基導入プロセス等の開発、ホスゲン代替としての二酸化炭素利用技術の開発などに取り組む。また、b) 革新的化学プロセス技術開発として、効率的な膜型反応器の開発により省エネルギー効果の大きな革新的化学プロセスの実現を目指す。さらに、c) 低環境負荷及び省エネルギー性に優れた大型冷凍機用の候補化合物の評価と選択を行う。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、省資源、革新的化学プロセス

【大項目名】ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

【中項目名】省エネルギー型グリーンプロセス研究開発

【研究代表者】島田 広道（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】島田 広道、原谷 賢治、溝口 敬信、藤原 一郎、内丸 祐子、須田 洋幸、原 重樹、向田 雅一、吉宗 美紀、柳下 宏、榊 啓二、根岸 秀之、中岩 勝、大森 隆夫、遠藤 明、山本 拓司、佐藤 一彦、坪田 年、阪東 恭子、三村 直樹、伊達 正和、大山 茂生、坂倉 俊康、安田 弘之、

崔 準哲、大内 秋比古
(常勤職員26名)

【研究内容】

目標及び研究計画：

化学産業における抜本的な省エネルギー化を実現するためには、化学製品の最終処理、反応物・生成物の分離・濃縮、化学プロセスにおける反応の各工程について、根元的課題を抽出し、その解決策を見出すことが最も有効である。本研究開発では、上記各項目について以下の目標を掲げる。(1)化学製品の最終処理として、セルロース系天然高分子の漂白を取り上げて、ハロゲン系薬剤を用いない新しい環境調和型省エネルギー漂白技術を開発する。(2)反応物・生成物の分離・濃縮では、化学プロセス全体の60%~70%のエネルギーを消費する蒸留に代わる新しい技術として分離膜や吸着剤を用いる省エネルギー的方法を開発する。(3)化学プロセスについては、汎用化成品の製造技術として最大の生産量(20%以上を占める)を有する酸化反応の中で、難度は高いが省エネルギー・省資源効果の大きい反応を取り上げ、それらを高選択的に進めることのできる革新的触媒を開発する。また、(4)ホスゲン代替として二酸化炭素利用技術を開発する。

平成18年度進捗状況：

(1) 省エネ型光漂白技術の研究開発

針葉樹機械パルプの非ハロゲン型漂白を、室温での光還元漂白と光酸化還元漂白について各種薬剤とエキシマレーザーを用いて検討し、その最適条件を従来型光源に置き換える検討をした。その結果、低圧水銀灯やブラックライトを用いる光還元漂白により従来法以上の漂白効果が得られることが判った。

(2) 新規材料を用いた分離・濃縮技術の研究開発

新規有機-無機複合プロセスにおいて、従来よりさらに膜厚を薄くした、応力緩和空間層を有する水素選択透過性パラジウム系薄膜の成膜条件を見出した。安価なポリフェニレンオキシド(PPO)誘導体を原料とする自立型中空糸状の新規分子ふるい炭素膜について、製膜条件及び焼成条件を詳細に検討することにより、欠陥がなく酸素分離性能の高い炭素膜を作製する手法を開発した。また、この分子ふるい炭素膜のモジュール化を行い、モジュールでも高分離性を示すことを確認した。新規カーボン系吸着剤として期待されるカーボンクライオゲルを膜状に成形する方法を開発し、カーボンクライオゲル膜のメソ細孔特性を制御する手法を構築した。泳動電着法でランタンコバルタイト粒子を電着、焼結させることによる管状の緻密酸化物薄膜作製法の開発において、緻密な電着膜を作製するための電着機構の解析と、焼結膜のクラックを抑制するための中間層の形成効果について検討を行った。

(3) 高選択性酸化触媒の研究開発

気相一段エポキシ化に関して、水素と酸素を用いる

反応プロセスの安全性と反応効率の同時の向上を目指し、触媒膜反応プロセスの開発を行った。全てのAu/チタノシリケート触媒系で、高い選択性を維持したまま、転化率が従来プロセスに比べ2倍以上向上する結果が得られた。一方、触媒開発では、Au/マイクロ・メソ細孔ハイブリッド多孔体チタノシリケート触媒が、原料転化率と触媒寿命の両方を向上させることが確認できた。

シクロヘキセン等からのアジピン酸の直接合成においては、反応条件、相間移動触媒系をさらに工夫して、有機溶媒を用いずに昨年度の2倍程度の活性を有する高活性触媒系を開発した。100 gスケールの反応でも収率80%以上でアジピン酸を得ることに成功した。シクロヘキサノール、シクロヘキサノンから過酸化水素を酸化剤とするアジピン酸合成でも、昨年度の2倍程度の活性を有し、3回使用にも耐える高活性触媒系を見出した。

(4) ホスゲン代替としての二酸化炭素利用技術の研究開発

メタノールと二酸化炭素からの炭酸ジメチル合成において、スズ(Sn)錯体触媒と酸性添加物による複合触媒を用いることにより、従来の生産速度(9.8 mg/h、20 mLの反応容器を基準)よりも大幅に高い生産性(255 mg/h)を達成した。また、クラウンエーテル及びオリゴエチレングリコール類がチタンに配位し、チタンメトキシド触媒が反応溶液に溶解することで高い触媒活性が得られることを示した。さらに、固体触媒であるZrO₂に対し、極少量の酸性助触媒を添加することで、DMC収率を大幅に向上させることに成功した。例えば、ZrO₂触媒(0.5 g、4 mmol)のみでのDMC収率は7.5%(アルコール基準)であるのに対し、酸性化合物としてSc(OTf)₃をわずか4 mmol添加した系でのDMC収率は40.5%(アルコール基準)となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ハロゲンフリー光漂白、分離・濃縮、選択性酸化触媒、二酸化炭素

【大項目名】ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

【中項目名】革新的化学プロセス技術開発

【研究代表者】水上 富士夫

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】水上 富士夫、鈴木 敏重、横山 敏郎、

松永 英之、清住 嘉道、花岡 隆昌、
角田 達朗、濱川 聡、蛭名 武雄、
和久井 喜人、川合 章子、

長瀬 多加子、佐藤 剛一、池田 拓史、
西岡 将輝、長谷川 泰久、伊藤 徹二、
井上 朋也、生島 豊、林 拓道、

伯田 幸也、倉田 良明、川波 肇、
白井 誠之、佐藤 修、日吉 範人、
金久保 光央、相澤 崇史、
Tanaka Alfredo、芹生 章典、
Sherif El-Safty、葉 淑英、
夏井 真由美、推野 敦子、
Islam Nazrul、Shervani Zameer、
根元 秀実、(常勤職員28名、他9名)

[研究内容]

1. 目標

エネルギー多消費型プロセスでありながら革新が遅れてきた、芳香環への水酸基導入等を可能にする膜型反応器の開発を行う。膜型反応器の安定した作製技術、膜や膜素材の大量生産技術、配管接続部のシール・漏洩技術の不足が実用化阻害の一因であり、それを克服する技術開発を実施する。さらに、触媒調製から有機合成まで、水と二酸化炭素を溶媒として有害物質を一切使わない環境調和型プロセス開発にも取り組む。

2. 研究計画

本研究では、(1)水素や酸素を選択的に透過・活性化する無機系膜の開発、(2)膜型反応器の開発、(3)反応への適用と芳香族アルコール合成への最適化、さらに、(4)反応膜素材創製プロセス技術として、水と二酸化炭素を反応場として用いるナノ粒子触媒創製技術と、それによる膜型触媒反応器の開発を実施する。これにより、環境調和型の革新的化学プロセスの構築を目指す。

3. 平成18年度進捗状況

Pd 膜ではイットリア安定化ジルコニアのシングルナノ粒子 (4~6 nm) の流通式水熱合成法を見出し、膜基材にこの安定化ジルコニア (YSZ) を用いることで、Pd-Ag 合金膜、pore-filling 膜の600 °C、90時間超の高温耐久性を達成した。また、触媒・触媒担体として代表的なγアルミナナノ粒子 (5~8 nm)、及び、分散性の高いアルミナゾルの一段合成に成功した。開発した Pd 膜や酸素イオン-電子混合導電体膜を用い、メチルシクロヘキサンの脱水素やトルエンの酸化が良好に進行することを確認した。さらに、Ag-Sr 触媒担持膜による酸素の直接活性化手法を開発し、50 %の選択性でプロピレンから直接プロピレンオキサイドを得ることに成功した。周辺技術として、膜反応器のシール技術として層状珪酸塩を用い、耐熱、耐薬品、取扱性の点で実用化段階に近いガスバリアー膜を開発した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 膜利用技術、グリーンプロセス、水素選択透過膜、超臨界二酸化炭素、膜型触媒反応器、有機合成、触媒、シングルナノ粒子

[大項目名] ミニマム・エネルギー・ケミストリ研究開発

[中項目名] 高効率冷媒合成・利用技術

[研究代表者] 関屋 章 (環境化学技術研究部門)

[研究担当者] 関屋 章、田村 正則、権 恒道、
水門 潤治、徳橋 和明、杉江 正昭、
内丸 忠文、陳 亮、高橋 明文、
滝澤 賢二 (常勤職員10名)

[研究内容]

目標：

大型のターボ式冷凍機用冷媒として CFC-11に代わり HCFC-123が使用されて来たが、HCFC-123はモントリオール議定書により規制され、これに代わる優れた代替物はまだ見つかっていない。そこで、候補化合物の評価とそれらの比較検討から低環境負荷並びに省エネルギー性を反映した指標を提案し、これに基づいて大型冷凍機用代替冷媒を選択することを目指す。

研究計画：

環境への負荷が低い代替冷媒の選択に必要な基礎的研究として、種々の化合物の環境影響評価、燃焼性等の安全性評価、及び物性評価に関する知見の蓄積、その予測手法の開発、候補化合物の合成法の検討を行う。これらの知見に基づき化合物を総合的に評価して環境への負荷の低い大型冷凍機器用冷媒の選択指針の提案、化合物の選択を行う。

平成18年度進捗状況：

評価対象化合物について、冷媒の選択に必要なデータの取得を進めた。環境影響評価では、OH ラジカルとの反応速度について絶対速度法で3化合物の測定を行うとともに、計算科学的予測手法では MP-SAC2法での推算地の信頼性の確認、並びにニューラルネットワークのアルゴリズムの改良と1化合物についての予測を行い、大気寿命を求めた。燃焼性評価に関しては、燃焼速度について1化合物の測定を行った。さらに、評価対象化合物の1つについて、新たな合成ルートでの合成を試みた。大型冷凍機用冷媒候補化合物の絞り込みについて検討を進め、安全性の観点から候補化合物を3化合物に絞り込み、基本物性の測定を進めた。また、その一部については熱力学特性も測定した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 代替物、冷媒、大型冷凍機

[大項目名] 超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発

[中項目名] 超低損失電力モジュール技術開発

[研究代表者] 荒井 和雄

(パワーエレクトロニクス研究センター)

[研究担当者] 荒井 和雄、奥村 元、福田 憲司、
西澤 伸一、清水 三聡、沈 旭強、
田中 保宣、石田 夕起、加藤 智久、

小杉 亮治、先崎 純寿
(常勤職員15名、他3名)

【研究内容】

SiC パワー素子を用いた電力変換器のプロトタイプ実証に向けたウエハ、プロセス、デバイス、モジュール化の基盤技術がほぼ確立した。試作実証については、平成18年度7月から3年間の予定で開始された NEDO プロジェクト「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術」の中で、さらなる要素技術の高度化とともに進めている。パワーモジュール実装技術開発については、本研究課題で開発したインバータ設計手法を実用に耐えるレベルまで CAD 化することができた。それによって上記プロジェクトにおいて、ワイドギャップ半導体パワーデバイスを用いた場合のインバータの高パワー密度化の極限を明確化する課題に活用できる見通しを得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】SiC、パワーモジュール、パワーMOSデバイス、オン抵抗

【大項目名】エネルギー使用合理化技術開発委託費

【中項目名】省エネルギーLSI システム技術開発

【研究代表者】鈴木 英一

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】鈴木 英一、柳 永勲、昌原 明植、遠藤 和彦、松川 貴、大内 真一、金丸 正剛、長尾 昌善

(常勤職員8名)

【研究内容】

目標：

ディスプレイを中核とするマンマシンインターフェース技術は IT 社会の必須になってきており、その省エネルギー化技術開発が強い社会要請になっている。

本研究では、従来ディスプレイの1/10以下に相当する0.1 W 以下の消費電力を可能にする自発光型オンチップディスプレイ装置を構築するための、基盤技術を開発することを目標とする。また、ディスプレイ周辺集積回路での低消費電力化も同時に進める必要があり、本研究では、ダイナミックパワー制御型集積回路を構築するための基盤技術を開発することも目標とし、高度 IT 社会を省エネルギー型社会で実現することを目標とする。

研究計画：

自発光型オンチップディスプレイ、ダイナミックパワー制御型低消費電力集積回路を同一チップ上に混載するための基盤技術を開発し、プロトタイプでの実証を行う。年度進捗状況：

自発光オンチップディスプレイ技術では、ダイナミックパワー制御型低消費電力集積回路との融合を目的とし、ディスプレイ用エミッタ素子の駆動電圧を10 V 以上低減するエミッタ低温先鋭化技術を新たに開発し特許出願するとともに、プロトタイプ試作に向けて障壁となった

プロセス上の問題点の数々を解決し自発光オンチップディスプレイ基盤技術を確立した。また、開発した技術を用いた場合に従来型ディスプレイと比較して1/10程度の低消費電力化が可能である見通しを得た。

ダイナミック制御低消費電力 LSI 技術では、X MOS デバイスの CMOS 化インテグレーション技術として、TiN メタルゲート、フィンチャネル高、フィン数制御、非対称ゲート絶縁膜などの CMOS 回路基本技術を構築し、X MOS CMOS インバータ動作にも成功した。4T-X MOS デバイスでは、試作した CMOS インバータで、一方のゲートでしきい値制御する4T 動作によって、動作点を変えることなく貫通電流を自由に制御できることを確認した。このことは、4T-X MOSFET で制御回路の消費電力を制御できることを実験的に示したものである。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】オンチップディスプレイ、ダイナミックパワー制御、低消費電力化、エミッタ素子、4T-X MOS デバイス

【大項目名】次世代分散型エネルギーシステム基盤技術研究開発

【中項目名】燃料電池用クリーン燃料製造のための支援技術開発

【研究代表者】葭村 雄二 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】葭村 雄二、鳥羽 誠、三木 康朗、伊藤 秀幸、斎藤 郁夫、佐藤 信也、矢津 一正、松村 明光、村田 和久、斉藤 昌弘、高原 功、稲葉 仁、リンシェン・ワン

(常勤職員9名、他4名)

【研究内容】

燃料電池用クリーン燃料を石油精製プラントにおいて製造するために、ガソリンやナフサから低芳香族 (芳香族含有率<1%)、サルファーフリー (硫黄濃度<1 ppb レベル) 及びオレフィンフリーの燃料電池用クリーンガソリンを製造できる新規石油精製触媒技術及び分離精製技術などの支援技術開発を行っている。さらに、ガソリン性状が水素製造用改質触媒等の性能や耐久性に及ぼす影響を解明し、燃料電池用クリーンガソリンの品質基準の確立を支援している。水素化精製触媒技術によるクリーンガソリン製造技術の開発では、芳香族低減機能と脱硫機能を具備した水素化精製用貴金属触媒 (Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト系触媒) を開発し、芳香族<1%、オレフィン~0%、硫黄濃度<1 ppm のクリーンガソリンを安定的に製造できる基盤技術を構築した。また、水素化精製したナフサ中の残留硫黄を ppb レベルまで低減可能な、活性炭-CeY ゼオライトの2段階吸着処理カラムプロセスを提案した。酸化反応・吸着分離を組み合わせた完全脱硫技術の開発では、ガソリン、ナフ

サ中に含まれる硫黄化合物の過酢酸による酸化法、及びシリカゲル-DME を用いた分離法を開発し、長期にわたり硫黄濃度1 ppb 程度のナフサを製造する完全脱硫プロセスの概念を構築した。さらに、クリーンガソリンの品質基準のための基盤技術開発では、3.8 ppm の硫黄と37 wt%の芳香族化合物を含有する難易度の高いプレミアムガソリンの改質用触媒を開発し、600時間以上の耐久性を実証し、改質原料の品位と改質触媒及び反応条件の関係を明らかにできた。脱硫処理等を行ったクリーンガソリンを改質原料に用いれば、改質触媒のさらなる長寿命化が可能であることを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池用燃料、クリーンガソリン、水素化精製触媒、酸化脱硫、吸着分離、水素製造、改質触媒

【大項目名】次世代型分散エネルギーシステム基盤技術研究開発

【中項目名】固体酸化物形燃料電池の高性能化のための支援技術開発

【研究代表者】横川 晴美（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】横川 晴美、山地 克彦、堀田 照久、酒井 夏子、Manuel E. Brito、岸本 治夫、嘉藤 徹、根岸 明、加藤 健、天野 雅継、門馬 昭彦、田中 洋平、高橋 三餘、高本 正樹、寺尾 吉哉、中尾 晨一、土井原 良次、遠藤 栄一、富田 衷子
(常勤職員19名、他10名)

【研究内容】

燃料多様化・材料に関する研究では、ニッケル-ScSZ アノードを用い、灯油主成分(n-ドデカン)を水蒸気とともに導入して120時間以上の内部改質発電に成功した。今後、芳香族や硫黄等副成分の影響を検討することが課題として残された。炭素析出反応解析では、水蒸気量の影響、モデル電極界面を用い炭素析出反応の活性点分布視覚化など新しい解析手法を提唱した。インターコネクト用 Fe-Cr 系合金について、SOFC 模擬雰囲気下の酸化挙動を検討し、酸化皮膜生成と抵抗の推移を予測可能にし、アルカリ金属が異常酸化原因であることを明らかにした。また、材料伝導度の精密評価法及び直流分極法による、電子・ホール電導度の評価法を確立した。発電特性解析に関する研究では、2種類の1 kW 級 SOFC システムに対して、自動制御モードとマニュアルモード下でインピーダンス測定を行い、等価回路によるシステムモデルを構築し、負荷変動に対する SOFC システム応答性評価方法を確立した。また部分改質したメタンをシールレス円盤型 SOFC に供給した場合に対してアノード各部のガス組成分析を行い、実験結果よりセル内部改質特性、ガス流れ等をモデル化し、内部改質特性評価方

法を開発した。これらを用いて負荷変動に対する応答性、部分負荷時の効率低下等を推定し、実用的なシステムを開発する際の実験課題を整理した。規格標準化研究では市販マスフローメータの水素評価試験を行った。繰り返し性は良好であるが、標準値から最大で9 %程度の偏差が確認され、各社の標準器が国家標準からのトレーサビリティを確保することの重要性が示された。コリオリ流量計について、変換機の改良と形状、材料の適性確認を行った。SOFC と熱機関のハイブリッドシステムの研究では、スターリングエンジンの高温熱交換部フィンに活性成分 Pd を担持した触媒燃焼法を試みた結果、膨張空間温度が500 °C以上では、CO 及び NOx の排出濃度は十分低く、ハイブリッドシステムに使用できる見通しが得られた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池、燃料多様化、劣化挙動、規格・標準化、発電特性解析、ハイブリッドシステム

【大項目名】次世代型分散エネルギーシステム基盤技術研究開発

【中項目名】新規水素貯蔵材料開発のための支援技術開発

【研究代表者】秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】秋葉 悦男、中村 優美子、榎 浩利、榎 浩司、浅野 耕太、柴 玉俊、栗山 信宏、徐 強、清 林哲、田中 秀明、妹尾 博、竹市 信彦、白田 孝、高木 智史、服部 浩一郎、福山 誠司、横川 清志、安 白、堀口 貞茲、椎名 拓海、赤井 誠、前田 哲彦、伊藤 博、古谷 博秀、申 ウソク、松原 一郎、伊豆 典哉、伊藤 敏雄、三宅 淳、中村 史、黒河 明、鈴木 淳、柳下 立夫
(常勤職員32名、他1名)

【研究内容】

水素は二次エネルギーとして電力と相互に変換できるばかりではなく、貯蔵輸送を効率良く行うことができる上、燃焼しても水しか生成しないクリーンな燃料として期待されている。そのため NEDO では水素安全利用等基盤技術開発を平成15年度より進めており、本研究では、同プロジェクトの新規水素貯蔵材料開発の支援を目的として、水素貯蔵材料の研究、水素と構造材料の研究、水素の安全技術に関する研究、水素貯蔵システムの研究及びその他の支援研究を行っている。水素貯蔵材料では結晶格子の体積が水素吸蔵放出の前後で20 %以上も違うため、活性な水素貯蔵材料には多くの原子配列の不完全性、すなわち、格子欠陥が存在すると言われてきた。格子欠陥は材料の性能に対して必ずしもマイナスに働くも

のではなく、原子の拡散などを促進して反応速度を飛躍的に高めることが知られている。しかし、その一方で欠陥の蓄積が水素吸蔵合金の劣化の要因の一つとの考え方も存在する。平成17年度から、格子欠陥の測定が水素安全利用等基盤技術開発での材料開発をサポートする重要な情報と考えて、水素雰囲気下、実際に水素を吸蔵放出している材料の欠陥の濃度や種類を直接的に測定できるほぼ唯一の方法である陽電子消滅法に必要な装置の整備を行ってきた。その他、水素脆化と脆化データベースの研究、水素ガスの安全技術に関する研究、水素センサーに関する基礎研究、水素貯蔵システムの研究を行った。併せて、水素の燃焼技術、燃料電池の燃料の多様化、光触媒及びバイオ技術による水素製造等の支援研究も行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素貯蔵材料、水素脆性、水素安全、水素貯蔵システム

【大項目名】未来型 CO₂低消費材料・材料製造技術研究開発

【研究代表者】中村 守

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究内容】

材料は産業や社会の根幹であり使用量が膨大であることから、製造、加工、使用、リサイクルの全体で CO₂排出が抑制できれば、その削減に大きく貢献できる。本プロジェクトは、金属、セラミックス、プラスチック、バイオマス系材料について、製造・加工プロセスの省エネルギー化技術、装置・システム等が省エネルギー化できる材料及び使用することで直接的に CO₂排出量抑制効果がある材料の開発、並びに省エネルギーリサイクル材料技術を開発することを目的とする。その際、それぞれの材料や製造・リサイクルプロセスだけではなく、その材料のライフサイクル全体から考えて、最も省エネルギー化・CO₂排出量削減ができるように、製造－加工－使用－リサイクルを通じたシステム全体を最適化に努める。

平成18年度は事業最終年度であり、事業期間を通じての各研究開発項目の最終成果は、それぞれ以下の通りであった。

1) セラミックス系材料における CO₂低排出型材料技術開発

① 原料溶液制御による機能性セラミックス製造技術
非鉛系圧電セラミックスの膜状化について、焼成温度を350℃低温にでき、低温で集積した非鉛系圧電体について最高の圧電特性を確認して、製造プロセスの信頼性を示した。また、酸化亜鉛とチタン酸バリウムについて2.4 GHz帯のマグネトロンを用いたマイクロ波焼成法の有効性を確認した。

② 高熱伝導・省エネルギーLSI材料技術

フラックス法により合成した球状 AlN フィラーを使用することにより、従来のシリカ充填封止材の9倍、球状アルミナ充填封止材の2倍にあたる8.2 W/mKの熱伝導率を有すフィラー充填封止材の開発に成功し、従来のシリカ充填封止材に比べて熱伝導率が3倍以上の高熱伝導・省エネルギー型LSIパッケージング技術を開発した。

2) 無機・有機系材料における CO₂低排出型材料技術開発

① 固体プロセスによる金属材料リサイクル技術

鉄鋼材料(純鉄)において破断伸びの劣化を約90%に抑えた状態で、引張り強度を22%、0.2%耐力を27%向上させることに成功した。また、6061アルミニウム合金においてパーজন材よりも腐食特性が向上する再生条件を導出した。さらに、873 Kにおいても密着性が殆ど劣化しないDLC薄膜を金型鋼(SKD61)に付与する技術も開発した。

② プラスティック代替木質材料技術

寸法安定性に関して、悪化メカニズムを解明し、圧密温度の制御により解決可能なことを確認した。生産速度15倍を達成した。薬液注入は目標値を達成し、また、JIS 難燃1級(不燃)基準をクリアした。木粉成形に関しては、接着剤無しでの成形条件を明らかにした。さらに、バルクからの直接流動を世界で初めて可能とした。

③ バイオマスからのプラスチック代替材料製造技術

粉砕エネルギーを用いた効率的複合方法を開発。パルプまたは木粉含有量80%の複合体の製造技術を開発。複合体の引っ張り強度40 MPa達成。熱プレス成形、連続押出成形、連続射出成形を達成した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】省エネルギー、木質材料、圧密加工、直接流動成形、低温焼成、マイクロ波焼成

【大項目名】未来型 CO₂低消費材料・材料製造技術研究開発

【中項目名】セラミックス系材料における CO₂低排出型材料技術開発

【研究代表者】加藤 一実、安岡 正喜

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】加藤 一実、安岡 正喜、西澤 かおり、木村 辰雄、鈴木 一行、増田 佳丈、渡利 広司、西村 ゆつき、横川 善之、穂積 篤、砥綿 篤哉、川上 省二、大橋 優喜、高尾 泰正、楠本 慶二(サステナブルマテリアル研究部門) 太田 一徳(計測フロンティア研究部門)(常勤職員15名、他1名)

【研究内容】

圧電応用を目的とし、溶液反応を利用したケミカルプ

ロセス経路により、多元系機能性セラミックスを低温で膜状化し、小型高性能電子機器への展開を図るための基盤研究を実施した。平成18年度においては、鉛を含まない圧電材料として相境界付近で誘電・圧電特性の向上が期待されている BaTiO₃-BaZrO₃系固溶体の端成分 BaTiO₃について、化学溶液法による膜状化と組成、結晶配向性、微構造、膜厚の制御による誘電・圧電特性の向上に関し、下部電極表面上に初期核形成層とバッファ層を導入しその効果を検討した。化学溶液法により、LaNiO₃初期核形成層の表面に膜厚約200 nm の結晶性の高い(100)配向 BaTiO₃バッファ層を形成し、その上に BaTiO₃薄膜を積層した。このようにして作製した膜厚1 μm の BaTiO₃厚膜は(100)優先配向を維持し、粒径が50-70 nm 程度の結晶粒子が緻密に積層した得意な微細構造を有していることが分った。結晶配向性と厚膜化の同時制御のためには、初期核形成層に併せて同化学組成のバッファ層の導入が重要であることが分った。BaTiO₃厚膜は、絶縁性が高く、良好な誘電特性と容量-電圧(C-V)特性を示した。プローブ顕微鏡を用いて測定した圧電定数 d₃₃の最大値は約80 pm/V であった。また、ミリ波帯の電磁波を用いたマイクロ波焼成によるエネルギー利用の高効率化を目指し、焼成温度低温化と焼成時間短縮化を可能とするマイクロ波の照射方法について検討した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 省エネルギー、非鉛圧電体、厚膜、マイクロ波焼成、e-カルシネーション

【大項目名】 未来型 CO₂低消費材料・材料製造技術研究開発

【中項目名】 無機・有機系材料における CO₂低排出型材料技術開発

【研究代表者】 中村 守

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 金山 公三、小畑 良洋、三木 恒久、杉元 宏行、吉村 和記、田尻 耕治

(常勤職員6名)

【研究内容】

天然の軽量複合材料である木質材料について、①強度並びに耐久性を向上させることによってリユースを容易にする技術と、②易加工性を付与することによりリサイクルを容易にする技術を平行して開発する。両技術の適材適所での利用により、CO₂排出抑制効果が著しく大きい「木質材料」によって、プラスチックをはじめとする他材料の代替を進めることを目的としている。

平成18年度は次の3テーマに取り組んだ。①【圧密加工】従来、木材の圧密加工では軟化や変形固定のために外部熱源を用いて加熱し、さらには製品の取り出し時には冷却が必要となるなど、製造時のエネルギー消費が問題となっていた。そこで、熱源として摩擦熱のみを用い

る表層圧密加工技術を考案した。本技術の実用化において必須の加工力特性について検討を行った。本技術では、摩擦発熱は加工部近傍に限定されて急速に温度が上昇するので、それに伴って変形抵抗が急激に減少することが確認された。しかし、変形抵抗及び摩擦係数の減少によって摩擦発熱も減少し、温度低下を招く。したがって、温度、加工抵抗ともに増加と減少を繰り返すため、加工条件の制御にはさらなる検討が必要である。②【バルク材の直接流動成形】環境保護や資源の有効利用の観点から、本材料の成形体への期待は大きい。現在では、圧粉あるいは押し出し成形が主流であるが、さらなる用途拡大のためにトランスフォーム成形及び後方押し出し成形を検討した。粉末化することなくバルクから流動変形させて複雑形状の成形が可能なことを確認し、変形メカニズムとして、木材の細胞と細胞の中間層が熱によって選択的に分解して、細胞同士が互いに滑って流動が可能となることを昨年までに明らかにした。本年度は、大きな圧縮応力により半ば強引に流動させる方法を検討し、木材の変形加工としては驚異的な短時間(10秒以下)を可能とした。竹についても同様の加工方法が適用可能なことを実験で確認した。③【不燃木材】リン酸系及びホウ酸系の2種類の薬剤について、スギ及びキリの難燃性向上の検討を進めた。予備圧縮などによる浸透性改善と、薬液注入時の減圧・加圧と温度を関連付けたスケジュール制御により、厚さ12 mm のスギ及びキリで JIS 難燃1級をクリアした。しかしながら、屋外使用への発展を想定して耐候性試験を実施したところ、薬液の溶脱、塗料はく離を伴う表面劣化への対策が必要なることが明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 木質材料、圧密加工、直接流動成形、不燃化

【大項目名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中項目名】 ハイブリッド自動車の燃料消費率試験方法(ステップ2)

【研究代表者】 二瓶 光弥(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 二瓶 光弥、清水 健一、岡本 高典(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

二酸化炭素排出量の大きい自動車の省エネルギー化が、地球温暖化対策として世界的な課題の1つとなっており、現時点でその効果ははっきりしているハイブリッド車の普及が盛んになっている。その効果の把握や税制面の評価等に必要な基本的な燃費試験法案(ステップ1と略記する)が日本から ISO に提案され、2007年6月に発効する予定であるが、この提案時に試験に影響を与えるハイブリッド車固有のいくつかの問題の存在が明らかになった。本研究は、この問題のうち、1)試験精度への影響の大きい電池の電流量計測法の基準と、2)普及が盛んにな

ってきた4WD ハイブリッド車の試験基準について、ISO 提案の原案を作成するもので、今年度は提案のためのフォローアップ作業を実施した。平成17年度中に原案作成が完了した1)、2)のうち、他の組織との調整作業が不要な、試験モードと車両特性に依存する電流測定系の要求精度を定める汎用的な基準と、それに必要な測定手順を ISO に提案した。また、2)については、普及している2WD 用の設備の流用の可否を、試走路での簡易な試験で判定する手法を平成17年度に取りまとめたが、4WD 用試験機固有の試験誤差発生の可能性が明らかになったことからこれの詳細な検討に必要な追試を実施しその結果を反映した提案原案の加筆・修正を完了した。ただし、2WD 内燃機関自動車でも4WD 車の燃費試験法が検討されているため、提案作業はこの結果との調整が必須の状況にある。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ハイブリッド車、燃費、電池

【大項目名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中項目名】 簡易型水素センサ

【研究代表者】 松原 一郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 松原 一郎、申 ウソク、伊豆 典哉、

伊藤 敏雄(常勤職員4名)

【研究内容】

エネルギー問題・環境問題の双方の観点から、一般生活におけるエネルギー源として、水素を利用する水素エネルギー社会への移行が一つの有効な対策と考えられており、早急な実現が望まれている。これを実現するためには、安全対策として水素センサが不可欠である。ガスセンサに関する国際規格として IEC (IEC61779) 規格が存在するが、これは広く可燃性ガスを対象とした警報器用の規格であり、水素選択性、応答速度、検知濃度範囲等、水素ガス専用のセンサに必要な不可欠な要求性能が定められていないため水素センサに関する国際標準化が求められている。本研究では水素ステーション等水素関連施設で利用される水素漏洩検知センサの国際標準化を目指す。

平成18年度は、平成17年度に発足した ISO/TC197/WG13 “Hydrogen Detectors”において、2回の国際会議と4回の国内会議で規格案を審議した。その中で、既存の IEC 規格との関係、検知濃度範囲、許容範囲、温度試験、応答時間、回復時間等の要求性能や試験方法に関する議論を行い、規格案を作業段階 (WD) から委員会段階 (CD) に進めた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素センサ、国際標準化、試験方法

【大項目名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中項目名】 生分解性高分子材料の標準物質

【研究代表者】 国岡 正雄(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 国岡 正雄、船橋 正弘

(常勤職員2名)

【研究内容】

国際標準規格 ISO に定義された生分解評価法に使用できるサンプル調製法を検討した。主に生分解ポリエステルであるポリ乳酸とポリブチレンサクシネート、ポリカプロラク톤のサイズをきちんと分画した微粒子の ISO 生分解評価法による生分解評価を行い、データの再現性、正確さ等を詳細に検討した。また、どの粒子径範囲が良いのか検討した結果、125-250マイクロメートルの微粒子が生分解の結果の再現性が良いことがわかった。これらの微粒子の作成法、フィルムの厚さ等を詳細に規定した国際標準規格原案として、ISO/TC61(プラスチック)/SC5(物理化学的性質)/WG22(生分解)に “Preparation of test and reference materials for biodegradation test of plastic materials” の新規提案を行った。

【分野名】 標準

【キーワード】 生分解、ISO14855-2、微生物酸化分解

【大項目名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中項目名】 石炭中微量元素の分析方法

【研究代表者】 山田 理(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 山田 理、斎藤 郁夫、安田 肇、田尾 博明、中里 哲也、海保 守、中久喜 千亜紀、功刀 芳美(常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

石炭の利用に際して環境に排出される微量元素が問題視され、各国において排出規制が厳格化される傾向にある。近年の関心の高まりと分析技術の発達を背景に、微量元素の分析法については、高感度、高分離能の測定機器を用いた研究例が多数報告されているものの、水銀とカドミウム等一部の元素を除いて分析方法に関する系統的な標準化はなされていない。需要の全量を海外炭に依存せざるを得ない我国は、輸入炭に対する品質基準を明確にする必要があり、本研究では、微量元素の分析及び定量法の標準を早期に確立し、我が国の石炭輸入及び利用に不利を生じない ISO 標準として提案することを目的とする。我が国において現在入手可能あるいは将来輸入可能性のある石炭について、現時点で望みうるほぼ全種類を系統的なデータとともに保有する当所のコールバンク試料(現有100種)を利用し、石炭中微量元素の定量分析方法の確立と標準化を検討した。マイクロ波照射による石炭前処理を ICP(誘導結合プラズマ)法と組み合わせることにより、超強酸であるフッ酸(HF)等を用いる従来法と比較して、HFを必要としない温和な条件で、石炭中微量元素について高い回収率及び精度が得られることを明らかにした。この成果をもとに ISO 標

準案を策定し、平成17年度に ISO/TC27（固体化石燃料技術委員会）へ石炭中微量元素の分析方法の標準化提案を行い、平成18年度は ISO 標準の発行に向けたフォローアップ研究を行った。標準案は DIS(Draft for International Standard)段階にあり、最終の審議に入る予定である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 石炭、分析方法、国際標準 (ISO)、微量元素、ICP、マイクロ波

【大 項 目 名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中 項 目 名】 燃料電池発電効率試験方法

【研究代表者】 嘉藤 徹（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 嘉藤 徹、根岸 明、加藤 健、
門馬 昭彦、天野 雅継、田中 洋平
（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

燃料電池の発電効率の測定精度は、現状では±2 %程度であるが、燃料電池が実用化・普及開始の段階では少なくとも商用電力並みの測定精度を持つ試験方法の確立が必要である。そのため、燃料電池用ガス組成・流量測定に対し、JIS 化のための可搬型校正システムを試作し、燃料電池試験現場でトレーサビリティを確保して、各社の燃料電池試験現場での効率測定の不確かさを評価することにより、燃料電池の効率測定技術の規格標準化を行う。平成18年度は昨年度に引き続き、質量流量制御計 (MFC) について長距離移動が MFC に与える影響を調査した。調査の結果、燃料電池設置サイトでは、一旦、MFC を音速ノズル等の輸送に影響されない流量計で校正した上で、MFC により現地での流量計を校正することが必要であることを確認した。また、燃料電池設置サイトでの MFC 校正の際は、安全上の理由等により燃料ガスを流す校正を実施することが難しい場合もあるので、輸送前にメタン等の燃料ガス及び窒素で予め MFC を校正し、測定値のガス種依存性を明らかにした上で、設置サイトでは窒素で校正することにより、安全性を損なうことなく、高精度に流量を計測できることが判明した。また、これまでの実験結果等を踏まえて、日本電機工業会に JIS 標準仕様書 (TS) 原案作成委員会を設置し、平成17年度に作成した TS 素案に対し利害関係者の意見等を調査し、これらの結果をもとに固体酸化物形燃料電池発電システムに対し、国家標準からのトレーサビリティを確保しつつ、発電効率を1 pt よりも小さな不確かさで計測する TS 原案を作成した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体酸化物形燃料電池、発電効率、都市ガス流量・発熱量測定、トレーサビリティ

【大 項 目 名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中 項 目 名】 低サルファー燃料中硫黄化合物の形態分析方法

【研究代表者】 田尾 博明（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 田尾 博明、中里 哲也、佐藤 信也、
矢津 一正（常勤職員4名）

【研究内容】

自動車排ガスのクリーン化や燃料電池用水素製造触媒の長寿命化を図るため、ガソリンや灯油等を精製し、硫黄分を ppm～ppb レベルに低減することが求められている。この際、硫黄は化学形態によって精製割合や触媒への毒性が異なるため、硫黄分を全量で制御するだけでなく、化学形態別に管理することが望まれている。しかし、既存の分析法は総量でも検出限界が約20 ppb と高く、化学形態別分析は困難である。このため、液体燃料中の低濃度硫黄化合物の化学形態別分析法を開発し、これを標準化することにより、低サルファー燃料や燃料電池開発における効率化と信頼性確立を推進する。本年度は、既存の方法との比較を実施した。このため、実試料としてナフサ、ガソリン、灯油、軽油を、本法と従来の検出方法 [原子発光法 (AED)、化学発光法 (SCD)] によって分析し、クロマトグラムを比較することによって、高濃度域においては、両者の結果がよく一致すること、一方、低濃度域では従来法は検出感度が足りず正確な定量が困難であるが、本法では精度よく検出できることを確認した。また、本法によって求めた各成分の和は、全量分析法としての紫外蛍光検出法の結果とほぼ一致し、本法が形態分析だけでなく、全硫黄分の測定にも有効であることを示した。一方、本法の欠点としては、炭化水素によるクエンチングが SCD に比べて大きく、この抑制が今後の課題であることが明らかとなったが、標準化を図る上で特に大きな問題とはならなかった。また、標準化のための、石油学会、石油連盟、分析機器工業会との話し合いを行い、石油連盟、分析機器工業会の協力を得て、標準仕様書 (TS) の原案作成委員会を作り、第1回委員会を開催した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 硫黄化合物、低サルファーガソリン、燃料電池

【大 項 目 名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中 項 目 名】 高効率新規冷媒の燃焼性評価方法の標準化

【研究代表者】 滝澤 賢二（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 滝澤 賢二、徳橋 和明
（常勤職員2名）

【研究内容】

目標：
冷凍空調機器用冷媒として使用される化合物には可燃性のものも含まれていることから、省エネルギー効果に

優れ、かつ安全性の高い冷凍空調機器を開発、製造するためには、冷媒の燃焼危険性に関する国際基準の整備が不可欠である。本研究では、冷媒候補化合物及びその類似化合物について、容器法により燃焼速度を測定し信頼性の高いデータを蓄積する。また、得られたデータに基づいて、広範な化合物群及び混合系に適用可能な燃焼性予測手法を開発する。これらの成果を基に国際標準への燃焼速度測定法の提案と冷媒の燃焼性データの提供、及び燃焼性予測手法の開発を行うことにより、省エネ型新規冷媒及びそれを用いた高効率冷凍空調機器の開発促進に資する。

研究計画：

HFC-272fa (1,3-ジフロロプロパン)、HFC-272ca (2,2-ジフロロプロパン)、HFC-263ea (1,2,3-トリフロロプロパン) 等の C₃ HFC を中心に容器法により燃焼速度を精度良く測定し、公表する。C₃化合物は構造異性体が多数存在するため、構造異性体同士の燃焼性を比較し、燃焼性と分子構造等の関係を明らかにすることにより、広範な冷媒化合物の燃焼性予測手法の開発に繋げる。

年度進捗状況：

前記3化合物に加え、HFC-281fa (1-フロロプロパン)、HFC-281ea (2-フロロプロパン)、HFC-263fb (1,1,1-トリフロロプロパン) の計6化合物について燃焼速度の測定を行った。我々の燃焼速度測定法はISO817 (冷媒の呼称と安全性等級) 原案の標準測定法として認められる方向となり、測定データはISO817原案中の燃焼性データリストに採用された。これらの蓄積された燃焼速度データを基に、C₁からC₃の炭化水素及びHFCに適用可能な燃焼速度推算法の開発を行った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 冷媒、安全、燃焼性評価、燃焼速度、ISO817

[大項目名] エネルギー・環境技術標準基盤研究

[中項目名] 化成品における非石油資源である再生可能原料利用率測定方法の標準化

[研究代表者] 国岡 正雄 (環境化学技術研究部門)

[研究担当者] 国岡 正雄、船橋 正弘、増田 隆志、二宮 扶実 (常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

バイオマス由来の製品は、大気中の二酸化炭素を光合成により固定化した植物原料を使用しており、その二酸化炭素には微量の放射性炭素14が含まれていることが知られている。この極微量の放射性炭素14を測定することによりバイオマス由来炭素の割合を求めることができる。しかしながら、極微量の放射性炭素を測定する方法である加速器質量分析は、年代測定のために開発された方法であり、化成品の再生可能原料利用率 (バイオマス炭素含有率) の測定データがほとんど無い。この測定方法の

標準規格化のためのデータ収集を行った。具体的には、プラスチック製品に関連する化合物単体及び複合材料であるセルロースファイバーや炭酸カルシウムの混合したプラスチック複合体のサンプル調製法を詳細に検討し、その結果得られたバイオマス炭素含有率について検討した。

[分野名] 標準

[キーワード] バイオマス、バイオプラスチック、放射性炭素14、加速器質量分析

[大項目名] エネルギー・環境技術標準基盤研究

[中項目名] 自家蛍光消光を用いた光触媒のバイオフィーム形成阻害・分解効果の評価方法の標準化

[研究代表者] 大古 善久 (環境管理技術研究部門)

[研究担当者] 大古 善久、松沢貞夫 (環境管理技術研究部門)

花田 智 (生物機能工学研究部門)

竹内 美緒 (地圏資源環境研究部門)

(常勤職員4名)

[研究内容]

酸化チタン光触媒反応の強い酸化力を利用して得られる主な効果の一つに抗菌がある。我々は、次のような理由から、シアノバクテリアの色変化を利用した新しい抗菌性能評価法を考案して、平成18年度エネルギー・環境技術標準基盤研究を進めた。(1)今後光触媒が一般環境中に普及することを想定して、紫外線に強い細菌を扱う。(2)シアノバクテリアはアオコやバイオフィームの原因の一つであり、光触媒反応で抗菌可能な事実や条件を示すことは重要である。(3)一般にクロロフィルは光や熱などで速やかに分解されるため、シアノバクテリアの生死判定を、クロロフィルの退色を指標として、簡便かつ迅速に行える可能性がある。検討の結果、シアノバクテリアの色変化 (生きている間は緑色だが、死滅に伴い青色に変化する) を確認でき、バイオフィーム抑制効果も確認できた。この成果は第10回マリンバイオテクノロジー学会 (山形) とフォトクリン展示会 (名古屋) で発表した。特許を一件出願した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 酸化チタン光触媒、抗菌、バイオフィーム、シアノバクテリア、色変化

[大項目名] エネルギー・環境技術標準基盤研究

[中項目名] 建築物窓用省エネガラス材料の光学的評価法の標準化

[研究代表者] 田澤 真人

(サステナブルマテリアル研究部門)

[研究担当者] 田澤 真人、金 平、垣内田 洋

(常勤職員3名)

[研究内容]

薄膜をコーティングした省エネガラス材料は、その省

エネルギー効果が大いことから広く普及し始めている。この熱的性能（日射熱取得率）を評価する標準としては、JISR3106「板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法」があるが、この標準は垂直入射に対応しているだけで窓の設置場所の緯度や方位あるいは太陽の位置による入射角の変化に対応していない。そこで、太陽光の入射角を考慮した省エネガラスの日射熱取得率を試験する新しい方法を作成することを目的とする。

国内の代表的な気象データ及び地図データを基に、規定すべき入射角を0度、40度、55度、75度と決定した。入射角75度での測定は普及型分光光度計では困難であるので、入射角75度での日射反射率、日射吸収率等は他の3点の入射角及び入射角60度での測定結果から算定することとした。市販の省エネガラス及び研究室で新たに作成した薄膜つきガラスの斜入射時における分光透過率、分光反射率の測定を行い、省エネガラスの斜入射に対する特性の把握を行なった。最後に、薄膜光学の計算を併用しつつ、普及型分光光度計の状況を踏まえながらガラス構成体（単板ガラス、複層ガラス、三層ガラス等）における斜入射日射透過率及び斜入射日射吸収率の算定方法、斜入射日射熱取得率の算定方法を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 省エネルギー、窓ガラス、日射透過率

【大項目名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中項目名】 マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法の標準化

【研究代表者】 柘植 明（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 柘植 明、森川 久、上養 義則、菅井 美登里、庄司 裕子、神谷 晶、齋藤 尚史（常勤職員7名）

【研究内容】

金属中酸素の汎用的な分析手法である不活性ガス融解—赤外線検出法を用いて、軽量金属として期待されているマグネシウムの地金・合金中酸素の定量を行う方法を検討した。マグネシウム(Mg)中酸素の存在形態と考えられる酸化マグネシウム(MgO)は、わず浴を用いた不活性ガス融解で問題なく分解し、化学量論にはほぼ一致する酸素の定量値が得られた。金属マグネシウムはその沸点が1090℃と低いために、急速な加熱を行うと突沸して試料がらつばから飛び出すので、穏やかな昇温によりMgを蒸発除去しながら試料中酸素を浴金属（わず、またはアルミニウム）に濃縮後、浴金属を加熱して酸素分析を行うことを試みた。MgOを添加しての回収率試験を行ったところ、回収率は50%以下であり、かつ分析操作終了後の蒸発凝固したMgが空气中で異常に発火しやすいという現象が観察されたので、Mg蒸発時に不安定な酸素含有化合物が発生し分析値を低下させているものと考えられた。昇温蒸発条件を変化させて検討した

ところ、蒸発凝固物の異常な発火が起こらずMgが蒸発する温度領域を見いだした。その温度領域で1時間程度の加熱を行いMgを蒸発除去した後、酸素の濃縮した浴金属を昇温分析するなら、Mg地金・合金中の酸素は分析可能と考えられる結果が得られた。

【キーワード】 マグネシウム、酸素、定量分析、不活性ガス融解、赤外線吸収検出

【大項目名】 エネルギー・環境技術標準基盤研究

【中項目名】 発電用DMEの品質基準の標準化

【研究代表者】 後藤 新一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 後藤 新一、小熊 光晴（常勤職員2名）

【研究内容】

インフラ設備を共用する可能性のあるLPガス（プロパン及びブタン）の10%程度の混入を許容する、発電装置（ディーゼルエンジン、ガスタービン、ボイラ等）向けDME燃料のスペックを検討する。具体的には、現在化学溶剤として市場に流通している純度99.99%以上のジメチルエーテル（DME）をベースとし、このベースDMEへの各種混入物の有無が、1)各発電装置用原動機の性能及び排出ガス特性に及ぼす影響、及び、2)各原動機デバイス基材の耐性に及ぼす影響の実験的調査研究を行う。発電装置用原動機の検討対象は、燃料を液体状態で噴射するディーゼルエンジン、ガスタービン、ボイラ等とする。平成18年度は、ディーゼルエンジンに注視してデータを取得し、標準化に必要な燃料性状の影響を評価するための、エンジンの開発及び運転条件の最適化を行った。その結果、燃料噴射タイミングを-12°ATDC（After Top Dead Center、上死点後）とすることで、約40%のEGR率により、熱効率が大きく悪化することなくNOx排出濃度を100ppm以下に抑えることが可能であった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 エネルギー、環境、燃料、ジメチルエーテル、DME、標準化

【研究題目】 生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究

【研究代表者】 常盤 豊（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 常盤 豊、土井明夫 平栗 洋一、竹中 エステリータ（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

目標：

生分解性マルチなど、生分解性資材を長期間、局所的に土壌に投入した場合、分解菌の増大が土壌微生物種類と割合のバランスを崩し、それが原因で作物や家畜など、ヒトを含めた生態系へ負の影響を懸念する声があがっている。そこで、本課題では安全で安定的な自然環境を維

持しつつ、循環型社会の中で生分解性資材を効率的に活用していくことを目的に、資材の生分解が土壤環境中の微生物に影響を与えない、つまり土壤の健全性を維持するための指針の確立を目標とする。

研究計画：

生分解性プラスチックの持続的投入を受ける土壤環境の微生物叢への影響を調べるため、土壤の生分解性プラスチック分解能を評価する手法の開発を行う。

研究内容：

生分解性プラスチックの持続的投入を受ける土壤環境の微生物叢への影響を調べるため、本年度は、生分解性プラスチックを投入していない土壤を用いて、生分解性プラスチック分解能を評価する手法を検討した。生分解性プラスチックの分解能の評価は、生分解性プラスチックの粉末と培養上澄液を30℃で14時間反応させ、生成する可溶性の有機物量を全有機炭素量測定装置（TOCアナライザー）で求めることにより行った。

単に、土壤の懸濁液を濾過した液では、生分解性プラスチックの分解能は認められなかった。そこで、ゼラチンを添加した培養基に土壤を加えて30℃で7日間培養し、その培養上澄液の生分解性プラスチック分解能を評価した。5カ所の土壤サンプルをそれぞれゼラチンで培養した場合、培養上澄液はポリカプロラクトン、ポリヒドロキシ酪酸、ポリブチレンコハク酸/アジピン酸共重合体、ポリ乳酸に対して弱い活性を示した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生分解性プラスチック、ポリカプロラクトン、ポリヒドロキシ酪酸

・電源利用技術開発等委託費

【研究題目】計量標準基盤技術研究

【研究代表者】高本 正樹（計測標準研究部門）

【研究担当者】寺尾 吉哉、古市 紀之、前田 恒志、松涛 徳子（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

(i) 高レイノルズ数実流量試験設備の開発

実際の原子炉内部の給水配管を模擬が可能であり、最大流量12000 m³/h 水温70℃において流量計の校正を可能とする設備の設計・開発及び建設を行ってきており、本年度は、より高精度の実用参照標準流量計（Working Standard:WS）として新規に超音波流量計を導入し、また流量計の温度特性を調査するための高温用直線型双方向基準体積管（ブルーバー）を構築することより、高レイノルズ数実流量試験設備の完成にいたった。この設備は、参照標準となる流量計を高精度で校正できるように現有の設備を活用していることに特徴を有している。実用参照標準流量計は並行に4台設置されており、流路を切り替え、それぞれの実用参照標準流量計に流れる流量を加算（ビルドアップ）することで最大流量が到達される循環型流量試験設備

である。ブルーバーは高レイノルズ数実流量試験設備の試験部に直接接続され、750 m³/h において実用参照標準流量計の温度特性について校正することができ、水温20℃及び70℃における流量計の特性変化について調べることが可能となった。

(ii) 校正流量範囲の実証実験と国際比較

並列ラインに取り付けられたそれぞれの実用参照標準流量計は、既設設備（50 t 秤量タンク）の利用により0.1%以下の精度で校正することができる。実用参照標準流量計のばらつきは全てのラインにおいて0.04%以下、再現性は約0.01%であり、その結果、本流量計の校正の不確かさは約0.03%となることを確認した。

実用参照標準流量計として新たに選定した流量計と同型の流量計を用いてスウェーデン国立研究所と共同で流量計出力と水温の関係を調査した。その結果、水温20℃と70℃との測定結果の比較では、0.05～0.15%程度となっていることを確認した。また、温度特性の再現性については、0.02%以内であることを確認した。

ブルーバーについては、繰り返し性についての試験を、基準体積タンクにて校正されたPDメーターを使用して行った。その結果、ブルーバーの繰り返し性が0.02%以内であることを確認した。

以上の結果から、高レイノルズ数実流量試験設備は、 1.6×10^7 のレイノルズ数で、0.2%（k=2）以内の拡張不確かさで流量計を校正することができる可能性を確認した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】液体流量、超音波流量計、校正設備、原子力発電

【大項目名】エネルギーシステム総合評価基盤技術研究開発

【中項目名】エネルギーシステムのコストー便益分析システムの開発

【研究代表者】赤井 誠（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】赤井 誠、辻本 久予（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

総合的なエネルギー・環境政策を検討する際に、社会全体での便益を総合的に判断するため、社会的なコスト算出の必要性が高まっている。本研究は、新規発電技術などの新エネルギーシステム技術と地球環境対策技術の、リスクと便益に対する公衆の認知についての調査と分析に基づき、これらの技術導入にかかるコストー便益評価を行う手法を開発することを目標とする。これら目標を達成するため、1)技術に対するリスク認知に基づいた社会コストの測定を行うためのシステムの設計、2)幾つかの選定した技術に対する便益及び社会コストの評価、3)社会コスト評価システムの開発、及び4)施策（電源立地、

リスクコミュニケーション)への適用方法の検討の4項目から成る研究を実施する。平成18年度は、これまでの調査・研究の集大成として、大気拡散モデルを核とした暴露評価プログラムを完成させるとともに、外部性評価の方法論を整理し評価手順としてとりまとめた。また、これまでの研究成果を統合して国内の火力発電所3カ所を想定した外部性評価のケーススタディを実施し、発電原価に対して有意な外部性を示すことを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】外部性、リスク認知、支払い意思額、健康被害、二酸化炭素回収隔離

【大項目名】分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

【研究代表者】長谷川 裕夫

(エネルギー技術研究部門)

【研究内容】

今後、太陽光、風力等の自然エネルギーを利用する発電設備や、総合効率の高い熱電併給設備などの「分散型電源」を現状の電力系統に大量に導入し普及させるためには、系統の電圧維持・需給バランス維持・故障電流抑制の制約を克服していく必要がある。これらの問題を改善し、分散型電源の大量連系を可能にするとともに、負荷平準化を可能とする次世代電力システムの研究開発を行うことを目標とし、以下の要素技術を開発する。1)電力系統に接続された分散電源と電力貯蔵及び負荷を全体システムとして安定かつ高効率に制御するための電力平準化システム運用・制御技術。2)複数のコジェネレーション設備を結合して統合制御することにより負荷平準化を図るための熱・電気統合型ネットワーク技術。3)システム遠隔モニタリングに用いられる光通信網の高効率化のための革新的高効率光増幅技術。4)分散型エネルギーシステムの出力と電力負荷の平準化のための電力負荷平準化用大容量高出力キャパシタ技術。5)分散電源から発生する熱の輸送動力を大幅に削減するとともに高効率蓄熱を実現するための省動力熱輸送システムの技術。6)建物や自動車の窓への入射太陽光を利用するための熱線制御型シーソー太陽電池シート技術。7)事故電流を抑制する高信頼性の薄膜限流器を低コストで製作して実用化するための中核技術。8)燃料多様性に優れ、部分負荷時にも熱効率の低下が少ないマイクロガスタービンベースの熱電併給システムの技術。

平成18年度は、1)配電系統に分散電源を設置した際に、配電系統内の各機器(タップ切換機、調整可能負荷、可制御電源など)を情報線で結合するとともに、配電系統の構成に応じたブロック化・階層化を導入した連携動作をさせることで、全体で系統の最適化を図る階層的協調制御により、分散型電源容量の系統容量に対する比が、約30%となる状況下においても、系統電圧を所定の変動幅以下に抑制することができた。2)複数のコジェネレ

ーション設備を統合し、それぞれの間でエネルギーを相互融通するネットワークシステム化により約15%の省エネルギー効果、6~8%の二酸化炭素排出量削減効果が期待できることを明らかにした。3)光通信網の高効率化に寄与する光増幅技術として、ガラス導波路ではCW励起で利得0.8 dB/cm(12.5 cmの導波路では10 dB)、ポリマー導波路では、パルス励起で利得3.74 dB/cmを達成した。4)水電解液系キャパシタにおいてエネルギー密度10 Wh/Lを達成可能な含窒素炭素電極を見出し、バイオマスと黒液とを原料とした低コスト製造システムを開発した。また、数万回の充放電サイクル後まで90%を超える高い容量維持率を確認した。5)水やメタノールを作動媒体として5 mの重力方向下向き熱輸送を短時間の電磁弁操作で実現し、60%以上の省動力化が可能であることを実証した。6)新規に開発した透明酸化化物半導体材料により、試料サイズ18 mm角、可視光透過率80%、光起電圧0.5 Vの透明太陽電池を試作した。7) $J_c/W > 70$ A/cm相当の膜を最大20 cm長サイズの大面積長尺矩形基板上に作製する基盤技術を確認するとともに、低コストな減圧焼成プロセスにより均一な高 J_c YBCO膜(面内 $J_c = 3.0 \pm 0.3$ MA/cm²)の作製に成功した。8)1200℃まで使用可能な、アルミナ繊維強化複合材料、切削抵抗が従来材の10分の1のアブレイダブル材、強度部材と併せた3種類の一体成形技術を開発した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、分散電源、需給バランス制御、負荷制御、大容量キャパシタ、シーソー太陽電池、超電導限流器、マイクロガスタービン

【大項目名】分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

【中項目名】電力平準化システム運用・制御技術開発

【研究代表者】荒井 和雄

(パワーエレクトロニクス研究センター)

【研究担当者】荒井 和雄、大橋 弘通、山口 浩、近藤 潤次、村田 晃伸、安芸 裕久

(常勤職員6名)

【研究内容】

自然エネルギーを利用する発電設備(太陽光発電や風力発電など)や総合効率の高い熱電併給(コジェネレーション)設備などの「分散型電源」は、配電系統内での電圧変動抑制や系統全体での需給バランス維持等の制約から、大量導入への期待が大きいものの、その実現は難しい。これらの問題を改善し、分散型電源の大量連系を可能にする新しい電力系統制御方式及び電力変換器制御技術を開発する。

具体的には、配電系統内に設置される各種の機器(可制御負荷を含む)を情報線で結合して制御情報を共有化する事により、配電系統全体の最適運用を図る制御法の

検討を行っている。この制御法の適用効果をより広げるとともに制御装置の簡略化や拡張性の向上を図るために、系統の構成に応じたブロック化・階層化を導入する方式について検討を進め、配電系統の電圧制御のための階層的協調制御法を開発した。そして、模擬系統による検証試験を行い、従来方式では電圧安定化が図れないような大量の分散型電源が導入された場合でも、安定化が可能であることを確認した。また、電力制御技術の要となる電力変換装置について、試作 SiC 素子の最新の評価結果を基にした高機能化の検討を進めた。そして、素子の発熱除去が従来考えられている以上に重要である事を明らかにした。素子の除熱条件の見直しにより、小容量ユニットの直並列化によって1台の電力変換装置を構成する方法が有効であることを見だし、より一層の小形・軽量化が可能であることを概念設計により示した。こうした小容量ユニットの直並列化は、変換装置のコスト低減にも寄与する重要技術である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、分散電源、電圧安定化、需給バランス制御、負荷制御

【大項目名】分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

【中項目名】熱・電気統合型ネットワーク技術開発

【研究代表者】山口 浩（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】山口 浩、安芸 裕久、近藤 潤次、村田 晃伸、古瀬 充穂、淵野 修一郎、上野 和夫、小原 春彦、高澤 弘幸、山本 淳、李 哲虎、野口 照夫、武内 洋、盛田 耕二、羽鳥 浩章、前田 哲彦、安 幸（常勤職員14名、他3名）

【研究内容】

熱電併給（コジェネレーション）設備やエネルギー貯蔵設備を含む分散型エネルギー設備の間でエネルギーの相互融通を行うことにより、各需要家のエネルギー需要を満たしつつ負荷平準化や設備稼働率の向上を図り、全体の高効率化を実現するネットワーク運用法の確立を目標に、機器の運用・制御技術開発と要素機器技術開発を並行して実施した。具体的には、複数の燃料電池（熱電併給設備）を電力・熱・水素のエネルギーのネットワークで接続してエネルギーを相互融通することにより、設備の有効利用と省エネルギーを図る運用（ネットワーク運用）を行うシステムの分析・評価を行った。集合住宅及び戸建住宅を対象としたシステムの設計を行い、非ネットワーク運用時に比べて、二酸化炭素排出量、一次エネルギー使用量、エネルギー費用がそれぞれ約6～8%、約15%、約20%削減できることを明らかにした。また、実験室レベルで電力貯蔵設備を含めた総合運転試験により、分析内容を実験的に検証した。このシステムをより

有効に機能させるために必要な要素技術として、廃熱等の有効利用を可能にする熱電変換素子の検討を行い、過渡応答も含めた解析を可能とする2次元熱電変換シミュレータの開発とともに、理論変換効率10%が期待できる材料による3W級モジュールを試作し、7%程度の変換効率を実証した。また、エネルギー需給の時間的・空間的なバランス確保に不可欠な貯蔵技術として、高パワー密度・高エネルギー密度が期待される二次電池とキャパシタの複合システムの最適設計や寿命評価を実施し、キャパシタ電圧を80%程度に下げて使うことで性能劣化が抑制可能となることなどを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、定置式燃料電池、コジェネレーション、熱電併給、エネルギー融通、エネルギー貯蔵

【大項目名】分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

【中項目名】革新的省エネ型高効率光増幅技術開発

【研究代表者】西井 準治（光技術研究部門）

【研究担当者】西井 準治、望月 博孝、村井 健介、渡辺 歴（常勤職員4名）

【研究内容】

分散型エネルギーシステムの高効率運用のために、その遠隔モニタリング等に用いられる光通信網における信号増幅の技術基盤として以下の成果を得た。(1) Er^{3+} と Al_2O_3 の共添加 SiO_2 導波路を作製し、波長980 nmLD 励起で増幅効率0.013 dB/cm を確認した。さらに、Si ナノ結晶共添加薄膜で Er^{3+} の発光効率10倍以上を達成した。当該薄膜をチャネル型導波路に加工し、波長0.8 dB/cm の利得を得た。(2) コア中にレーザー色素を分散した大口径ポリマー光導波路(15 mm 長)を、全て溶媒フリーの乾式プロセスによって作製した。レーザー色素は吸光断面積が高いのでパルス光による側面励起を行うことが可能で、488 nm のパルス光励起によって、650 nm で利得3.74 dB/cm を達成した。(3) 従来からのドライエッチングに加え、超短パルスレーザーを用いた導波路の直接描画法を検討した。その結果、Er を添加したウエハー内部に、直接、導波路や分岐回路を書き込むことに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光増幅、光導波路、ガラス、ポリマー

【大項目名】分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

【中項目名】電力平準化用大容量高出力キャパシタ技術開発

【研究代表者】羽鳥 浩章（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】羽鳥 浩章、丸山 勝久、児玉 昌也、曾根田 靖、吉澤 徳子、安藤 祐司、

山下 順也、劉 偉、常名 美穂子、
上野 美和（常勤職員7名、他3名）

【研究内容】

分散型エネルギーシステムの出力と需要側電力負荷変動を平準化しシステムの高効率運転を実現するために、キャパシタ性能を決定づける高性能炭素系電極を開発し、実用性のある大容量高出力キャパシタを実現することを目的として研究開発を行っている。炭素系材料の特徴を生かしたナノレベルでの構造制御と電気物性制御により、電極の電気二重層容量を最大化するための最適構造設計などを行い、出力、寿命、容量の3点において、高性能かつバランスのとれた高性能炭素系キャパシタ電極を開発し、分散型エネルギーの電力平準化システムとしての特性評価を行う。平成18年度は、電力平準化用キャパシタとして特に重要となる低コスト化を重視して検討し、活性炭電極材料製造の低コスト化を可能とする、バイオマスと黒液との混合物を炭酸ガス雰囲気下での賦活処理と不活性ガス雰囲気下での賦活処理との2段階賦活処理する方法を開発した。本法で得られた活性炭は、有機電解液系キャパシタ用電極材料として、電気容量、高出力特性、耐久性において、市販のキャパシタ用実用活性炭と同等以上の性能を示した。また、これまでの研究において、希硫酸電解液中で優れたキャパシタ性能が発現する窒素含有炭素材料について高性能化のための検討を行うとともに、新規電極材料である炭素被覆カーバイドが極めて高い体積容量をもち、疑似容量でありながら高いサイクル安定性を有することを明らかにした。今後、これら技術の組み合わせによって、出力、寿命、容量など性能的に優れ、しかもコスト面でも実用的な高性能キャパシタ電極材料が製造できるものと期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 キャパシタ、電力平準化、炭素電極材料

【大項目名】 分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

【中項目名】 省動力熱輸送システム技術開発

【研究代表者】 角口 勝彦（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 角口 勝彦、平野 聡

（常勤職員2名）

【研究内容】

マイクロガスタービンや燃料電池等の分散型電源で生成する電力と、発電の際に生じる排熱を有効に活用するシステム（コジェネレーション）の高効率化を目的としている。その際、電力需要のある時に、必ずしも同時に熱需要が十分ある訳ではないという需要側の実態を考慮すると、発電時の排熱をリアルタイムで効率的に回収し、蓄熱槽に移動させた後、熱需要が発生する時間帯まで高効率に貯蔵しておくシステムが必要になる。このために本研究では、1)分散型電源から発生する排熱を密閉容器内における熱媒の蒸発により回収し、貯蔵された高圧蒸

気の急開放により、熱自体から熱媒搬送動力を得る間欠的熱輸送手法、2)物質の相変化を利用して省スペース、低熱損失で熱を貯蔵する蓄熱手法の、2つの要素技術を組み合わせたシステムを提案している。このシステムによって、分散型電源から回収した排熱を外部動力の投入なしに輸送し、高効率に蓄熱しておき、必要時に供給することによって、熱需給のミスマッチを解消し熱利用の平準化を図る。熱輸送部分で既存技術に要する動力の60～80%削減、システム全体で既存技術に対して20%の省エネ化を目標としている。平成18年度は、省動力熱輸送技術に関して、前年度までの実験結果を踏まえた動作シミュレーションを試み、設計に不可欠な動作限界の定性的な把握が可能になった。また蓄熱技術に関しては、熱源や熱負荷の動作温度範囲に適するような二成分系蓄熱材の融点調整について検討し、長期間安定的に使用可能な特性を示す二成分系蓄熱材を得た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 分散型エネルギー、排熱利用、熱輸送、蓄熱

【大項目名】 電源利用技術開発等委託費

【中項目名】 熱線制御型シースルー太陽電池シート技術開発

【研究代表者】 外岡 和彦

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 外岡 和彦、菊地 直人、邱 徳威、他

（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

太陽エネルギーを光・熱・電気として平準化して利用するため、制御、熱線制御・可視光透過型の紫外光発電シートの開発をめざし、レーザ蒸着法を用いて透明酸化物半導体材料と透明酸化物半導体 pn 接合の特性向上を図るとともに、pn 接合作製プロセスの低温化（500℃以下）を可能とする高膜質化手法の確立を図った。アニール利用のレーザ蒸着法により約200℃以下にて p-CuCrO₂/n-ZnO の接合を形成した。また、応用上重要なスパッタリング法により上記 pn 接合形成を試み、大面積化並びにプロセス低温化に対応するための指針を得た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽光発電、透明太陽電池、透明半導体

【大項目名】 分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

【中項目名】 超電導薄膜限流器研究開発

【研究代表者】 山崎 裕文（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 山崎 裕文、

Develos-Bagarinao Katherine、

馬渡 康徳、大木 康太郎、海保 勝之、

中川 愛彦、淵野 修一郎、新井 和昭、

古瀬 充穂、名取 尚武、岡野 眞
 (エネルギー技術研究部門)、
 真部 高明、相馬 貢、山口 巖、
 熊谷 俊弥、近藤 和吉、神谷 国男
 (先進製造プロセス研究部門)
 (常勤職員10名、他7名)

〔研究内容〕

分散電源の連系に伴う短絡事故電流の増大対策として、通常時は低インピーダンス、短絡時に高インピーダンスとなって事故電流を抑制する限流器の導入が有望であり、大面積超電導薄膜を用いる限流器が、信頼性・性能・体積・大容量化の観点から優れている。高信頼性の薄膜限流器を低コストで製作して実用化するための中核技術を確立することを目的とし、平成18年度は以下の成果を得た。

- 1) 低コスト塗布熱分解法 (MOD) 法によるサファイア基板上大面積 YBCO 薄膜の量産技術向上に関して、4 cm×20 cm サイズ等の大型長尺矩形基板で、膜全面での高臨界電流密度 J_c (>2 MA/cm²) かつ、高い J_c 均一性を持つ膜を作製した。結晶配向制御中間層製膜装置を導入し、YBCO/CeO₂/配向性 MgO 多層膜をアルミナ焼結体基板上に作製した。熱処理工程における雰囲気調整用ガスの使用量を大幅削減可能な流量制御減圧焼成炉を開発し、2 cm×12 cm のサファイア基板上へ $J_c=3.0\pm0.3$ MA/cm² の YBCO 膜を作製した。
- 2) 合金分流層を用いる高容量密度限流素子について、限流時の常電導伝搬挙動と温度分布特性を把握した。1 cm×10 cm への大容量化で、外付け抵抗を接続する素子単位長を5 cm とした2直列素子を構成し、 >45 V_{peak}/cm の高い許容電界を確認した。大面積パルスレーザー蒸着法により、多層構造の採用で、高い ($J_c \times$ 膜厚) ≈ 140 A/cm を有するサファイア基板上 YBCO 薄膜を得た。
- 3) 限流器固有の動作に対応した、限流動作時にも常に温度を一定に保てる可能性のある固液2相窒素について、非常に簡便な製造方法を考案した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 限流器、超電導薄膜、YBCO、MOD、限流素子、合金分流層、コスト、冷凍システム

〔大項目名〕 分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

〔中項目名〕 小型フレキシブル熱電併給システムの開発

〔研究代表者〕 袖岡 賢 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 袖岡 賢、吉田 博夫、壹岐 典彦、松沼 孝幸、井上 貴博、鈴木 雅人、前田 百合子、川添 美智子、

林 修一、李 海鷹
 (常勤職員6名、他4名)

〔研究内容〕

有限な化石資源の有効利用並びに環境汚染防止の観点から小型分散型熱電併給システムの導入が急務となりつつある。特に、その普及のためには、総合エネルギー利用効率を高いレベルで維持しつつ稼働するシステムが必要となる。このためにエネルギーロスの発生要因となる需要変動に対応して迅速かつ高い効率で追従できるシステムが求められているが、現状ではまだ決定版といえるものは確立していない。マイクロガスタービンは、他の原動機に比べ、ピーク燃焼温度が低いため排ガスがきれいである (低 NO_x)、騒音対策が容易である、燃料多様性を有する等、数々の優れた特徴を有しているが、現状では、熱効率の面ではガスエンジン等の他の原動機に歩及ばず、しかも部分負荷運転時には熱効率がさらに低下するという問題を抱えており、分散型エネルギーネットワークに組み込んで、負荷平準化に寄与するには、必ずしも適したシステムとはなっていない。本研究開発では、既存のマイクロガスタービンをベースに、トータルの熱効率を向上させるとともに、部分負荷時の効率低下を最小にすることにより、負荷平準化に適した分散型熱電併給システムの要素技術を開発することを目的とし、可変サイクル機構を組み込むことにより、燃料多様性に優れ、部分負荷時にも熱効率の低下が少ないマイクロガスタービンベースの熱電併給システムの要素技術開発を行った。具体的には、アクチュエータの構造及び材料を選定し、試作と機能確認を行った。メタン及び液体燃料に対応した小型マルチフェューエル燃焼器の一次設計を行い、燃料噴霧状態を調べ、予混合気形成のための基礎データを収集した。高温部材用に酸化物系複合材料及びアブレイダブル材料の開発を行い、これらが一体成形可能であることを確認した。さらに、モデルタービンにより延べ30時間弱の耐久試験を行い、セラミクローター及びベーン改良設計を行うとともに、パラメトリックスタディーにより熱電併給システムの効率に影響を及ぼす因子の抽出を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロガスタービン、セラミック金属ハイブリッド構造、マルチフェューエル燃焼器、高温流体アクチュエータ

〔大項目名〕 エネルギー・環境技術標準基盤研究

〔中項目名〕 大面積超電導膜の臨界電流密度とその分布の測定方法

〔研究代表者〕 山崎 裕文 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 山崎 裕文、馬渡 康徳、Develos-Bagarinao Katherine、大木 康太郎、中川 愛彦、幸坂 紳 (常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

大面積超電導薄膜をマイクロ波フィルターや超電導限流器に応用する際に、臨界電流密度 (J_c) 及びその分布を正確に把握して、膜質を厳密に管理することが重要である。そのためには、非破壊的に局所的な J_c を測定できる誘導法が適しており、第3高調波誘導電圧を用いる方法が主として用いられている。しかし、現在まで標準的な測定法が確立しておらず、 J_c を決定する基準がいまいであるだけでなく、正確な測定が行われていない。当グループでは、これまでに、この測定法の基本原理を明確にするとともに、コイル励磁電流の周波数を変えて複数回の測定を行うことにより、試料の不均一性の指標である電流電圧特性を測定できることを示した。本研究は、大面積薄膜の J_c 及びその分布の測定について、測定原理に基づき正確に J_c を与える測定法を提案し、求められる測定精度を有し、再現性のよい測定方法として確立して、国際規格原案を作成・提案することを目標としている。平成18年度は、大小2つの典型的なサイズの測定コイルを製作し、どのような仕様のコイルが適当であるか調べた。標準コイルを製作し、それを用いて、関係者でラウンド・ロビン・テストを行った。提案する規格原案の素案ドラフトを作成し、IEC/TC90超電導委員会国内技術委員会の WG8 (表面抵抗) で審議すると共に、ラウンド・ロビン・テスト関係者で検討した。金属基材上の YBCO テープ線材の J_c 及び n 値 (べき乗の電流電圧特性 $V \propto I^n$ の指数) の分布測定が可能であることを実証するとともに、薄膜の J_c の磁界角度依存性を自動的に測定するシステムを構築し、多数の薄膜について測定した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 誘導法、臨界電流密度、超電導薄膜、第3高調波誘導電圧、標準測定法

〔大項目名〕 エネルギー・環境技術標準基盤研究

〔中項目名〕 分散電源対応限流器の性能評価方法

〔研究代表者〕 荒井 和雄

(パワーエレクトロニクス研究センター)

〔研究担当者〕 樋口 登、梅田 政一、淵野 修一郎

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

限流器を IPP 等電源側に導入した場合を想定し、配電系統において1線から3線地絡ないしは短絡事故が発生した時の限流器の各相の限流電流と電圧の計測方式、などを含む限流器の特性評価方法の標準化を目標として研究を実施した。そのため、三相200 V 級で常電導交流リアクトルを使用した共振切り替え型限流器を製作し、上記計測方式、限流器評価方法確立のための研究を行うとともに、遮断器との協調性に関する計測方式、限流評価方法の確立に向けて研究を実施した。その結果、下記の結論を得た。

計測方式は電圧、電流を市販のロックインアンプ及びデジタル波形記憶装置で限流器入力及び限流器両端電圧、電流を定常、限流、復帰運転中に計測して、そのデータを解析する事により、限流器評価を実施することが最も精度よく簡便な計測方式であることを実証した。限流器の評価項目は、限流開始電流、最大限流電流、最大限流電流への到達時間及び復帰時間の計測が必要である。これらの計測は限流電流のデジタル計測データより求めることができる。

さらに限流器を系統導入するに当たって、系統模擬計算を行うのに必要な限流器の動的回路定数である限流時のインピーダンスと位相を評価する必要がある。

200 V 級三相常伝導 LC 共振型限流器について計算機シミュレーションを実施した。その結果、定常、限流、復帰運転モードで、計算結果は実験から得られたアレスター電流、限流電流パターンと一致した。これにより評価法の妥当性が確認された。

〔分野名〕 環境・エネルギー、標準・計測

〔キーワード〕 限流器、評価法標準化、分散電源

〔大項目名〕 エネルギー・環境技術標準基盤研究

〔中項目名〕 発電プラント配管を伝わる超音波映像化方法及び亀裂検査方法の標準化

〔研究代表者〕 高坪 純治

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 高坪 純治、宮内 秀和、卜部 啓、

遠山 暢之、永井 英幹、李 政律

(常勤職員6名、他1名)

〔研究内容〕

(1) 目標

発電プラント配管の定期検査で広く使われている超音波探傷法は非常に高度な技術を要求される検査法であり、測定者の技量によって検査結果にばらつきが生じることが問題になっている。本研究では、誰が測定しても同一の検査結果が得られ、かつ、非熟練者でも測定可能な分かりやすい検査法の確立を目指して、配管損傷部を伝わる超音波を映像化する方法の開発と、測定された映像を用いてひび割れを検査する方法の規格化を目指す。

(2) 研究計画

パルスレーザー光を検査体表面上で非接触走査して熱励起超音波を発生させ、その伝搬信号を固定点に取り付けた圧電センサで検出する方法により、配管を伝わる超音波を映像化する方法を開発する。本映像化方法の性能試験を行い測定方法の規格化を進めるとともに、人工き裂を導入した試験片を用いてき裂と測定映像・画像との対応を調査・検討し、配管のひび割れの有無を判定できる検査方法を開発する。

(3) 年度進捗状況

3次元任意形状物体表面を伝わる超音波を映像化す

るパルスレーザーシステム技術を開発した。本映像化システムを用いて人工欠陥周りを伝わる超音波伝搬映像を計測し、欠陥検出への適用性を検討した。人工欠陥材として、底面スリットき裂を有するアルミニウム平板、内面に人工腐食を有するステンレス鋼エルボ管、スリットき裂を有する炭素鋼 T 継手などを用意し、いずれの欠陥からの超音波散乱波も映像化することができ、本手法が欠陥検査のための有効な手法であることを確認した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 超音波、非破壊検査、可視化、レーザー、配管、き裂

— 中小企業産業技術研究開発委託費 —

・地域中小企業支援型共同研究開発

[研究題目] パスウェイ解析用 DNA チップ並びに簡易型 DNA チップ解析装置の開発

[研究代表者] 小松 康雄

(ゲノムファクトリー研究部門)

[研究担当者] 小島 直、平野 悠、丹羽 修、飯島 誠一郎、澤口 隆博、佐藤 縁、水谷 文雄 (兵庫県立大学大学院物質理学研究科) (常勤職員9名、他3名)

[研究内容]

目標:

種々のパスウェイの遺伝子発現を高感度に検出するための遺伝子解析技術を確立し、それに基づいた新たな製品を市場に供給することを本研究課題の目的として本年度の開発に取り組んだ。

研究計画:

パスウェイ解析に採用する遺伝子を選択し、それらを検出するためのオリゴプローブの配列設計と合成を行う。また、簡易型 DNA チップ解析装置に関して、表面プラズモン共鳴 (SPR) 法、及び電気化学法を利用した新規な遺伝子検出技術の開発を行う。

年度進捗状況:

パスウェイ解析に必要な遺伝子コンテンツを選定し、それぞれの遺伝子に特異的なオリゴプローブの配列設計、合成を行い、約4000種類の遺伝子に対応するオリゴプローブを合成した。続いて、一枚のプラスチック基板を4ブロックに分け、それぞれのブロックにこれらのオリゴを固定化した DNA チップ試作 ver.1を完成させた。

試作 ver.1を生体サンプルによって評価した結果から、設計不良のオリゴプローブを見出し、これらに関して再設計、再合成を行った。この再合成オリゴ1000本を固定化した DNA チップを新たに作製し、その再設計プローブの再検査を行い、パスウェイ解析に必要なオリゴプローブの配列設計を完了させた。

プローブとターゲット DNA とのハイブリダイゼーションを、SPR 及び金属イオンの酸化還元反応を利用し

た電気化学法による検出を検討し、微細加工法を用いたマルチ電極、マルチ SPR デバイスの試作品を評価した。さらに、ダイヤモンド電極とメディエーターを利用した高感度化検出技術の開発を行った。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] オリゴヌクレオチド、アミノ基、DNA チップ、遺伝子解析、SPR、電気化学

[研究題目] パスウェイ解析用 DNA チップ並びに簡易型 DNA チップ解析装置の開発

[研究代表者] 丹羽 修 (生物機能工学研究部門)

[研究担当者] 澤口 隆博、佐藤 縁、飯島 誠一郎、丹羽 修、矢吹 聡一、関口 勇地、石田ネイデ美穂 (常勤職員6名、他1名)

[研究内容]

現在の DNA チップ解析装置のほとんどは、あらかじめ蛍光色素で標識したターゲット DNA を解析するタイプであるが、ターゲットを蛍光標識する操作が煩雑であり、また蛍光測定部が大型で高価である等の欠点がある。そこで、本研究では、標識を必要とせず簡便な操作でハイブリダイゼーションを識別する新規 DNA 検出法の開発を目指した。具体的には、(1)電気化学的手法と表面プラズモン共鳴 (SPR) を用いたプローブとターゲット DNA のハイブリダイゼーションの検討、(2)金属イオンの酸化還元反応を利用した電気化学法、あるいは SPR 法による簡易で高感度な DNA チップの開発、(3)微細加工法を用いたマルチ電極、マルチ SPR デバイスの試作を行った。

まず、プローブ DNA 固定化電極で各種金属イオンの電気化学反応を調べた結果、特定の金属イオンについては、プローブと目的遺伝子のハイブリダイゼーションによって、電気化学反応が抑制されることが分かった。実験条件を検討し、金属イオンの酸化還元電位、電気化学反応の電気量、等を比較することで、ハイブリダイゼーションの検出が可能であることを確認した。これらの電気化学信号の差異を計測することでターゲット DNA 濃度 $2 \mu\text{M} \sim 90 \mu\text{M}$ でハイブリダイゼーションを検出することができ、また、ハイブリダイゼーションしない DNA ターゲットの影響を受けずに判別可能であることが確認された。さらにこの過程における屈折率変化を、SPR 法で測定した。次いで、この方法で4種類あるいは9種類の DNA 検出を行うマルチ電極チップの設計、試作を行った。また、SPR 法についてもマルチ化 (多点測定) に対応した局在プラズモン共鳴に基づく、新規なデバイス構造を考案し、測定系を立ち上げることに成功した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] DNA、ハイブリダイゼーション、電気化学検出、表面プラズモン共鳴 (SPR) 法、マルチ電極

〔研究題目〕 直接通電型高温高压装置に関する研究開発

〔研究代表者〕 鈴木 明

(コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕 鈴木 明、畑田 清隆、川崎 慎一郎、若嶋 勇一郎、渡邊 純一、東ヶ崎 等、高橋 道夫、小島 保俊、桜澤 滋、横井 哲郎、飯島 清

(常勤職員3名、他8名)

〔研究内容〕

本研究では、産総研が有する高温高压マイクロリアクタやマイクロ熱交換器技術を基に直接通電技術との複合化によって、従来装置を凌駕する性能の超臨界水製造装置、超臨界水反応試験装置を開発するとともに、汎用的な使用が可能となる高压デバイス部品群の開発を行い、それぞれの商品化を目指すことを目的とする。

始めに、直接通電技術に関する共通検討課題として、通電材質の選定検討、通電デバイス構造の最適化検討、安全設計検討及び制御設計検討を行い、その結果に基づいて、各共同研究先が具体的な装置化の検討を実施した。直接通電型超臨界水製造装置に関しては、設計温度 650 °C一定で流量・圧力に応じて4タイプを計画し、そのうち2タイプ (50 cc/min・6,000 psi 及び100 cc/min・10,000 psi) を試作、加熱能力並びに安全運転性の検討を通して商品化を行った。直接通電型超臨界水反応試験装置に関しては、設計条件を50 MPa・500 °Cとして、純水、原液、第3成分とも20 cc/min の供給ができる一体型反応装置として計画・製作を行い、基本性能を確認した。また、本装置開発に連動して特殊保圧弁 (耐超高压) の開発にもチャレンジし、300 MPa 対応の保圧弁の開発に成功した。さらに、高压デバイス群の開発に関しては、内径高精度細管及びライニング細管の商品化を行い、合わせて特殊継ぎ手として、電気絶縁型及び超高压型の検討を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超臨界水、マイクロリアクタ、マイクロ熱交換器、直接通電

〔研究題目〕 高速レーザー処理法の開発、及び、着色部の高機能化・耐久性向上技術の開発

〔研究代表者〕 加納 誠介

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 加納 誠介 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

ステンレス鋼など金属の局所加熱や微細パターンニングによって、光の干渉作用を利用した着色加工が可能なが知られている。近年干渉色とは異なる、すなわち光の入射角度によらず一定の色で発色する着色が可能となってきた。本研究ではこの発色メカニズムを解明するとともに、得られた知見を基にプロセスの高速化を図る

技術開発を行った。

用いた金属は各種ステンレス鋼 (ニッケルを含有しないものを含む) と軟鋼 (鉄98 %)、ニッケル板、クロムめっき材で、波長1.06 μm の高繰り返しパルスレーザーを大気中又はアルゴンガス気流中、酸素ガス気流中で照射した。

その結果、形成された着色層は低エネルギー照射では、これまで同様光の干渉による着色が認められたが、照射エネルギー総量が多くなると干渉によらない着色が認められた。同一着色で比較した場合には、大気中よりも酸素ガス気流中でのプロセスの方が短時間低エネルギーでの着色が可能である事が明らかとなった。また、アルゴンガス気流中ではほとんど着色せず表面へのパターンニングによる干渉がはっきりと現れた。X線回折測定、ラマン分光測定、赤外吸収分光測定、及びXPSによる結合エネルギー測定の結果、これらの着色層は複数の多結晶酸化物から構成されていることが分かった。これらの結果から、本方法では酸化物の色を直接観察していると考えられる。

今後は、プロセスの高速化に向けたエネルギー照射条件の検討並びに高速プロセスに適した装置の開発、並びに、高速化に伴う着色層の品質低下を測定し改善策を検討するなど、プロセス並びにプロセス装置及び着色加工物の製品化に向けた研究へと展開を図る計画である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 レーザーマーキング、ステンレス鋼、酸化物被膜

〔研究題目〕 高速レーザー処理法の開発、及び、着色部の高機能化・耐久性向上技術の開発2

〔研究代表者〕 佐藤 正健 (光技術研究部門)

〔研究分担者〕 佐藤 正健、加納 誠介 (先進製造プロセス研究部門) (常勤職員2名)

〔研究内容〕

ステンレス鋼などにレーザー照射によって誘起される金属の局所加熱や微細パターンニングによって、光の干渉作用を利用した着色加工が可能なが知られている。近年干渉色とは異なる、すなわち光の入射角度によらず一定の色で発色する着色が可能となってきた。本研究ではこの発色メカニズムを解明するとともに、得られた知見を基にプロセスの高速化を図る技術開発を行った。従来法では赤外域のレーザー光が用いられてきたが、可視～紫外域のレーザー光によるステンレス鋼の着色効果について検討を行った。その結果、これらの波長域のレーザーによっても形成された表面の酸化物皮膜の形成にもとづいた着色層が得られることが明らかになり、さらに得られる着色について分光測色計を利用した解析を行ったところ、赤外レーザーを用いた場合より、紫外レーザーを用いた場合の方が彩度が高い着色を得られることが明らかになった。また、着色条件の最適化によって従来

法と比較して最大4倍のプロセス高速化に成功した。今後は、更なるプロセスの高速化に向けたエネルギー照射条件の検討並びに高速プロセスに適した装置の開発、並びに、高速化に伴う着色層の品質低下を測定し改善策を検討するなど、プロセス並びにプロセス装置及び着色加工物の製品化に向けた研究へと展開を図る計画である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レーザーマーキング、ステンレス鋼、酸化物被膜

【研究題目】 高速加工用プロトタイプ機の試作、及び、各種金属材料への発色技術開発

【研究代表者】 佐藤 正健（光技術研究部門）

【研究担当者】 佐藤 正健（常勤職員1名）

【研究内容】

ステンレス鋼など金属へのレーザー照射によって誘起される局所加熱や微細パターンニングによって、光の干渉作用を利用した着色加工が可能なが知られている。近年干渉色とは異なる、すなわち光の入射角度によらず一定の色で発色する着色が可能となってきた。従来、着色が試みられてきた金属はステンレス鋼、及び、チタンに限られていた。本課題では、レーザー着色技術の汎用性を拡大するためにステンレス鋼以外の各種金属に対する着色効果について検討を行った。ステンレス鋼に対する良好な着色層形成が可能であった紫外レーザー光を用いて、鉄、ニッケル、クロム、銅、チタン、及びそれらの合金類、あるいは、メッキ材に対する着色について検討したところ、ステンレス鋼以外の金属に対しても着色が可能であるが、得られる着色は金属の組成に依存したものになることが明らかになった。この結果からも、ここで得られている着色が干渉による構造色のみにもとづいたものではなく、物質色を反映したものであることが明らかになった。色合いは違うものの着色は可能であることが明らかになったため、着色技術の汎用性は広がったということが出来る。さらに、高速加工に利用するレーザーの最有力候補であるグリーンレーザーを利用した着色装置を開発し、各種着色が可能であることを明らかにした。今後は、照射条件の検討並びに高速プロセスに適した装置の開発、を検討するなど、プロセス並びにプロセス装置及び着色加工物の製品化に向けた研究へと展開を図る計画である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レーザーマーキング、ステンレス鋼、酸化物被膜

【研究題目】 小型高性能推進器を搭載した産業用無人飛行体の開発（小型高性能ジェット推進器の開発）

【研究代表者】 岩田 拓也（知能システム研究部門）

【研究担当者】 岩田 拓也、箱島 秀昭

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

ロボット飛行体が実用となる100 kgの資材を運ぶ作業には、小型高性能の推進器が不可欠である。従来のプロペラ推進器やヘリコプターでこの要求を満たすには、推進器、機体とも大型かつ大重量となる。また、高速回転するプロペラやローターがむき出しのため、離陸着陸時の安全性に問題がある。これに対し、ジェット推進器は、小型軽量でありながら推進力が大きく、エンジントラブルも少なく、回転部が外部に露出しない構造のため、離陸着陸時の安全性が確保されるなどの利点がある。しかし、現在入手可能な外国製のジェット推進器は、高騒音や高温排出ガス、燃費などの課題があることから、騒音の低減技術開発、高温排出ガスの急速低温化技術開発などの研究開発を行い小型高性能ジェット推進器の国産化を計画した。

炭素繊維複合材製のエンジン筐体の設計、製作、を行い、プロトタイプの開発を行った。その結果、量産可能な知見が得られたため、実用化可能な量産型の設計を行い量産型静音ジェットエンジン6基の製造に成功した。開発したジェットエンジンの防音特性であるが、周波数特性の異なる吸音材の複合により最高20 dbもの騒音低減を記録した。また全方位において近距離で平均10 dbの騒音低減が見られた。高温排出ガスの冷却性能であるが、熱電対及びパイロメーターでの測定により、筐体表面においては30℃以下、エンジン後方100 cmにおいては、40℃程度の温度を実現した。国産化のための研究開発として、地域中小企業によるマイクロジェットエンジン製造技術の追試を行い、参加企業が精密機械加工技術における知見を得ると共に実際のジェットエンジン製作に成功した。また国産化に必要なベアリング技術に関する分析と実際に製作に成功したジェットエンジンへの適応を行った。その結果、必要な精度、耐熱性、耐久性、サイズ、潤滑、冷却などの技術的知見が得られた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 飛行ロボット、ロボット飛行体、無人航空機、静音ジェットエンジン

【研究題目】 小型高性能推進器を搭載した産業用無人飛行体の開発

【研究代表者】 岩田 拓也（知能システム研究部門）

【研究担当者】 岩田 拓也、箱島 秀昭

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

近年、環境観測、火山や水害等の調査、送電線等のインフラ保守、農作業などへの産業用無人飛行機(UAV: Unmanned Aerial Vehicles)の利活用が急速に進んでいる。しかしながら、現在使用されている産業用無人飛行機は、燃料を含めたペイロード(積載可能重量)が

30 kg 以下と小さいため、ペイロードの大きな産業用無人飛行機に対するニーズが高まっている。本研究では、物資を効率的かつ低コストに空中運搬可能な新型の産業用無人飛行体を研究開発することにより、農薬散布はもとより、山間過疎地、離島、湖沼の対岸、海洋の漁船への生活物資輸送や、陸上交通が断絶した被災地、危険地域などへの緊急物資輸送に対応可能な新しい空中運搬システムを確立し、新たな産業の創出を目標としている。研究計画は、産総研独自の振り子安定制御方式の産業用無人飛行体を制御する制御回路の設計開発、組込みマイコン搭載の制御基板の試作製作、専用アクチュエータの開発、無線通信制御技術、アクチュエータ制御試験、自動姿勢制御技術という順序で効率良く達成された。特に今年度の新設計により開発した新型電子制御基板は、飛行体に搭載し試験することにより、従来回路とアクチュエータの問題点の切り分けができなかった領域において、明確な解が得られ、その結果アクチュエータの大幅な設計変更と改良に成功した。開発した翼を動かすアクチュエータは、巨大なトルクの発生と応答スピードを両立させる独特の構造と制御アルゴリズムを備えている。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 飛行ロボット、ロボット飛行体、無人航空機、自動姿勢制御

【研究 題目】 ネットワークノードを用いた応用実用化研究／センサーネットワークを利用した橋梁環境管理システム

【研究代表者】 池田 喜一（知能システム研究部門）

【研究担当者】 大場 光太郎、谷川 民生
（常勤職員2名）

【研究 内容】

本研究は、茨城県における橋脚などの老朽化に伴い、早急に必要とされている橋梁などの振動を計測するシステムを構築し、実際の橋梁に設置して実証を行うことを目的とする。ここではまず、茨城県土木部、企画部、商工労働部を対象として、センシングで実現することのできる既存業務の高度化可能性調査から始めた。この調査を通して、既に確実なニーズのある橋梁点検評価業務を始めとして、センシング技術を導入することのできる業務分野とその内容を把握し、加速度計による橋梁振動・橋梁塗装面の劣化・CO₂計測に関しては基礎実験を進めた。続いて、県施工の橋梁にセンサシステムを設置して、構造物からの実データ取得を行った。どの位置（部材）にどの程度の密度でセンサを設置すれば、現状業務のどのプロセスの効率向上と高度化が望めるのか実証実験を行った。続いて、橋梁に特化したデータ取得からサーバにおける分析ソフトウェアの構築を行い、一連の計測分析作業がクローズするプロトタイプパッケージの実験を行った。また、県内各所の多くのデータを統合化する方針も議論し、GIS などを用いた橋梁履歴情報との対応

を検討した。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 センサーネットワーク

【研究 題目】 ネットワークノードを用いた応用実用化研究／屋内測位システムの開発

【研究代表者】 池田 喜一（知能システム研究部門）

【研究担当者】 大場 光太郎、金 奉根
（常勤職員2名）

【研究 内容】

本研究では、屋内測位及びモニタリングシステムの基板となる無線通信プラットフォームを構築することを目的とする。産総研で別途開発したネットワークノードを用い、屋内における人の位置情報を管理するためのシステムを開発するために、ネットワークノードが利用している微弱無線の特性を評価するため、ソフトウェアシミュレーションを行い、ネットワークノードとアクセスポイントの最適配置の設計の検討を行った。また、実際に複数の人間が移動するオフィス環境に、ネットワークノードとアクセスポイントを敷設し、環境内での無線環境の特性の評価を行った。具体的には、①従来のパソコン管理ソフトウェアとは異なり、Active型RFID・アクセスポイントとの組み合わせにより利便性に優れたシステムの実用化、②トレーサビリティシステムとしての高精度化、③メンテナンス性に優れたシステムの実用化、である。

結果としては、アンチコリジョンのアルゴリズムを提案し、そのアルゴリズムが実用上有効であることを示すとともに、ネットワークノードの電池寿命に関しては、実用に耐えうる仕様とするためには、さらに消費電力の低いデバイスの開発や、パワーマネージメント機能の追加などが課題であると考えられる。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 センサーネットワーク

【研究 題目】 ネットワークノードを用いた応用実用化研究／乳牛モニタリングシステムの開発

【研究代表者】 池田 喜一（知能システム研究部門）

【研究担当者】 大場 光太郎（常勤職員1名）

【研究 内容】

乳牛の牛乳生産効率を向上させるため、乳牛の発情期を検知するため、乳牛に加速度センサとネットワークノードを取り付けたシステムの開発を行った。ここではまず、牛に小型無線端末を取り付けるため、端末のハードパッケージ化を行った。また、通信プログラムを開発し、牛舎内にて実験システムを構築した。次に、加速度センサ付き小型無線端末を乳牛の鼻、首、左前脚に装着し、加速度をアクセスポイントで測定することにより、装着部位別に行動別加速度の特徴を知ることが可能となった。脚に装着した場合、歩行、立つ、座る場合に大きな変動

があったが、休息時にほとんど変動が検出されなかったことから、活動と休息を区別し発情時の行動変化を確認するためには脚が最も適当であると思われる。装着箇所の特長上、摂食、反芻についての検出は困難であった。鼻と首は立つ、座る場合に変動があり、歩行時にも検出されたが、明確な区分は難しいものの、摂食、反芻時とも少ない変動が長時間継続しており、ともに加速度の変化がほとんど見られない休息との比較で区分できると思われる。活動量として加速度を計測すれば、鼻、首でも発情時の行動変化を捉えられる可能性があるものと思われる。

【分野名】情報通信

【キーワード】センサーネットワーク

【研究題目】現場で使用可能な高精度計測装置と標準供給装置の開発／光通信網を利用した簡易型周波数標準供給装置の開発

【研究代表者】雨宮 正樹（計測標準研究部門）

【研究担当者】雨宮 正樹、今江 理人、藤井 靖久、鈴山 智也（常勤職員3名、他1名）
連携企業名：株式会社ジオファイブ、担当者：進 正明

【研究内容】

目標：

周波数計測器等を正常に動作させるためには基準となる信号（通常、10 MHz の基準信号）が必要になる。その基準信号は水晶発振器やルビジウム原子発振器、セシウム原子発振器等により得られ、周波数が安定で正確であるほど高価となる。一般に発振器は10 MHz から僅かにずれているため、基準にするためには装置を校正機関に持込んで校正値を知る必要がある。

本装置は光通信で用いられている従属同期網を活用することにより発振器を移動させることなく、現場で簡易に基準信号を利用できるようにすることを目的としたものである。本装置はルビジウム発振器の性能を凌ぎ、長期的な周波数安定度がセシウム原子発振器の性能に追従する性能（周波数安定度 10^{-12} （一日平均のアラン標準偏差））を目標とする。また、目標単価はルビジウムの1/3の20～30万円程度である（セシウム原子発振器に対しては1/30程度）。

研究計画：

(1) 簡易型周波数標準供給装置の基本仕様検討

本装置は、伝送路クロック信号を抽出し、そのクロック信号から10 MHz の基準信号を合成する装置である。まずこの装置に盛り込む機能と基本設計を行う。

(2) 簡易型周波数標準供給装置詳細設計/製造

(3) 装置基本特性評価

基本機能、性能（安定度、位相雑音等）の確認を行う。

(4) 従属同期網を用いた簡易型周波数標準供給の不確かさの解析と試験

従属同期網においては、従属発振器の安定性はセシウム原子発振器が設置される主局から遠方にある程、劣化する。その要因の解析と実験による検証を行う。
(5) 国内周波数偏差のサンプル点の構築と公表システム（ウェブ）の構築を行う。

年度進捗状況：

簡易型周波数標準供給装置（基準信号発生器）について以下の機能を実現した。

- (1) 通信信号に影響を与えない初段受信回路を実現
- (2) 通信のタイミング成分の安定な抽出法（非線形抽出）を確立
- (3) 高安定な10 MHz の基準周波数生成法を実現

上記の機能を盛り込んだ装置のプロトタイプを完成させ、基本的なデバッグをほぼ完了した。本機の販売可能な価格は30万円以下である。

また光ファイバの出力信号は温度変動により位相が変化するため、周波数安定度が劣化する。このため光ファイバ長と周波数不確かさの増加量についての解析を行い、一日平均によりアラン標準偏差、 10^{-12} 以下が可能であることを見出した。通信網におけるマスタークロックのある東京から最遠方の沖縄において周波数安定度の測定を行い実験的にも検証した。年度末において Web サイトの構築中であり、インターネットを利用したモニター実験に向け準備ができた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】時間周波数標準、基準信号、光通信、クロック、同期網、周波数安定度

【研究題目】現場で使用可能な高精度計測装置と標準供給装置の開発／可搬型低温任意温度校正装置の開発

【研究代表者】田村 収（計測標準研究部門）

【研究担当者】田村 収、中野 享、櫻井 弘久、田村 純（三興コントロール株式会社）（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

薬品製造、極低温冷凍庫利用分野の多くの生産現場では、 -80 °C から -150 °C の範囲の任意温度においてシース型温度計を校正するニーズが増大している。しかし、この温度範囲では、校正ニーズに応えられる既存の低温校正装置がない状況である。そこで、本研究では、 -80 °C から -150 °C の範囲でシース型温度計を生産現場で必要とされている 0.5 °C 以内の精度で校正するための温度制御技術を開発することを目標とする。

産総研ではこれまで -80 °C 以下の温度範囲でのカプセル型抵抗温度計の校正のために、液体寒剤が不要な機械式冷凍機を用いた校正装置を開発してきた。液体寒剤を用いないことから、シース型温度計を低温において効率的に校正する装置を開発する上でも、カプセル型抵抗温度計と同様に電源のみで動作する機械式冷凍機は最適

なものである。そこで、これまで産総研で開発した技術を応用し、機械式冷凍機を用いて、 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲でのシース型温度計を校正するためのプロトタイプの校正装置の設計を行った。目標最低到達温度を $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、その際の温度制御の安定度を $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内と設定し、冷凍機としては、校正する温度計への振動の影響を低減するためにパルスチューブタイプの機械式冷凍機を用いた。そのプロトタイプの装置を用いた結果、最低到達温度 $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ を実現し、目標となる $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ を十分満足出来ることを実際に確認した。また、温度制御の能力としては $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ において数 $10\text{ m}^{\circ}\text{C}$ の安定度で行えることを確認し、目標の必要精度 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内を十分満足できることが分かった。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 校正、温度計、低温

[研究題目] 現場で使用可能な高精度計測装置と標準供給装置の開発／光ファイバを用いた電波計測装置の開発

[研究代表者] 廣瀬 雅信（計測標準部門）

[研究担当者] 廣瀬 雅信、黒川 悟、川西 哲也、安達 雅浩（常勤職員2名、他2名）

[研究内容]

商取引や品質管理等では計測装置の精度が重要であり、これが保証されることにより人々が安心して安全な生活を過ごすことができる。このため現場で使用可能な精度のよい標準供給器、計測器の開発と普及が、機動的・機敏な開発ができる中小企業によって行われることが重要である。これを標準アンテナの分野で実現するために、高精度な又は安価な電波環境測定装置の開発を行い、現場で必要な電波環境を正確に把握することにより正確な校正を可能にすることを目標とした。

このため、産総研が有する光ファイバによるマイクロ波伝送技術を用いたアンテナ特性などの計測技術をシステムとして開発すること、及び、それを機器に組み込むことが可能な形状等にする開発を行った。これにより電波関連計測機器の市場を持っている中小企業の装置に組み込むことを可能とした。本システムは、従来使用されている金属線の同軸ケーブルを誘電体の光ケーブルに置き換えることを実現したものである。これによりアンテナなどから装置まで引き回されるケーブルによる測定への影響を無くし、高精度の測定を実現した。このシステムの開発に際しては、情報通信機構の開発した高効率変調器と京都府中小企業技術センターの開発した光多重伝送技術の一体化も行った。

また、新構造の光 RF 変換器を開発して、これを利用した電波暗室内での電波伝搬状況を測定する装置の開発を行い、3方向から同時にアンテナに測定される電波を検出できることを実証した。これにより電波暗室の性能評価が可能となった。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] マイクロ波計測、光ファイバー通信、電波方向探知

[研究題目] 木質材料の高機能化並びに高度利用技術の開発／含浸による高機能木質材料の開発

[研究代表者] 金山 公三

（サステナブルマテリアル研究部門）

[研究担当者] 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行、高尾 泰正、春日 二郎（常勤職員4名、他1名）

[研究内容]

平成12年に建築基準法の一部が改定され、木材などの有機物でも一定の基準を満足すれば不燃材料としての認定を受けられるようになった。これにともない、木材の難燃化、不燃化に関する研究が盛んに行われるようになったが、注入した薬液の影響によって、製品表面に薬剤の白色粉末が析出する“白化現象”や薬剤の潮解による“べたつき”が生じるなどの使用時の問題点を改善する技術は未だ開発されていない。そこで本研究では、薬液含浸処理及び乾燥・熱処理などの処理条件の再検討と注入する薬剤を改良することによって、上述した不燃木材に内在している問題点の解決を試みた。概略は下記5点のとおりであった。

- ① 細胞中における液体移動の可視化・連続的観察による木材中の物質移動機構の検討
ヒノキ心材部（易浸透性）とベイマツ心材部（難浸透性）から得た試験片を用い、重量評価法及び可視化・連続的観察法によって浸透性の調査・評価を行った。毛管圧浸透法と減圧注入法の2条件を行った。減圧のそれとの比較より、毛管圧浸透法での注入量は熱水抽出、横圧縮処理の順に大きく減圧注入法では横圧縮、熱水抽出処理の順であり、両者で異なった。この原因を動的観察による仮導管先端部での液体停滞時間などから追究した結果、液体通路のぬれの状態が毛管圧浸透において重要な浸透因子になること、減圧注入の場合は閉鎖壁孔の開放が重要な浸透因子になることを明らかにした。
- ② 薬液注入後の木材の乾燥技術の向上に関する検討
実用レベルでの高温乾燥では木材に大きな着色は生じないことが明らかとなった。また、高温乾燥した材内部には、表層部に圧縮セットが、心材部に引張応力が形成されていることがわかった。この結果から、材面割れを防止させるためには乾燥中期から後期の乾燥条件が重要であることがわかった。
- ③ 高温乾燥・熱処理による木材の物性変化の検討
急激な温度変化や水分変化を経験した直後の木材の流動性は極めて大きく、弾性率は低くなることを様々な温度、水分域について明らかにした。そして、これ

らの状態にある木材の微細構造レベルでの情報を種々の検討結果から得た。そして、このような原因が生じる機構について熱力学的な考察及び検討を行い、機構の解明に関する多くの情報や知見を得た。

④ 薬液注入量に及ぼすロールプレス前処理の影響についての検討

減圧処理のみと比較して、ロールによる予備圧縮を行い減圧したものは、心材・辺材ともに薬液注入量が増加した。特に心材においては、増加量が大きかった。またこの注入量は、減圧後に加圧したものとほぼ同じ値となった。これらのことから、ロールによる予備圧縮は加圧含浸法と同程度まで薬液注入性が改善できることが明らかとなった。また心材においてその効果が顕著であり、これまで利用困難とされてきた心材の有効利用に役立つことが考えられた。

⑤ 不燃薬液に関する各種の検討

寸法安定化や表面塗装のはく離防止のための吸湿性の低下技術として、助剤の種類を変更することにより、不燃の基準をクリアすると同時に材の平衡含水率を低下させることを可能とした。

耐久性・防蟻性能の検討では、新規の薬剤への浸漬を行うことで、その不燃薬液の完全な溶脱を防ぎ、このことによって腐朽性・防蟻性能を向上させることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 不燃木材、薬液含浸、可視化注入

【研究題目】 木質材料の高機能化並びに高度利用技術の開発／圧密による高機能木質材料の開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行、高尾 泰正、西村 交平、伊藤 隆行、森本 勝弘（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

木質材料の高機能化は、それらの利用拡大の観点から数多くの研究がなされ、特に国産の軟質なスギやヒノキを高強度化する手法として圧密加工の実用化が期待されている。しかし従来の圧密加工はバッチ式プレスを用いた処理が一般的であり、プレス内にて木材を拘束した状態で軟化、圧縮変形加工、形状固定処理、冷却を行うために全工程には数時間を必要とし生産性が低い。そこで、本研究では圧密木材を高効率で製造する新技術として、材料に穿孔加工を施してバッチ式プレスで加工する方法と、ロールプレス装置を用いた方法に取り組んだ。

穿孔加工を施した木材を圧密する方法については変形に必要な圧縮力を低減できる事に加えて、冷却工程の短縮化が可能である。従来の方法では、変形加工後の冷却工程を短縮すると材料内部の蒸気圧によって膨張や割れ

を引き起こしていた。穿孔加工を施す事で材料内部の水蒸気圧力の短時間での開放が可能となり、冷却・再加熱を省いた短時間省エネルギータイプの加工サイクル実現の可能性が確認できた。

ロールプレス装置を用いる方法では連続的に圧密加工を施す事が出来るので高速化が期待できる。しかし、処理が短時間のため材料内部までの加熱が不十分となりやすく、圧縮加工後の変形回復が大きくなることもあった。目標厚さの圧密を実現するためには、各種条件の検討が必要であった。すなわち、材料の条件やロールプレス装置の処理温度、処理速度等、様々な要因が影響するため、圧密加工条件の最適化が必要であり、これらは複雑な条件となったので、更なる解析に基づいた簡易化が必要と考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 圧密加工、高温ロールプレス、形状固定

【研究題目】 木質材料の高機能化並びに高度利用技術の開発／マイクロ波を用いた高精度過熱水蒸気発生装置の開発

【研究代表者】 平尾 喜代司

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 平尾 喜代司、吉澤 友一、福島 学、日向 秀樹（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

高温過熱水蒸気は、有害物質や産業廃棄物等の高温分解、医療廃棄物や医療器具の高速殺菌洗浄、バイオマスの水蒸気改質によるガス化、活性な高温水蒸気を反応場として利用した高機能粉末の創製など幅広い分野での応用が期待されている。高温過熱水蒸気を発生させる小型の装置として近年多くの企業により高周波加熱を用いる方法が開発されている。これらの装置ではカーボンや金属がヒータとして用いられており、このため活性な高温過熱水蒸気でヒータが腐食され、実用上の最高使用温度は600～800℃程度に制限されていた。本研究開発では、従来の過熱水蒸気発生装置では困難であった、高い温度精度で1,000℃付近の高温過熱水蒸気の製造を可能とする装置の開発を目的とした。

開発した高温過熱水蒸気発生装置は、石英ガラス管の内部（流路管）に誘電損失の小さな断熱材を組み込み、その内部にマイクロ波吸収効率の高い炭化ケイ素系セラミックスをヒータ材料として挿入した構造をもつ。石英ガラス製の流路内に低温飽和水蒸気を送り込み、マイクロ波照射により加熱されたヒータ部を通過させることにより、ヒータ上部で1,000℃を超える過熱水蒸気の製造が可能であることを確認した。マイクロ波チャンバー内の流路管内では、過熱水蒸気による熱処理とマイクロ波照射を同時に行うことができ、被処理物と水蒸気との反応が促進されることが期待される。そこで、脱脂綿などの炭化実験を行った。過熱水蒸気とマイクロ波照射を同

時に行った場合、従来の過熱水蒸気による処理に比べて、より低い温度で500 m²/g を超える比表面積をもつ活性炭を得ることができた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロ波、過熱水蒸気、セラミックス、活性炭

〔研究題目〕 心筋梗塞超高速診断装置の製品化

〔研究代表者〕 片岡 正俊

(健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 片岡 正俊、梶本 和昭、日野 真美

(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

心筋梗塞をはじめとする心疾患は日本人死亡原因の第二位になっており、特に心筋梗塞では、発症後早期の診断と治療が予後を大きく左右する。現状では心筋細胞に特異的に発現し心筋梗塞の組織破壊により早期に血中に放出される H-FABP を対象にして、免疫クロマトグラフィーを利用した簡易検出キットが市販されている。しかしながらこの市販キットは血中の H-FABP の有無を判定するのみで、判定に15分を要しさらに定量性がなく、梗塞部位の大きさの推定には用いられない。そこで迅速・高感度・省サンプルな解析が可能なマイクロチップ電気泳動をベースにして、マイクロチップ上で抗原抗体反応を利用して早期診断システムの構築を試みており、マイクロ流路上での抗体固定・抗原との特異的反応・可視化など H-FABP を抗原とする基本的な検出系を確立している。さらに臨床応用を見据えて定量性の確保、さらに検出時間短縮化など検出系の改良を行い迅速診断デバイスの実現を目指す。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 急性心筋梗塞、マイクロチップ電気泳動、迅速診断、H-FABP、バイオマーカー

〔研究題目〕 健康寿命延伸に向けた体調維持管理用の各種計測解析診断装置の開発／心筋梗塞超高速診断装置の製品化

〔研究代表者〕 吉田 康一

(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

〔研究担当者〕 吉田 康一、斎藤 芳郎、西尾 敬子、二木 鋭雄 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

すでに構築した酸化ストレスマーカーである総合的ヒドロキシリノール酸 (tHODE) 及び翻訳後修飾蛋白質の迅速測定システム構築へ向け、抗体作製及び ELISA 系の構築を行った。バイオマーカーとして有望である酸化修飾蛋白質 D に関して特異的抗体を作製し、ELISA 系を構築した。本 ELISA 系を用い、疾病患者において検証試験を実施し、ある疾患群で有意に D が高くなる

知見を得た。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 酸化ストレス、バイオマーカー、測定システム

〔研究題目〕 マルチ生体高分子高速・高精度分取装置の製品化

〔研究代表者〕 大家 利彦 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 大家 利彦、馬場 嘉信、内海 明博、田中 正人、石川 満、平野 研、片岡 正俊、中原 伴徳、兵頭 伸二 [東予産業(株)]、西尾 正巳 [株ヒューテック]

(常勤職員6名、他4名)

〔研究内容〕

マルチ生体高分子高速・高精度分取装置は、生体高分子をチップ上のマイクロ流路中で電気泳動分離しつつ、分離したサンプルの中から必要な部分を回収するための装置である。本年度は、サンプルをチップ上のマイクロ流路から外部に取り出すための駆動ユニットの改良、装置の小型化と、回収部のマルチサンプル対応化を行った。

チップ外から照射されるパルスレーザーにより駆動され、チップ側に能動デバイスを必要としない、独自のサンプル吐出機構について、構造、材質、駆動パラメータ等の見直しを行い、レーザーパルス毎の確実な吐出を実現した。吐出された液滴のサイズ、飛行速度を調べた結果、圧電素子あるいは加熱ヒータと同等の駆動能力を持つことがわかった。

マルチサンプル化については、チップ外部のサンプル回収容器を複数化すると同時にこれらに分取駆動系と同期して移動させる方式とした。

装置の小型化については、制御ユニットの集約、制御インタフェースの見直しを行っており、周辺機器を含めたポータブル化を進めている。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 バイオナノ、バイオチップ、電気泳動、分取、タンパク質、DNA、微細加工、レーザー、健康

〔研究題目〕 健康寿命延伸に向けた体調維持管理用の各種計測解析診断装置の開発／家庭用動脈硬化度評価技術の研究開発

〔研究代表者〕 小峰 秀彦 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 小峰 秀彦、横井 孝志、浅井 義之、吉澤 睦子、遠藤 恵 (常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

脳卒中や心筋梗塞につながる動脈硬化を早期発見して治療、改善することは重要な課題だが、現在の動脈硬化

度の評価方法は測定装置が高額である上に専門的な技術を必要とする。そこで、本研究は家庭用動脈硬化度測定システムを開発することを目標とした。

家庭用動脈硬化度測定システムの開発にあたり、家庭用血圧計を応用して動脈硬化度を評価できないか検討した。そのために、血圧測定時に上腕部に巻いたカフに伝わる動脈波をコンピュータに取り込み、オフライン下で解析できる装置を試作した。試作したシステムと既存の動脈硬化度評価方法（脈波伝播速度）を用いてデータを取得し、両者のデータを比較しながら血圧測定時に得られる脈波から動脈硬化度の評価アルゴリズムの開発を行った。脈波伝播速度の数値が低く、血管が“柔らかい”場合には血圧計から得られる脈波振幅値を結んだ包絡線は緩やかに立ち上がり、明確な頂点を描くのに対して、血管が“硬い”場合には頂点が不明瞭な包絡線を描いた。このような脈波振幅値を結ぶ包絡線の違いを特徴づけるような指数を新たに開発し、脈波伝播速度との関係を調べた。その結果、新たに開発した動脈硬化度指数は脈波伝播速度と有意な相関関係を示し、動脈硬化度評価方法として有効である可能性を得た。開発した動脈硬化度評価方法を基に特許3件を平成18年度に出願した。平成19年度にはこの特許をもとに血圧計を応用した動脈硬化度評価装置として企業と共同で製品化する予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 動脈硬化度、簡易計測装置

【研究題目】 3次元 LSI 実装に対応した100%良品率を得る LSI チップバーンインテスト技術の開発

【研究代表者】 青柳 昌宏

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥、山地 泰弘、横島 時彦、岡田 義邦、他（常勤職員3名、他5名）

【研究内容】

本研究は、3次元 LSI 実装のために、微細ピッチパッドに対応した、チップレベルでのバーンインテスト技術を開発することを目的とする。具体的には、STK テクノロジー社がこれまで開発してきたチップレベルバーンインテスト技術を基本として、微細ピッチパッドを有する LSI チップに対応するための要素技術を開発し、最終的に3次元 LSI 実装対応のチップレベルバーンインテスト技術として、まとめた。

1) LSI チップとコンタクト基板を電氣的に接続し、更にこれらのバンパと一対一に対応するチップキャリアの端子を接続するためのコンタクト基板上に微細バンパを作成する技術を開発した。目標とする、45 μm の微細ピッチのバンパを実現するために必要な金属堆積装置、微細パターン形成、金属材料などについて、検討を行った。2) 微細ピッチのバンパの性能評価を目的とした、

コンタクト基板の設計・試作を実施した。3) めっき法により、コンタクト基板上に45 μm ピッチで隣接する20 μm バンプ形成を実施した。4) 評価テスト用薄型(200 μm) LSI チップの仕様を定め試作を実施した。5) 試作したコンタクト基板を組み込み、LSI バーンインテストを実施できる LSI チップキャリアを試作した。なお、チップキャリアは、専用ソケットに装着して、バーンインテストに用いる。6) チップキャリアを装着するチップキャリアソケットを搭載するためのバーンイン検査用プリント基板を設計・試作した。7) バーンイン検査を実施できる小型温度環境試験装置を導入し、試作したバーンイン検査用プリント回路基板にチップキャリアソケットをハンダ実装した後、TEG チップを搭載したチップキャリアをバーンイン用プリント回路基板上のソケットに装着し、高温・低温試験などの総合評価を実施した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 バーンイン、検査、微細ピッチ、バンパ、チップレベル

【研究題目】 3次元 LSI 実装に対応した100%良品率を得る薄型 LSI ウェハ高精度プロービング技術の開発

【研究代表者】 青柳 昌宏

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥、山地 泰弘、横島 時彦、大西 紀男、他（常勤職員3名、他5名）

【研究内容】

本研究は、3次元 LSI チップ積層実装において、今後必要不可欠となる厚さ100 μm 以下の薄型チップの良品選別 (Known Good Die : KGD) をウェハレベルで行うことが可能な高精度プロービングシステムの開発を目的とする。高精度プローブステーションについては、薄型半導体ウェハを安全に取り扱うハンドリング技術、LSI チップ上の微細パッドに追従して高精度移動が可能なメカニカル機構、画像処理技術を利用して微細パッドに対して高精度位置決めが可能なプローブ先端アライメント機能などの項目について、開発を進めた。また、プローブ及びプローブカードについては、薄型デバイスに損傷を与えず、かつ微細パッドへの対応も考慮したソフトコンタクト構造のプローブとこれを多ピン搭載するプローブカードの開発を行った。

3次元 LSI チップ積層実装において、今後必要不可欠となる厚さ100 μm 以下の薄型チップの良品選別 (Known Good Die : KGD) をウェハレベルで行うことが可能な高精度プロービングシステムの実現に向けて、35 μm 微細ピッチ、1 g 以下の低荷重に同時対応するカンチレバー型白金合金プローブ100ピンを組み込んだプローブカードを設計・試作した。試作したプローブカー

ドを高精度プローブステーションに搭載して、3インチ径、100 μm 厚 Si ウエハ上に作製した TEG デバイスを用いて、プロービング特性の評価実験を実施した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】検査、プローブカード、プローブステーション、微細ピッチ、低加重、ウエハレベル

【研究題目】食品製造プロセスにおける有害物・異物類の高効率・迅速検出システムの開発／細菌類迅速分析装置と分析キットの開発

【研究代表者】松田 直樹

(実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】松田 直樹、松井 雅義

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

世界的なレベルで見ても、日本の食品業界における「安全・安心」に対する要求レベルは非常に高く、法規制に基づく各種検査に加え、各社独自の自主管理に基づく検査態勢の整備が極めて重要になっている。なかでも、食中毒の原因になり得る有害菌類の検出は、消費者の口に入る前に、適切な処理がなされなければならない。本研究では、スラブ光導波路分光法を用い乳製品(牛乳・乳酸飲料等)製造プロセスにおける大腸菌などの有害細菌類の分析装置及び専用の検査キット類の製品化を目標とする。

具体的には大腸菌の持つ酵素である β -グルクロニダーゼの酵素反応を促進するための前処理法を検討した。 β -グルクロニダーゼ活性の評価は基質である X-gluc の発色で評価した。大腸菌の菌体を破碎し、 β -グルクロニダーゼと X-gluc とを直接反応させることができれば、 β -グルクロニダーゼの酵素反応が促進可能であると考え、種々の方法で大腸菌の破碎方法を検討し、比較した結果、超音波を用いた大腸菌の破碎により、 β -グルクロニダーゼの酵素反応の促進に成功した。 β -グルクロニダーゼの酵素反応による発色が超音波処理を施すことでより促進されることがわかった。また、 β -グルクロニダーゼ活性をより高感度に検出するために、スラブ光導波路の表面修飾を行い、比較も併せて行った。

【分野名】ナノバイオテクノロジー

【キーワード】スラブ光導波路分光法、センサー、食品検査、細菌、分析キット

【研究題目】食品製造プロセスにおける有害物・異物類の高効率・迅速検出システムの開発／ユビキタスセンサユニットに基づく食品プラントの安全管理

【研究代表者】上野 直広

(実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】福田 修、ト 楠、秋山 守人

Toki エンジニアリング株式会社

株式会社メカトロニクス

長崎県工業技術センター

(常勤職員4名)

【研究内容】

食品配管プラントの安全管理は、食品を取り扱う企業の安全・安心を守るという観点で見逃せない問題である。HACCP 認証・ISO22000認証などの制度下における過剰な洗浄やメンテナンスは、かえって「ゴムパッキンの劣化」や「粒界腐食の促進」に直結するという矛盾を引き起こしており、現場からは実環境・実時間でのモニタリングシステムの開発が強く切望されている。

本研究サブテーマでは、食品プラント配管における異常を検出するために、軽便なセンサユニットをプラント内に複数設置し、同時多角的に情報収集を行う。また、収集した情報から自動的に異常診断を行うための診断アルゴリズムをソフトウェアで実装するとともに、リスクを回避するための配管プラント設計の構築支援システムを構築する。具体的には、①ユビキタスセンサユニットの開発と実装、②異常診断アルゴリズムの確立、③配管プラント構築支援システムの開発、の3課題を設定し、2年の研究期間でその実現に取り組む。

本年度については、前記課題のうち①に重点的に取り組んだ。食品プラントにおいて標準で用いられるステンレス製サニタリ管に、箔状フレキシブル圧電センサを貼りつけて残留物の有無による配管振動の変化の検出実験を行い、有意差の存在を実証した。この実験結果を基に、標準長の管の振動伝達関数変化への定式化を行って、異常診断アルゴリズムの基礎の確立を手がけている。また、あわせて Toki エンジニアリングの保有技術であるステンレスパッキンの耐圧・耐振動評価を行い、パーフェクトコンタミフリー配管システム構築への基礎データを提供した。さらに、現場での強い要求がある音波を利用したタンク内水位センサの開発を行い、プロトタイプを試作を完了した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】センサ、圧電、超音波、異物、食品

【研究題目】食品製造プロセスにおける有害物・異物類の高効率・迅速検出システムの開発／配管損傷検査用高温超音波センサの開発

【研究代表者】野間 弘昭

(実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】野中 一洋、岸 和司、菖蒲 一久、

長瀬 智美(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

食品が流れる配管は、毎日高温蒸気による滅菌が行われているため、常時、配管のモニタリングを行うためには、200 $^{\circ}\text{C}$ 以上の高温で計測できるセンサが必要である。食品プラント以外にも、高温での産業プラントの配管設

備診断は、定期的に装置を停止して、装置を冷却した後、部材の減肉、亀裂などの損傷を超音波探傷法などにより定期メンテナンスが実施されている。もし、高温の稼働状態で、常時、プラントの損傷を観測できる高温超音波センサにより使用部材の損傷状況を把握できれば、事故防止だけでなく、プラントの生産効率の向上につながる。

本研究課題では、AIN 耐熱圧電素子を用いた超音波の発信と受信が可能な高温超音波センサの開発を行う。

1) 圧電素子の高温特性等の評価、2) 圧電素子を用いた超音波センサを試作し、3) センサの特性評価を進めながら、4) 高温超音波センサの製品化を目指す。また、超音波センサによる配管の損傷評価の広範囲化のために、配管を伝わる超音波ガイド波の送受信の効率化の検討を行う。

高温超音波センサの製品化のために最も重要となる、圧電素子の高温特性評価を行った結果、AIN は900 °C 近くまで良好な圧電特性を示し、AIN 圧電体の高温超音波素子としての優位性を明確にすることができた。AIN 圧電素子を用いて超音波センサを試作し、超音波の発信・受信特性評価を行ったところ、実用的に十分可能性の高い結果を得ることができた。超音波センサによる配管の損傷評価の広範囲化のために、配管を伝わるガイド波の送受信の効率化の検討を行い、適切な位置に反射体を設置することで、ガイド波の送受信効率が2.5倍程度に増幅されることが期待できることを明らかにした。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 窒化アルミニウム、超音波センサ、高温

[研究題目] 高感度走査型プローブ NMR 顕微鏡の研究開発

[研究代表者] 山本 典孝 (光技術研究部門)

[研究担当者] 山本 典孝、中野 洋、服部 峰之、平賀 隆、永嶋 一臣
(常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

目標:

本研究課題では、NMR 分光法により得られる分子種に関する情報を走査型プローブ顕微鏡 (SPM) を基本構成として測定するという、新しい概念に基づく NMR 顕微分光装置の製品化を行なう。MR 法による現状のイメージングはサブ mm の分解能が限界であるが、本研究ではサブ μm の空間分解能を目指しており、加えて SPM のアプリケーションとして実現されていない分子種の同定を目標とする。

研究計画:

NMR 技術と SPM 技術を組み合わせてナノメートルオーダーで原子種のマッピングを行なおうとすることは“夢”の技術であるが、NMR 法は原理的に感度が低いことに加え、SPM のプローブ先端 (20 nm) で NMR に

関するシグナルを検出するためには計測対象分子数が少なくなることから実現のためには何らかのブレイクスルーが必要である。本課題ではスピン偏極希ガスを用いて NMR 法の検出感度を約1万倍に増強可能な産総研独自の技術をプローブ顕微鏡技術に組み合わせることでこの難題を克服を目指す。

年度進捗状況:

(1) 超偏極希ガス生成による高感度化技術

Xe (ガス) の超偏極状態は分子の衝突や環境条件により失活するため、計測エリアに連続的に供給することが必要である。また本課題は製品化のための研究開発であるので SPM に組み込める程度の小型化連続フロー装置であることも必要である。レーザーポンピングを行う光照射セル構造を改良することで、小型で簡便な操作で扱える超偏極希ガス生成装置の試作機を完成させた。この内容に関してはプレス発表、科学機器展での展示を行った。

(2) 多重変調技術

AFM のプローブ動作は励振モードを採用しているが、核磁気共鳴を生じさせるための磁場環境下・RF 照射時においても原子間力とスピンに基づく磁気力を分離して検出できることを実証する必要がある。昨年度より磁石のホールピースのサイズ及び RF コイルを段階的に縮小化した「NMR-プローブ顕微鏡計測部」を試作し、磁場環境下・RF 照射時におけるプロービング動作を検証してきた。最終的に5 mm 径の永久磁石を用い03 T の磁場において NMR 信号を計測するための環境制御チャンバー型 SPM システムの試作機が完成した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 走査型プローブ顕微鏡 (SPM)、核磁気共鳴法 (NMR)、磁気共鳴映像法 (MRI)、超偏極

[研究題目] プロテインストランドの実用化研究開発

[研究代表者] 町田 雅之

(セルエンジニアリング研究部門)

[研究担当者] 町田 雅之、萩原 央子、菅野 徳子
(常勤職員1名、他2名)

[研究内容]

タンパク質の網羅的解析 (プロテオミクス) はポストゲノムシークエンスの最重要課題であり、DNA マイクロアレイの技術を応用したスライドガラス固定型のプロテインアレイが市販されている。しかし、この方法は製造、活性の保持、保存や輸送が容易ではなく、自動化が困難である。そこで、本研究では、自動化が可能な多数の種類からなる活性なタンパク質のアレイを供給することを目的とする。本技術では、支持固体上の異なる位置に、あらかじめ異なる DNA を固定化しておき、in vitro の転写翻訳系を行うための反応液を添加すること

によって、前記 DNA にコードされたタンパク質が一斉に発現される。この発現タンパク質は His-tag などの捕獲用のペプチドと融合して発現するように設計されており、発現後、支持固体上に配置された捕獲用分子によって直ちに捕獲される。これにより、活性を保持した状態の多数の異なるタンパク質からなるアレイ（プロテインアレイ）を供給することを可能にする。

プロテインストランドの利用目的として抗原抗体反応の検出が上げられる。これらは既に医療診断などに頻用されているが、確定診断のために高い精度を要求される。プロテインストランドはタンパク質を発現させて固定化することから、通常タンパク質を直接スポットングして固定化する方式と比較して定量的な固定化が難しく、抗原抗体反応の定量的な測定は難しい。そこで、固定化されたタンパク質量が変化しても測定の定量値に影響されないよう内部標準を導入した。この方法では、タンパク質の固定化用とは別のタグを発現させるタンパク質に融合化しておき、固定化した後にこのタグを用いて固定化量を正確に定量するものである。固定化されたタンパク質の定量と抗原抗体反応の定量は、脱リン酸酵素と過酸化水素分解酵素を併用することにより、いずれも定量についても化学発光を用いて連続的に測定することに成功した。これにより、これまでに開発した装置をそのまま用いて定量精度を飛躍的に向上させることが可能になった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質アレイ、自動化、変異体スクリーニング

【研究題目】 生体その場観察用超音波顕微鏡の開発

【研究代表者】 飯島 高志

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 飯島 高志、永井 英幹

(常勤職員2名)

【研究内容】

超高周波の超音波を用いてリアルタイムの超音波画像の取得が可能な、生体その場観察用超音波顕微鏡システムを実現するためには、従来の超音波顕微鏡に用いられている酸化亜鉛 (ZnO) やポリフッ化ビニリデン (PVDF) 薄膜を用いた発振子よりも、圧電特性及び耐電圧に優れた小形超音波発振子の開発が必要である。そこで本研究では、より圧電特性に優れているジルコン酸チタン酸鉛 (PZT) 薄膜を用いて、標記顕微鏡システムの基幹部品である、小形超音波発振子の開発を行う。

平成18年度は、サファイア基板上に膜厚10 μm を有する PZT 膜を形成し、直径300~1000 μm の超音波発振子を再現性良く作製する技術を完成させた。作製した超音波発振子の圧電特性、インピーダンス特性、超音波発振特性を評価し、ZnO を用いた超音波顕微鏡用発振子よりも約25倍優れた圧電特性を有するとともに、

110 MHz で厚み振動に起因する超音波の発振が確認できた。さらに、作製した発振子を極細音響導波路 (サファイアファイバ) と接続し、100 MHz 帯域超音波の伝播を反射法、透過法ともに確認し、伝播超音波の周波数特性の評価を行った。これらの結果より、小型 PZT 膜超音波発振子と極細音響導波路から構成される超音波センサーが、超音波顕微鏡システムに応用可能であることを明らかにした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 超音波発振子、圧電体、薄膜

【研究題目】 パスウェイ解析用 DNA チップ並びに簡易型 DNA チップ解析装置の開発

【研究代表者】 小松 康雄

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 小島 直、平野 悠、丹羽 修、

飯島 誠一郎、澤口 隆博、佐藤 縁、

水谷 文雄 (兵庫県立大学大学院物質理学研究科) (常勤職員9名、他3名)

【研究内容】

目標：

種々のパスウェイの遺伝子発現を高感度に検出するための遺伝子解析技術を確立し、それに基づいた新たな製品を市場に供給することを本研究課題の目的として本年度の開発に取り組んだ。

研究計画：

パスウェイ解析に採用する遺伝子を選択し、それらを検出するためのオリゴプローブの配列設計と合成を行う。また、簡易型 DNA チップ解析装置に関して、表面プラズモン共鳴 (SPR) 法、及び電気化学法を利用した新規な遺伝子検出技術の開発を行う。

年度進捗状況：

パスウェイ解析に必要な遺伝子コンテンツを選定し、それぞれの遺伝子に特異的なオリゴプローブの配列設計、合成を行い、約4000種類の遺伝子に対応するオリゴプローブを合成した。続いて、一枚のプラスチック基板を4ブロックに分け、それぞれのブロックにこれらのオリゴを固定化した DNA チップ試作 ver.1を完成させた。試作 ver.1を生体サンプルによって評価した結果から、設計不良のオリゴプローブを見出し、これらに関して再設計、再合成を行った。この再合成オリゴ1000本を固定化した DNA チップを新たに作製し、その再設計プローブの再検査を行い、パスウェイ解析に必要なオリゴプローブの配列設計を完了させた。

プローブとターゲット DNA とのハイブリダイゼーションを、SPR 及び金属イオンの酸化還元反応を利用した電気化学法による検出を検討し、微細加工法を用いたマルチ電極、マルチ SPR デバイスの試作品を評価した。さらに、ダイヤモンド電極とメディエーターを利用した高感度化検出技術の開発を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス
 〔キーワード〕 オリゴヌクレオチド、アミノ基、DNA
 チップ、遺伝子解析、SPR、電気化学

－原子力発電施設等安全対策技術対策委託費－

〔研究題目〕 衝撃試験・評価（Ⅲ）
 〔研究代表者〕 中山 良男
 （爆発安全研究センター爆発衝撃研究チーム）
 〔研究担当者〕 中山 良男、松村 知治、藤原 修三、
 飯田 光明、若林 邦彦、黒田 英司、
 石川 弘毅、松永 猛裕、岡田 賢、
 秋吉 美也子、緒方 雄二、和田 有司、
 久保田 士郎、（常勤職員11名、他2名）

〔研究内容〕
 本事業では、我が国の原子力発電施設等における核物質防護対策に資するため、原子力発電施設等の構造物や構築物が衝撃を受けた場合の衝撃挙動の基礎データの取得、衝撃挙動の評価手法の検討を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー
 〔キーワード〕 火薬類、爆風、水中衝撃波、爆発、衝撃

－放射線廃棄物処分基準調査等委託費－

〔研究題目〕 核燃料サイクル施設安全対策技術調査／
 放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち
 地層処分に係る地質情報データの整備
 〔研究代表者〕 月村 勝宏
 （深部地質環境研究センター）

〔研究内容〕
 本委託研究の目的は、高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価を行う上で必要な地質学的な知見やデータを整備することです。地層処分の安全性の評価には、サイト成立性評価と核種移行評価があります。サイト成立性評価では処分地への地殻変動の影響を評価することが必要であり、核種移行評価では地層中での核種移行の数値解析を行うことが必要であります。

処分地への地殻変動の影響を評価するために、地震、断層活動の研究、火山、マグマ活動の研究、隆起、浸食活動の研究、及び熱水活動、深部地下水活動の研究を実施しました。

核種移行の数値解析を行うために、地質モデル、地下水流動モデルの研究、核種移行に関する物理学、化学的知見の研究を実施しました。

地殻変動の研究や地質環境のベースライン特性の研究をサポートする研究としてデータベースの整備がありません。データベースの整備は既存の地質学的知見やデータをわかりやすい形で取りまとめ、今後の研究に役立たせるものです。

〔分野名〕 地質
 〔キーワード〕 高レベル放射性廃棄物、地層処分、安全

評価、サイト成立性評価、核種移行評価、地殻変動、数値解析、データベース

〔大項目名〕 核燃料サイクル施設安全対策技術調査／
 放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち
 地層処分に係る地質情報データの整備

〔中項目名〕 地震、断層活動
 〔研究代表者〕 山元 孝広
 （深部地質環境研究センター）

〔研究担当者〕 山元 孝広、安原 正也、牧野 雅彦、
 住田 達哉、宮下 由香里、小林 健太、
 小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、
 佐藤 努、大谷 竜、北川 有一、
 板場 智史、風早 康平、稲村 明彦、
 森川 徳敏、高橋 正明、高橋 浩、
 大和田 道子、仲間 純子、塚本 斉、
 半田 宙子（常勤職員15名、他6名）

〔研究内容〕
 地震、断層活動を予測する手法及びその影響を評価する手法を整備するために、プレート境界地震の影響評価、断層移動のモデル化及び断層が地下水系に与える影響、及び低活動性断層の調査手法を検討しました。

断層移動のモデル化及び断層が地下水系に与える影響の研究では、平成15年度から実施している会津地域の活断層周辺の地下水調査につき取りまとめを行いました。

低活動性断層の調査手法の研究では、茂住-祐延断層（富山、岐阜県境）の活動履歴調査、宮地断層（岐阜県下呂市から中津川市）の活動履歴調査と断層破砕帯調査、及び2000年鳥取県西部地震余震域周辺地域から採取した断層ガウジの解析を行いました。

プレート境界地震の影響評価の研究では、北海道、四国、紀伊半島の観測点（平成17年度に設置）におけるデータの安定な取得に努めるとともに、十勝沖地震、南海地震及び台湾集集地震に伴う地下水変化を評価しました。

〔分野名〕 地質
 〔キーワード〕 断層移動、会津盆地西縁部断層、低活動性断層、鳥取県西部地域、断層岩、プレート境界型地震

〔大項目名〕 核燃料サイクル施設安全対策技術調査／
 放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち
 地層処分に係る地質情報データの整備

〔中項目名〕 火山、マグマ活動
 〔研究代表者〕 山元 孝広
 （深部地質環境研究センター）

〔研究担当者〕 伊藤 順一、風早 康平、大和田 道子、
 安原 正也、牧野 雅也、松本 哲一、
 稲村 明彦、住田 達哉、渡邊 史郎、
 森川 徳敏、高橋 正明、高橋 浩、
 星住 英夫、Nguyen Hoang、清水 洋、

植平 賢司、村越 匠、宮城 磯治、
山元 孝広、中野 俊
(常勤職員13名、他7名)

【研究内容】

火山、マグマ活動を予測する手法及びその影響を評価する手法を整備するために、複成火山におけるマグマ輸送蓄積・熱拡散過程、北西九州地域の地殻-マントル構造の解明と新規火山出現予測手法の適用、東北日本を対象とした新規火山出現プロセスのモデル化、及び巨大カルデラ噴火の発生頻度と影響範囲を検討しました。

複成火山におけるマグマ輸送蓄積・熱拡散過程の研究の研究では、既存試錐資料に基づいた岩手火山周辺の地下地質構造についての検討、水文地質構造と地下水の起源や成因についての検討、平成16年度に掘削したコア試料を用いての火山岩類の全岩分析と年代測定、及び精密重力測定を行いました。

北西九州地域の地殻-マントル構造の解明と新規火山出現予測手法の適用の研究では、昨年度に引き続き北西九州地域の単成火山群の年代測定、自然地震波観測、及び水文調査を実施しました。年代測定は、昨年度に引き続き佐世保地域において実施しました。

東北日本を対象とした新規火山出現プロセスのモデル化の研究では、昨年度に引き続き北西九州地域の単成火山群の年代測定、自然地震波観測、及び水文調査を実施しました。年代測定は、昨年度に引き続き佐世保地域において実施しました。

巨大カルデラ噴火の発生頻度と影響範囲の研究では、屈斜路、摩周カルデラ火山群起源の巨大噴火堆積物層序を地表調査から明らかにし、巨大噴火の層序と年代を確定するとともに、巨大噴火をもたらしたマグマ供給系を明らかにするために、噴出物全岩化学組成分析を実施しました。

【分野名】 地質

【キーワード】 複成火山、沼沢、肘折火山、東北日本背弧域、単成火山、長崎県五島列島、長崎市周辺、自然地震観測、巨大カルデラ火山、岩手山、地下水、温泉水、精密重力探査

【大項目名】 核燃料サイクル施設安全対策技術調査／放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備

【中項目名】 隆起、浸食活動

【研究代表者】 山元 孝広

(深部地質環境研究センター)

【研究担当者】 山元 孝広、桑原 拓一郎、大坪 誠、松本 哲一 (常勤職員4名)

【研究内容】

隆起、浸食速度の活動を予測する手法を整備するために、隆起、沈降（侵食、堆積）の空間分布の研究、及び

隆起、浸食量定量化に必要なテフラ編年データの補強の研究を行いました。

隆起、沈降（侵食、堆積）の空間分布の研究では、北関東内陸部における侵食、堆積履歴の復元、及び青森県太平洋岸における海成段丘調査を実施しました。北関東内陸部における侵食、堆積履歴の復元では、平成17年に掘削したコアの解析を実施しました。青森県太平洋岸における海成段丘調査では、平成17年度から引き続き、下北半島南部の上北平野において、火山灰の年代測定及び火山灰の鉱物分析を実施しました。

隆起、浸食量定量化に必要なテフラ編年データの補強の研究では、阿蘇火山の強溶結火砕流堆積物から採取した本質レンズ岩片を測定試料として、レーザー段階加熱極微量⁴⁰Ar/³⁹Ar法を試みました。

【分野名】 地質

【キーワード】 隆起、浸食量、海水準変動、青森県太平洋岸、関東地方内陸部、段丘堆積物、年代測定法

【大項目名】 核燃料サイクル施設安全対策技術調査／放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備

【中項目名】 熱水活動、深部地下水活動

【研究代表者】 風早 康平

(深部地質環境研究センター)

【研究担当者】 風早 康平、安原 正也、稲村 明彦、森川 徳敏、高橋 正明、高橋 浩、大和田 道子、仲間 純子、塚本 斉、半田 宙子 (常勤職員6名、他4名)

【研究内容】

深層の熱水、地下水活動の影響を評価するために、地下水系の長期安定性と変動特性に係る調査、評価技術の開発、深部流体の広域分布、起源、成因調査による地下水系への影響評価技術の開発、及び水質形成機構解明、長期地下水年代測定手法開発、マルチアイソトープ起源及び混合解析手法開発を行いました。

地下水系の長期安定性と変動特性に係る調査、評価技術の開発では、結晶質岩地域の地下水系の調査、堆積岩地域の地下水系の調査、野外探査技術、孔井喧噪技術の開発、及び室内実験による透水性、物性評価手法の開発を行いました。

深部流体の広域分布、起源、成因調査による地下水系への影響評価技術の開発では、長期停滞水及び付随するガスに関する調査、及び深部起源炭素の起源、濃度の解析を行いました。

水質形成機構解明、長期地下水年代測定手法開発、マルチアイソトープ起源及び混合解析手法開発では、長期年代解析手法、及び混合解析手法を検討しました。

【分野名】 地質

【キーワード】 深部流体、近畿地方、深層地下水の起源、

地下水の起源、混合、マルチアイソトープ起源解析法、多変量解析法、熱力学計算コード、希ガス同位体分析法、データベース

丸地域、水文データ、無菌無酸素掘削、有機物、微生物、地下水流動解析、栃木県烏山地域、比抵抗探査、地中レーダ探査、自然電位変動調査、重力調査、微小地震観測、地質モデル、水理

【大項目名】核燃料サイクル施設安全対策技術調査／放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備

【中項目名】地質環境の調査

【研究代表者】竹野 直人

(深部地質環境研究センター)

【研究担当者】竹野 直人、石戸 恒雄、杉原 光彦、西 祐司、高倉 伸一、関 陽児、渡部 芳夫、内藤 一樹、奥澤 康一、間中 光雄、須甲 武志、Regis Bros、上岡 晃、金井 豊、竹田 幹郎、吉田 崇宏、鈴木 庸平、長尾 誠也、難波 謙二、中島 英夫、高木 哲一、伊藤 一誠、森川 徳敏、高橋 学
(常勤職員17名、他7名)

【研究内容】

地質環境を調査、解析する手法を整備するために、堆積岩分布地域の物理探査による調査、堆積岩分布地域の水理地質学調査、堆積岩分布地域の坑井掘削調査、コア採水、コア物性同時評価技術の確立法の検討、堆積岩分布地域の坑井地下水調査、及び地質統合解析を実施しました。

堆積岩分布地域の物理探査による調査では、栃木県那須烏山市内において、比抵抗探査、地中レーダ探査、自然電位変動調査、重力調査、微小地震観測、及び土壌水分、気象要素の観測を行いました。

堆積岩分布地域の水理地質学調査では、新潟県小国町金丸地域において溪流の流下動態の調査及び渓流水の水質調査手法の検討を実施するとともに、栃木県烏山地域の表流水系、湧水等の調査を実施しました。

堆積岩分布地域の坑井掘削調査では、堆積岩地域において無菌、無酸素掘削水を用いた350 m 孔掘削を実施しました。

コア採水、コア物性同時評価技術の確立法の検討では、遠心力を利用した透水試験のうち、定水位透水試験手法により、白浜砂岩の透水性を測定しました。

堆積岩分布地域の坑井地下水調査では、金丸地区において、MP (マルチパッカー) システムを用いた長期地下水観測、地下水中の微生物の分析、地下水、河川水中のコロイド分析、容存有機物の3次元特性の検討を実施しました。

地質統合解析では、金丸地域、北関東地域、及び幌延地域において地下水流動解析を実施しました。

【分野名】地質

【キーワード】堆積岩地域、堆積岩地域、新潟県東部金

【大項目名】核燃料サイクル施設安全対策技術調査／放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備

【中項目名】核種移行解析に必要な構成則やパラメータの検討

【研究代表者】金井 豊 (深部地質環境研究センター)

【研究担当者】張 銘、鈴木 正哉、鈴木 庸平、高橋 学、金井 豊、上岡 晃、間中 光雄、竹田 幹郎、須甲 武志、吉田 崇宏、中島 英夫、荒井 ルリ子
(常勤職員8名、他4名)

【研究内容】

地質環境中での核種移行を解析する手法を整備するために、移流拡散特性評価技術に関する研究、岩盤特性の隔離性能変化に関する研究、遅延または促進に関わるコロイドと固相の反応化学、及び遅延または促進に関わる微生物機能の研究を実施しました。

移流拡散特性評価技術に関する研究では、室内拡散試験及び室内透水試験につき、解析理論や試験理論を検討しました。

岩盤特性の隔離性能変化に関する研究では、新たに開発した応力測定装置の現地試験、及び MTS 試験装置を用いた伸張応力場における変形挙動の変化の実験を行いました。

遅延または促進に関わるコロイドと固相の反応化学では、リン酸塩鉱物と核種の親和性の検討、フミン酸コロイドに結合した Sr と Eu のカラム内移行速度の実験、及び Si-Al-U または Si-Al-Fe-U を含むアルカリ性溶液が中性溶液に変化する時のコロイド生成の実験を実施しました。

遅延または促進に関わる微生物機能の研究では、硝酸塩、三価鉄、及び硫酸塩等で呼吸する嫌気性微生物の培養法を確立し、嫌気性微生物がバナジウムと鉄の酸化還元状態に与える影響を検討しました。

【分野名】地質

【キーワード】核種移行解析、構成則、パラメータ、移流拡散、拡散試験、透水試験、解析理論、岩盤特性、応力測定装置、伸張応力場、コロイド、フミン酸、Si-Al-U、Si-Al-Fe-U、微生物、嫌気性

【大項目名】核燃料サイクル施設安全対策技術調査／放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備

〔中項目名〕地質データベース

〔研究代表者〕月村 勝宏

(深部地質環境研究センター)

〔研究担当者〕月村 勝宏、内藤 一樹、岸本 清行、竹野 直人、中田 和枝、高橋 正明、風早 康平、笹田 政克、山元 孝広、竹野 直人、金井 豊、塚本 斉、高木 哲一、桑原 拓一郎、大坪 誠、鈴木 正哉、鈴木 庸平、張 銘、宮城 磯治(常勤職員18名、他1名)

〔研究内容〕

既存の地質データをわかりやすい形で整理し今後の研究に役立てるために、基盤 GIS データベースシステム、日本の第四紀火山データベース、及び深部流体、深層地下水のデータベースを作成するとともに、地層処分 の安全規制に関する海外動向調査、及び概要調査ガイドラインのための技術資料の作成を行いました。

基盤 GIS データベースシステムの構築では、平成17年度に引き続いて新規発行地質図類11点の集約を行うとともに、登録済み5万分の1図幅56件について、陸海域接合のためのマスク処理を実施しました。

日本の第四紀火山データベースの更新では、日本の各地域の深層地下水、深部流体などのデータのうち、化学分析データと位置データのあるデータを、論文、報告書、書籍等から9,083件追加しました。

地層処分に関する国際情報の収集では、国際高レベル放射性廃棄物管理学会(米国)への参加、サウスウエスト研究(米国)所の CNWRA(放射性廃棄物規制解析センター)への訪問を行い、地層処分に関連する情報を収集しました。

概要調査の調査、評価項目に関する技術資料の作成では、地質現象の長期変動及び地質環境についての概要調査の調査、評価項目の設定に必要な知見及び関連する技術情報を取りまとめました。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕データベース、基盤 GIS、第四紀火山、深層地下水、深部流体、安全規制研究、米国、概要調査技術資料

一石油天然ガス基礎調査等委託費一

〔研究題目〕生産手法開発に関する研究開発

〔研究代表者〕成田 英夫

(メタンハイドレート研究ラボ)

〔研究担当者〕山口 勉、海老沼 孝郎、青木 一男、羽田 博憲、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎、鈴木 清史、大山 裕之、川村 太郎、坂本 靖英、駒井 武(併任)、天満 則夫(併任)、緒方 雄二、清野 文雄、山崎 章弘、小笠原 啓一(常勤職員18名、他32名)

〔研究内容〕

メタンハイドレート資源を孔隙に含む堆積層から、その地層特性に応じた有効な天然ガス生産手法を開発するため、当該堆積層の物性・動特性解析により貯留層特性を評価すると共に、生産性・生産挙動を予測する生産シミュレータ開発のための生産モデルの解析を行う。

物性・動特性解析においては、メタンハイドレート堆積層の原位置条件を再現する計測条件下において計測した基礎試錐天然コアの力学特性、浸透特性、熱特性等の基礎物性の統一的解釈を行った。これにより、わが国周辺海域に賦存するメタンハイドレート堆積層中の細粒砂及び砂泥互層の態様が貯留層特性に大きな影響を及ぼしていること等を明らかにした。また、生産時の出砂挙動、氷生成挙動等について実験的に解析し、生産水の流速、減圧度等と出砂量の関係について評価した。さらに、エネルギー効率の観点から有効と考えられる減圧法適用時の詳細な生産挙動を評価し、当該手法を第1冬陸上産出試験において実証した。

メタンハイドレート堆積層の生産モデル解析においては、メタンハイドレート堆積層の骨格構造・水・気体の3相と熱とを扱うことが可能な圧密評価モジュールを完成すると共に、圧密による浸透率の変化を孔隙率等の関数として定式化した浸透率評価モジュールを開発した。また、分解特性の解析結果及び計算モジュールについて既存シミュレータを使用して、その妥当性を検証・評価した。また、第1回陸上産出試験結果を用いて、モジュール群のスケール拡張に伴う動作確認や、分解や再生成速度の違いによるガス産出量の感度を解析し、計算モジュール群の信頼性の検証を実施した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕メタンハイドレート、ガスハイドレート、貯留層特性、生産シミュレータ、天然ガス、生産技術、原位置計測技術、熱特性、力学特性、圧密特性、浸透率特性

〔研究項目〕メタンハイドレート堆積土の力学特性と燃料ガス採取に伴う海底地盤の変形特性の評価

〔研究代表者〕海老沼 孝郎

(メタンハイドレート研究ラボ)

〔研究担当者〕香月 大輔(学術振興会特別研究員)(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

メタンハイドレートの分解による海底地盤の変形評価手法開発に向け、メタンハイドレートの孔隙内産状の評価等をもとにした、メタンハイドレート胚胎堆積物の力学特性の把握、応力-ひずみ関係を表現する弾塑性構成式の開発とメタンハイドレートの分解に伴う地盤変形の解析を目的とする。

ハイドレート生成時の過冷却度の増加に伴い、ハイド

レートの産状は土粒子との間にセメンテーションを生じる可能性の高い産状から粒子状結晶が孔隙に充填した産状へ変化する。このような産状の過冷度依存性のメカニズムを検討し、水中のゲスト物質の物質伝達駆動力に比例する結晶成長速度から産状を予測しうることが明らかとなった。多孔質体孔隙内におけるハイドレート結晶の産状観察やメタンハイドレート胚胎堆積物の力学試験の結果をもとに、セメンテーションを受けた砂の弾塑性構成モデルを拡張し、メタンハイドレート胚胎堆積物の構成モデルを作成した。産状の違いより変化する力学特性を記述するため、セメンテーション効果を表すパラメータに対する力学挙動の依存性に産状の影響が考慮された。また、天然ガス生産時のメタンハイドレート胚胎堆積物の変形を記述するため、温度の増加に伴い胚胎堆積物中のハイドレート結晶が分解する過程をセメンテーション効果を表すパラメータの減少によりモデル化した。砂と砕氷を用いて作製した模型地盤の氷を融解することによりメタンハイドレートの分解を模擬し、変形の観察を行った。構成モデルを用いて同様の問題で変形解析を行った結果、模型実験における変形と定性的に合うことがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】メタンハイドレート、産状、力学特性

ー産業技術研究開発委託費ー

【研究題目】ナノ粒子の安全性評価方法の標準化

【研究代表者】中西 準子

(化学物質リスク管理研究センター)

【研究担当者】中西 準子、富永 衛、川崎 一、蒲生 昌志、小倉 勇 (化学物質リスク管理研究センター)、山本 和弘 (計測フロンティア研究部門)、遠藤 茂寿、内田 邦夫、田尾 博明 (環境管理技術研究部門)、衣笠 晋一、島田 かより (計測標準研究部門)、(常勤職員9名、他4名)

【研究内容】

本研究の目的は、ナノ粒子に特有とされる生物反応を試験管内 (*in vitro*) で検証するとともに、国際標準化 (規格原案の作成) に必要な基礎データを取得することにある。

今回、新たに試験標品としたアスベスト、シリカ、二酸化チタンについて幾つかの物理化学的特性を測定した。アスベストについては詳細な化学組成について分析し、すでに報告されている情報を確認できた。また、二酸化チタンは、メーカーによって、含まれる金属不純物の大きな差があることも明らかになった。標品として用いたシリカについては、試料表面に水酸基 (Si-OH) と水分子の存在と非結晶構造であることを確認した。

In vitro 試験法については、線維芽細胞 (ヒト及びマ

ウス)、骨髄由来マクロファージ (マウス)、肺胞マクロファージ (マウス)、血管内皮細胞 (マウス) 及び中皮細胞 (マウス) など肺胞を構成する培養細胞系を用いた検出系の確立ができた。

試験系の検証のため各種のナノ物質の影響を検討した。アスベストに関しては青石綿、茶石綿、白石綿などその種類を問わずヒト線維芽細胞、マウス胎児線維芽細胞、マウス中皮細胞に対する IL-6 産生誘導が確認された。また、マウス骨髄由来マクロファージは青石綿に、マウス血管内皮細胞は白石綿に選択的に応答するが明らかとなった。シリカはアスベストの主要成分であるが、中皮細胞のみに強く IL-6 の産生を誘導したが、ヒト線維芽細胞やマウス骨髄由来マクロファージに対する影響は認められなかった。

カーボンナノチューブ (CNT) は線維状であるので培養液に分散するには切断する必要がある、今回は、産総研で開発された水飴法及び単回超音波法により分散化された CNT 分散液を用いた。その結果、水飴法分散の多層カーボンナノチューブ (MCNT) にマウス骨髄由来マクロファージ、マウス肺胞マクロファージ及びマウス胎児線維芽細胞における IL-6 他サイトカイン産生誘導能が確認された。MCNT を 5 μm 篩で濾過したサンプルではこの応答が無くなったことから、篩で除去される成分に生物活性があることが示唆された。また、単層カーボンナノチューブ (SCNT) については、HiPco 製法による SCNT に線維芽細胞 (ヒト及びマウス) での IL-6 あるいは TNF- α 産生刺激が認められたが、スーパーグローブ法による SCNT には、細胞に対する刺激作用は認められなかった。

ナノ粒子による生物反応のヒト有害性予測性についての調査では、二酸化チタンのヒト健康影響についての米国労働安全衛生研究所 (NIOSH) の評価書案を調査したところ、それ自身毒性が低いが、難溶性である (poorly soluble low toxicity; PSLT) 微粒子は、肺に沈着した場合、粒子の総表面積があるレベルを超えると炎症反応を引き起こし、それが持続することにより二次的に発癌するというメカニズムが提案されていることが明らかとなった。我々にとっては、この総表面積の重要性を *in vitro* 試験に如何に反映させるかが今後の重要な課題のひとつである。しかし、物質の表面 (積) の大きさと炎症との間の関係については、知見は少なく、今後の研究課題である。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノテクノロジー、*in vitro* 試験法

【研究題目】有機薄膜の高精度組成分析のための標準化

【研究代表者】野中 秀彦

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】野中 秀彦、一村 信吾、藤本 俊幸、

鈴木 淳、藤原 幸雄、渡辺 幸次
(常勤職員5名、他1名)

〔研究内容〕

目標：

本研究では、有機薄膜材料における高精度組成分析の標準化にむけて、TOF-SIMS 分析法において質量の確定と分析対象を変性することのない分析手順の確立に向けた研究を実施し、当該技術の国際標準化を ISO TC201 (表面科学分析) を中心として推進することを目標とする。

研究計画：

平成18年度は、①大質量包含試料の開発と飛行時間軸と質量軸の相関の補正に関する研究。②新しいイオンビームスパッタ技術の開発とイオンビーム衝撃による有機分子の解離と変性の低減に関する研究。③国際規格案骨子作成及び国際標準化活動。の課題を実施する。

平成18年度進捗状況：

①については、金属クラスター錯体の試料化の方法についての検討を行い、シリコンウエハ上に蒸着法により金属クラスター錯体薄膜と堆積後アルミの薄い膜でキャップした試料等を設計・試作し、性能評価や使用上の問題点等の検討を行った。その結果、意図した試料の均一薄膜構造と常温常圧における試料の安定性を確認した。②については、SSIMS 用スパッタ銃として、ビームのパルス化に向けたビーム形状・安定性などの動作性能を満たす金属クラスター錯体イオンビーム源を設計・試作した。その結果、イオンビームの半値幅約100 μm の先鋭化に成功し、PMMA の SIMS 計測を行った結果、従来スパッタ源に比べて高い二次イオン収率と大分子量フラグメントの高感度検出に成功した。③については、本課題の専門家からなる国内検討委員会を発足し、2回開催した。この委員会を中心として、国際規格化に向けた質量軸のキャリブレーション法及び無損傷イオンビーム限界量の決定手順に関する検討を進めた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 有機薄膜組成、TOF-SIMS、金属クラスター錯体、スパッタ、無襲浸

〔研究題目〕 新規 POPs 候補物質の分析法の標準化

〔研究代表者〕 山下 信義 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 山下 信義、谷保 佐知
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本事業では、次期 POPs 有力候補である PFOS (パーフルオロオクタンスルホン酸) 他残留性人工フッ素化合物・臭素系難燃剤の標準分析法を開発し、国際標準化を行う。具体的には、RoHS 指令に関連して緊急の安全性評価が必要な臭素系難燃剤として HBCD (ヘキサプロモシクロドデカン) 他主要な臭素系難燃剤、OECD 勧告による世界的使用量削減の必要性が指摘されている

化審査指定物質である PFOS と PFOA (パーフルオロオクタン酸) 及び関連物質を対象にする。関連する国際標準は ISO/TC147/SC2/WG56 (PFOS/PFOA) 他であり、臭素系難燃剤は新規提案となる予定である。本研究では、これらの国際標準分析法を日本主導で獲得することで POPs 規制、RoHS 指令等に対する日本の発言力の強化と国内産業界への貢献を目指す。本事業で開発した液体クロマトグラフタンデム質量分析計を用いた方法を基に、PFOS/PFOA については既に委員会ドラフトが完成している。今年度は、昨年度開始したラウンドロビンテストの結果をとりまとめるために必要な試料の安定性試験等追加試験を ISO エキスパートと協力して行った。また、PFOS/PFOA 以外の関連物質 (テロマーアルコールや前駆体) についても標準分析法開発の必要性が業界・関係所管より要請されており、これに対応するために将来標準化に繋がる技術検討を行った。現在までに開発した基礎技術をベースに、特に HBCD について高感度分析法の開発を行った。ラウンドロビンテストの結果をフィードバックし、平成20年度にカナダで開催される ISO 総会までに最終ドラフト (FDIS) 化を試みる。

〔分野名〕 環境

〔キーワード〕 POPs、PFOS、HBCD、ISO

〔研究題目〕 転動部材用ファインセラミックスの破壊特性試験手法の標準化

〔研究代表者〕 兼松 渉 (計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 兼松 渉、山内 幸彦、阪口 修司、
宮島 達也、酒井 清介、伊藤 勝、
佐野 直樹、田中 真理子、田原 祐助
(常勤職員4名、他5名)

〔研究内容〕

本研究は、窒化ケイ素を対象とする転動疲労特性の相対比較手法を、国際規格案として ISO の当該技術委員会 (ISO/TC206) に提案することを最終目標とする。転動疲労特性の迅速評価手法である、荷重を階段状に増加させるステップワイズ荷重方式によるボールオンフラット試験が、転動疲労特性の相対比較手法として有効であることを実験的に検証する。また、精密評価手法である一定荷重試験の結果や、他国で用いられているボールオンフラット試験以外の試験方法との間の整合性について確認する。平成18年度は、ステップワイズ荷重方式ボールオンフラット試験の試験条件を規定するため、潤滑油の影響、試験片の破壊検出手法、試験片数等について詳細な検討を行った。潤滑油については粘度の異なる二種類 (VG8と VG68) の潤滑油について、試験中の特性変化を調べた。その結果、VG8では固相成分の混入により見かけ上粘度が増大するが、潤滑に影響を及ぼす化学的な成分変化はないことを明らかにした。破壊検出については、振動加速度を指標とする手法が十分な精度を有

することを明らかにした。また二種類の市販材料について、試験結果のワイブル統計解析を行い（試験片数各30）、転動疲労特性の指標とする平均動等価荷重の評価には5～15枚程度の試験片が必要であることを明らかにした。さらに、これらと併行して、転走面に生じるはく離の形態について大きく四種類に分類できることを明らかにし、それぞれの形態の発生原因について検討を開始した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】窒化ケイ素、転動疲労特性、圧壊強度、スクラッチ特性

【研究題目】アクセシブルデザイン技術の標準化

【研究代表者】赤松 幹之（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】赤松 幹之、佐川 賢、横井 孝志、倉片 憲治、大塚 裕光、関 喜一、篠原 正美、伊藤 納奈、佐藤 洋（常勤職員9名）

【研究内容】

目標：

本研究では、ISO/IEC Guide71 “高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針”及びISO/TC159/WG2”特別な配慮を必要とする人々のための人間工学 “において検討されている高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した製品やサービス（アクセシブルデザイン）に関する一連の国際規格原案を作成しISO/TC159に提案する。そのため、高齢者や障害者の人間特性データを収集し、そのデータを基に国際規格の原案を作成及び提案を行う。

研究計画：全体計画は（1）高齢者及び障害者の人間特性の計測、（2）人間特性の国際比較、（3）規格原案作成の3項目から成る。（1）人間特性に関しては、感覚、身体、認知の3つの分野において基本となる特性を選定し、高齢者及び若年者について多数のサンプルデータを収集する。（2）に関しては、国際比較が重要とされる文字の可読性、報知音の認識、のそれぞれに関する特性を欧米アジアの地域で比較する。（3）に関しては、JIS 原案（JIS S0013, JIS S0014, JIS S0031）を基に国際提案のための規格原案を作成し ISO に提案する。なお、（1）に関しては障害者データとしてロービジョンに関する医学的屬性計測と日常生活に関するアンケート調査を行う。

年度進捗状況：

全体計画のうち、（1）人間特性計測に関しては、聴力閾値、騒音と音声情報の認知、照度と視作業及び歩行の関係、触覚テクスチャ弁別、段差昇降負担度、数列記憶における妨害の影響、の各項目について高齢者56名、若年者56名について計測し、人間特性データの基礎資料を得た。（2）ドイツ、韓国、米国にて同じ試験サンプルを用いて報知音の認識、可読文字サイズ（英語、ハン

ル、日本語）を高齢者及び若年者各20名について計測した。（3）については JIS を基に国際規格原案を作成し、ISOTC159人間工学に提案した。なお、ロービジョンに関しては、13名の医学的屬性データとアンケートデータを得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ロービジョン、色、基本色領域、コントラスト、コントラスト感度

－石油資源開発技術等研究調査等委託費－

【大項目名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【研究代表者】佐藤 功（地質情報研究部門）

【研究内容】

石油等の資源開発及び関連する環境管理等の分野において、人工衛星から取得される画像データの実利用技術に関する研究開発を実施し、広域且つ遠隔地域を対象とする資源探査の効率化に寄与し、我が国のエネルギー安定供給の確保に資することを目的とし、資源遠隔探知技術の研究開発のため、東アジア地域・堆積盆データベース構築を進め、多様な情報を統合した、より効果的・効率的な画像利用技術を検討する。さらに、石油資源遠隔探知技術の実用技術の高精度化となる衛星画像利用技術の高度化研究、幾何・放射量補正手法等の画像補正技術の研究を行い、これら技術を実際に適用しつつ、より高度な画像利用技術を調査・研究する。

【分野名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、ASTER

【大項目名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中項目名】高精度画像補正技術の研究

【研究代表者】浦井 稔（地質情報研究部門）

【研究担当者】浦井 稔、亀井 秋秀、在岡 麻衣、本岡 毅、池田 崇史、土田 聡（グリッド研究センター）、中村 良介、山本 浩万、山本 直孝、児玉 信介（グリッド研究センター）、佐久間 史洋（計測標準研究部門）（常勤職員7名、他4名）

【研究内容】

高精度画像補正技術の研究においては、ASTER の幾何・放射量・大気補正にかかる研究を行った。

幾何補正アルゴリズム研究においては、ASTER DEM/オルソ画像の幾何情報精度検証を、国内 GCP 及び、GPS によって幾何情報を補正した海外の航空機搭載型レーザ高度計データを用いた。

放射量補正にあたっては、ASTER の機上校正データを用いセンサの感度変化を確認、必要な校正係数の変更を明確にした。打ち上げ後1,886日頃から校正係数が近似式から外れてきはじめた。従って、この時期を境に VNIR 及び TIR の近似式の係数を付け直した。

ASTER 代替校正・地上検証については、代替及び検証サイトにおいて、センサの経年劣化傾向、放射量校正の有効性の検証を行い、また、ASTER の補正・処理算出値及びその地上測定値を比較し、アルゴリズムの最適化をすると同時にその精度を検証した。

大気補正の研究においては、Terra 搭載 ASTER 及び MODIS の VNIR/SWIR 領域の放射量・大気補正アルゴリズム設計及びプロトタイプ作成の検討を行った。

【分野名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、ASTER、幾何補正、放射量補正、代替校正、機器校正

【大項目名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中項目名】堆積岩区分システムの構築及び関連研究

【研究代表者】二宮 芳樹（地質情報研究部門）

【研究担当者】二宮 芳樹（常勤職員1名）

【研究内容】

各種リモートセンシングデータ、特に、ASTER 及び PALSAR データを処理して得られる岩相区分データ及び関連データを蓄積し、資源開発に資する堆積岩分布マップの作成システムを構築することを目的とし、ASTER データに係る部分のプロトタイプシステムの試作を完成させるとともに、PALSAR データに対応するべくシステム的设计拡張を行った。中国ジュンガル盆地周辺地域においてシステム評価のための現地調査を実施した結果、システムによる岩相解析結果の正当性・有効性が確認されるとともに、地質図に未記載の苦鉄質岩体や珪質岩体を確認することができた。また、解析結果を取り込んだノート PC 上の汎用 GIS を供することにより、極めて効率的な現地調査を実現できた。

【分野名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、ASTER、堆積岩区分、熱赤外

【大項目名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中項目名】資源フュージョン解析技術の開発研究

【研究代表者】佐藤 功（地質情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 功、李 埼、陳村 理沙
西田 建次（脳神経情報研究部門）
喜多 泰代、増田 健（情報技術研究部門）（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

衛星画像による資源解析技術の高度化を目指し、空間分解能や観測物理量が異なる様々な衛星画像データや既存の地質情報マップなどを融合して、石油資源等の賦存可能性評価や開発を支援するための高付加価値の衛星情報を創出する融合解析技術の開発を目的に、資源フュージョン解析技術での要素技術として、ASTER 画像と SAR 画像をはじめ、ASTER 画像と地図などの多種の

ラスターデータ間での自動レジストレーション技術、ASTER の全バンドほかを活用するためのサポートベクターマシンによる教師付き分類技術、さらには、ウェーブレットによる空間分解能の異なる画像を用いたシャープニング技術について、数値実験などにより開発を進めたほか、一部は国内及び国際学会で公表した。

【分野名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、ASTER、データフュージョン、レジストレーション、画像分類

【大項目名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中項目名】PALSAR 高度利用技術の研究

【研究代表者】浦井 稔（地質情報研究部門）

【研究担当者】浦井 稔、奥山 哲、児玉 信介（グッド研究センター）（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

平成18年度は、本研究の初年度であることから、PALSAR のデータ処理を実施するためのハードウェア・ソフトウェアの整備を実施するとともに、幾つかの地域において D-InSAR 処理を実施し、PALSAR の初期評価を実施した。その結果、PALSAR は平野部においては3 km を超える長いベースラインで、山岳部においても1 km 程度のベースラインでも干渉し、cm 精度の地殻変動を検出可能であることが分かった。

【分野名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、PALSAR、地殻変動、干渉 SAR

【大項目名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中項目名】東アジア地域・堆積岩データベース利用技術研究

【研究代表者】脇田 浩二（地質情報研究部門）

【研究担当者】脇田 浩二、宝田 晋治、原 英俊、加藤 敏（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

東アジア島嶼部から海域の地質図編纂を開始するとともに、モンゴルの石油堆積盆について招聘研究者と意見交換を実施した。また、タイ北部及びラオスの地質構造調査を実施するとともに、シンガポールで行われた地質シンポジウムにおいて、アジアの自然災害データベースについて研究発表を実施した。地質図作成においては、これまで作成してきた地質図の3レイヤーを1レイヤーにするため、凡例の統合を実施し、データベース構造を一新するとともに、フランスの研究機関で作成されたデータを元に、地理情報システムを利用してアジア地域の地質図の改変作業を実施した。また、海洋底の年代を国際標準のデータによって作成した。タイ北部及びラオスの地質構造調査においては、チェンマイ周辺において、石

油堆積盆の構造的成因を解明するため、その基盤であるインタノン帯の地質調査及び試料採取を行った。今回は特に、デボン紀の筆石など陸域の化石を含む地層と遠洋性の放散虫チャートの関係を検討し、両者が漸移関係にあることを明らかにした。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕衛星利用技術、石油資源、ASTER、東アジア、堆積盆、地質構造

〔大項目名〕石油資源遠隔探知技術の研究開発

〔中項目名〕東アジア衛星 DEM の研究

〔研究代表者〕浦井 稔（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕浦井 稔

中村 良介、児玉 信介（グリッド研究センター）

在岡 麻衣（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

東アジア衛星データセットの作成方法について再検討し、作成方法の一部を修正した。また、前年度に開発したモザイクソフトウェア改良を加え、緯度1度×経度1度の範囲において DEM モザイクを作成し、良好な結果を得た。これと平行して、必要な計算機システム・ファイルサーバの一部を整備した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕衛星利用技術、石油資源、ASTER、DEM、モザイク

－中小企業産業技術調査等委託費－

〔研究題目〕食品分析精度管理用標準物質の研究開発

〔研究代表者〕鎗田 孝（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕稲垣 和三、成川 知弘、伊藤 信靖、羽成 修康、大竹 貴光、千葉 光一（常勤職員7名）

〔研究内容〕

カドミウムを含む微量元素や残留農薬の濃度を認証した米の標準物質開発に必要な技術を確立するため、以下について検討した。

微量元素濃度分析用精米標準物質に関して、0.4 mg/kg 及び0.04 mg/kg 程度のカドミウムを含有した標準物質を開発するのに適した精米試料を原料に用いて、標準物質の候補の調製法（精米の粉碎法や安定化法等）を確立した。さらに、調製した試料の均質性評価方法を確立した。一方、値付け法として、ICP 質量分析装置を用いた同位体希釈質量分析技術を確立した。また、測定原理の異なる測定装置を用いた定量技術による値付け分析技術も検討・確立し、これらによる測定結果を比較することによって、開発した値付け分析法の妥当性を確認した。

残留農薬分析用玄米標準物質に関して、農薬を適量添加した玄米試料を温度条件の異なる保管条件で長時間保存し、長期保存安定性を評価した。また、実際に農薬を

散布した実玄米試料の作付け・収穫を行い、標準物質の原料を調製した。さらに、得られた玄米を用いて、候補標準物質の調製方法も検討した。一方、値付け分析方法の開発として、同位体希釈－ガスクロマトグラフ質量分析法等による精密定量技術を検討した。

〔分野名〕計測・標準

〔キーワード〕組成型標準物質、食品分析

〔研究題目〕普及型高精度角度測定装置の開発と応用に関する研究

〔研究代表者〕渡部 司（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕渡部 司、藤本 弘之（常勤職員2名）

〔研究内容〕

県の公設試験所や中小企業が角度の標準器として利用可能な普及型高精度角度測定装置の開発を行う。開発目標は、低価格、高性能と汎用性を備えることである。そのため装置価格帯が300～500万円となるように部品を選定し、諸外国の標準研究所が所有する角度測定装置と同等以上の精度である1”～0.01”（1”は1度の1/3600）を超える高精度を目指し、また装置1台でより多くの角度計測器（ロータリエンコーダ、オートコリメータ、ポリゴン鏡、角度干渉計、傾斜計や水準器等）を校正できる汎用性のある機能を持った装置開発を行った。

今年度は特に、これらの目標を満足させるために異なる2種類の角度検出方式による普及型高精度角度測定装置の試作を行った。装置1は自己校正機能付きロータリエンコーダ内蔵角度テーブルである。この装置は内蔵されたロータリエンコーダが自己校正機能を持つことで約10”程度ある目盛誤差と取付け偏心誤差の合成誤差を検出することが可能であり、この誤差を補正することで1”以下の高精度な角度テーブルが実現できた。装置2は角度が360度の閉系であることを原理に用いた角度割出しテーブルである。内蔵された2個のロータリエンコーダの相対角度差を全周で平均することにより、割出し角度の高精度な検出を可能にする。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕角度、ロータリエンコーダ、校正

－地域新生コンソーシアム研究開発事業－

〔研究題目〕早期分子診断用ハイブリッド次世代マスプロファイラーの開発

〔研究代表者〕白石 正夫（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕白石 正夫（常勤職員1名）

〔研究内容〕

マスプロファイラーの主要部となる質量分析装置の信頼性の向上を目的に、質量分析装置の真空チャンバーの等温化と恒温化方法を検討し、当該開発装置に適用する方法を選択した。質量分析装置の性能や精度は、装置の核心部となる真空チャンバー内に配置した複数の電極で人為的に発生させた電磁場の信頼性に大きく依存する。

信頼性が高く安定した電磁場を得るには、電源系統の回路上の問題と共に、電極やセンサーを設定した精度に配置し、保持することが必要不可欠であり、装置の作動中に生じる装置の温度変化による熱変形を極力抑えることが必要になる。このため、真空チャンパー全体の温度分布を一様にする等温化と同時に、温度レベルを時間的に変動させない恒温化が最も有効な方法となる。ここでは、当該装置が、一般的な空調の環境下で用いられることを前提に、分析装置の基本的構成や形状に出来る限り影響を及ぼさないでかつ省エネルギー的な方法との観点から次の4つの方法を検討した。1)真空チャンパーの壁面を、銅あるいはアルミ等の熱伝導の良導体で構成する。2)真空チャンパーの壁面にヒーターを巻く。3)真空チャンパーの壁面に適当な間隔でヒートパイプを配置する。4)真空チャンパーの壁面をヒートパイプ化する。

これらの4つの方法について検討した結果を基に、開発する装置の真空チャンパーの等温化、恒温化方法にヒートパイプを利用した3)と4)の方法を提案し、これに基づいて真空チャンパーが設計、制作された。なお、制作された真空チャンパーを組み込んだ質量分析装置の性能評価等は、次年度に実施される計画である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】質量分析器、ヒートパイプ

【研究題目】バイオ混合 DME 発電システムの実用化
研究開発

【研究代表者】後藤 新一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】後藤 新一、小熊 光晴、日暮 一昭
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

ジメチルエーテル（DME）とバイオ油脂の最適混合燃料による発電システムを開発し、理想的分散型エネルギーシステムを構築し、普及拡大を図ることを目的としている。開発対象は、災害対策用や外食産業等小規模商用施設への潜在的導入需要が見込まれる50 kW クラス発電システムとする。平成18年度は、物性計測とエンジン性能評価によるバイオ油脂最適混合割合について、4種のバイオ油脂を対象として、最適な混合対象バイオ油脂の選定及びDMEへの最適混合割合を、燃料物性計測とエンジン性能双方の観点から検討した。その結果、本コンソーシアムで使用する燃料は、パーム油メチルエステルを10%以下の割合でDMEに混合して使用するのが最適であると判断した。また、発電システムの開発について、エンジン本体の改造を行い、発電システムの定格出力50 kWにおけるエンジン運転条件の最適化を行った。その結果、燃料噴射時期-12° ATDC（After Top Dead Center、上死点後）でEGRを40%程度かけることにより、正味熱効率を維持しつつNOx排出濃度を本コンソーシアムの目標値である100 ppm以下に抑えることが可能となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオディーゼル燃料、ジメチルエーテル、DME、ディーゼルエンジン、発電システム、コンソーシアム、曇り点、NOx、EGR

【研究題目】九州地域産業クラスター・電子部材高度加工技術の確立

【研究代表者】青柳 昌宏
（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥、所 和彦、横島 時彦、山地 泰弘、他
（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

本研究では、積層チップ間の超高密度バンパ接続を実現するために、薄型化チップを実装精度1 μm以下の超高精度で接合する接合装置ユニット及び接合技術の開発を目指す。特に、1 μm以下のチップ間位置合せ精度を確保できる10 μm以下の超微細バンパ接合技術を開発する。

平成18年度は、前年度で得られた結果（接合直前での位置合せ精度は1 μm以下）を基に、接合装置開発担当企業と共同して、「加圧接合過程における位置ズレ」の原因の明確化のための検討を中心に行なった。専用TEGを用いた接合実験の結果、加圧ヘッドの横ブレを抑えることが実装精度を改善するために重要との見通しを得た。また、36万個の先鋭金バンパ（スタッドバンパ型と円錐型の2種類）を有するTEGを用いた接合形成の予備実験により、15 mm□サイズの大型チップに関しても、接合前アライメント精度が1 μm以下になることを確認した。一方、接合形成時のバンパ変形量について、スタッドバンパ型先鋭バンパの優位性を確認するとともに、36万個の先鋭金バンパによる金-金接合の技術的見通しを得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】バンパ、接合、フリップチップ、高密度、微細、アライメント

【研究題目】自動二輪車用 Nox 低減排出装置の開発
（山梨県コンソーシアム）

【研究代表者】池田 伸一
（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】池田 伸一、梅山 規男
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

自動車排気ガスからの窒素酸化物（NOx）除去を目指したフィルターシステムの開発を、平成17年から2年間の経済産業省委託地域新生コンソーシアム事業（総額4,700万円）として、山梨工業技術センター、（株）ミラプロなどの複数の機関と共同で進めた。ガソリンエンジ

ンを搭載した、自動二輪車の排気ガス中の窒素酸化物 (NOx) 削減を念頭に置いた、Sr-Ru 酸化物主体の NOx 除去用フィルタ開発を行った。平成18年度は開発の最終年度にあたり、2年間の研究の結果、以下の成果が得られた。開発した NOx 除去装置を800℃に維持することで、実際の自動二輪車から出る排気ガス中の NOx を83%、CO を71%、HC を87%、除去することができた。除去装置の寿命などは今後の開発課題となる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】NOx 除去、排気ガス

【研究題目】高効率有機物分解による機能性成分製造技術開発

【研究代表者】鳥村 政基 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】田尾 博明、佐藤 浩昭、鳥村 政基
(常勤職員3名)

【研究内容】

各種産業において快適性の追求や新しい機能が付与された製品開発が進められている一方で、環境問題への解決を両立させた天然高機能商品やリサイクル可能な素材の開発が求められている。現在のところ、種々の生体高分子を分解し多種多様な機能性成分を得るためには煩雑かつ高コストな製造・精製方法を用いざるを得ない場合が多く、その未利用資源の有効利用が大きく制限されている。未利用資源である農業残さや食品廃棄物の中には、再利用出来る機能性成分の原料となる物質が多く含まれており、本研究ではそれらの物質の低コストで高効率な革新的抽出法・生産方法の開発を行ってきた。ここでは、酵素による加水分解と限外濾過膜による電気透析を用いた新しい機能性成分の製造・精製法の確立をめざし、中でもその手法で重要な位置を占める分解産物の生成量簡易モニタリング技術の開発を行った。再資源化が求められている柑橘類搾汁残さをモデルに技術を確立し、これまでより安く簡便に機能性オリゴ糖や機能性ペプチドが製造できることを確認した。本技術は、未知の機能性成分の探索をも容易にするため、これを利用して新たな機能性成分の大量生産が可能になるような方向で開発をすすめている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】機能性成分、電気透析、酵素分解、リサイクル

【研究題目】植物細胞を利用した B 型肝炎ウイルス中和抗体の製造法開発

【研究代表者】高木 優

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】高木 優 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 (植物細胞を利用した B 型肝炎ウイルス中和抗体の製造法

開発)

研究目的及び目標：

富山大学が作製した B 型肝炎ウイルス中和ヒト抗体の遺伝子を植物で発現させるシステムを構築し、植物で産生させたヒト抗体の機能を解析することにより、植物細胞を用いた抗体の製造方法を確立する。

進捗状況：

植物培養細胞で高発現するプロモーターの取得・開発を行うため、タバコ培養細胞をモデルとして発現量の高い遺伝子を探索し、それらの遺伝子解析から有効なプロモーターを選定した。さらに、タンパク発現・精製に最適な植物培養細胞の開発を行うため、HBV 抗体を生産させるホストとして、タバコ BY-2細胞について検討し、タンパク質発現・精製に最適な植物培養細胞の開発を行った。具体的には、アグロバクテリウム法により、タバコ BY-2細胞へ抗体遺伝子を導入し、得られた形質転換カルスより RNA を調製することにより導入遺伝子の発現を確認した。また、抗体タンパク質を高発現しているカルスを選定した。また、最適培養法の確立を行うため、抗体遺伝子を導入した培養細胞を効率的に増殖する栽培条件について検討した。液体培養細胞の増殖条件として、回転数、培養容量、植え継ぎ期間と発現するタンパク質量との関係について解析した結果、遮光条件下26℃にて約100 rpm の回転速度で100 ml の培養液中細胞を維持し、1週間で継代する方式を最適培養法とした。本法で培養した植物細胞での抗体タンパク質の発現量をウェスタンで評価した。さらに、最適タンパク精製法を検討するため、タバコ培養細胞に導入した抗体遺伝子が生産する抗体タンパク質を効率的に精製する手法、技術の開発に着手した。具体的には、scFv については、His-tag アフィニティークラムであるニッケルカラムを用いて、精製条件を検討した。別に、HA-tag アフィニティークラムも入手し、タンパクの抽出条件の検討が進行中である。完全型抗体については、Protein G アフィニティークラムを含む適切なカラムを選定し、AKTApurifier のプログラムを適切に設定した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】抗体生産、遺伝子発現、植物培養細胞

【研究題目】糖由来ポリマー鎖を応用した医用ゲルシートの開発

【研究代表者】加我 晴生

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】加我 晴生、江川 裕之、金子 憲明

高杉 友 (マクロテック株式会社)

覚知 豊次、佐藤 敏文 (北海道大学大学院工学研究科)

笹嶋 唯博、東 信良、石川 訓行 (旭川医科大学)

小川 和之 (株式会社小川アドバンテッ

ク複合技術研究所)
(常勤職員2名、他10名)

【研究内容】

体内に長期間埋植できるテフロンやポリエステル樹脂で柔軟性のある多孔質基材に、生体適合性の良い医療ゲルをコーティングすることによって生体組織との接触面や縫合部からの髄液漏れを起こさない人工硬膜を、ヒト・動物由来の材料を用いずに開発することを目的とする。糖由来ポリマーに化学修飾を加えて、医療用ゲルを形成するコーティング剤の開発、このゲルを応用して、生体適合性の良い体内に埋め込み可能なシート状の基材への被覆技術を確認し人工硬膜で代表される代用膜の開発、生物学的な安全性や物理化学的な性質を評価し、医療機器として治験実施が可能な製品の開発、ゲル被覆シートの再現性に優れる製作方法、それに適した装置の開発を行い、テフロンやポリエステル樹脂を用いた生体適合性の良い人工硬膜の開発を行う。

3種類の糖由来モノマーを調製し、各モノマーから糖由来ポリマー鎖を合成し、重合条件と分子量の再現性が得られることを確認した。これら糖由来ポリマー鎖について、生物学的安全性のスクリーニングを実施した結果、いずれも触媒残渣などの影響に拠る毒性は無いことが確認された。原料の糖由来ポリマー鎖に架橋反応の足場となる置換基を導入する反応を検討したところ、2段階の反応を経て目的の物質が得られた。また、これらから安定したゲルの形成が可能であった。ポリペプチドを薄く定着加工する基本技術をもつ企業から親水性化されたポリエステルシート状基材の試作品提供を受け、糖由来ポリマー鎖由来のゲルを被覆したところ、漏れがなく均一にコーティングできることを明らかにした。シート面、針孔からの漏れの評価で合格したゲルシート試料を2種類作製して、動物実験に供した。その結果、臨床的に操作性が良く、術直後の漏れの無いことを確認した。動物は1ヶ月の生存後、開頭評価した結果、漏れもなく、硬膜との治癒も良好であった。さらに、生物学的安全性評価の基本項目を実施し、反応原料残渣によるごく軽度の細胞毒性があったほかは、すべての試験で陰性であった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖由来ポリマー、医用ゲルシート、人工硬膜

【研究題目】 MEMS 技術を用いた高機能走査型原子間力顕微鏡システムの開発

【研究代表者】 大家 利彦 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 内海 明博、田中 正人、大家 利彦、佐伯 大亮 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究開発では、レーザー微細加工技術を用いて走査型原子間力顕微鏡 (AFM) 向けプローブの不良箇所を修復しプローブ製造における歩留まりを大幅に向上させる

ことを目指している。

画像輝度がばらつく中で、微小な変形量を正確に測定するため、変位測定系並びに画像処理・測定ソフトウェアの改良を行った。また、微小なプローブに所定の変形を与えるため、ビーム減衰ユニットの精度を高めつつ、プローブ上での照射位置、照射ビームサイズ、パルスエネルギー及びパルス数と変形量の関係を調べた。

今回、形状制御の対象とした AFM プローブにおいては、数10 nJ のレーザーパルスを照射することにより、形状を変化させることができた。また、そのプローブ先端部の変位量は照射パルス数と比例関係にあり、照射パルス数によりプローブ先端位置を調整することが可能となった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造/ライフサイエンス

【キーワード】 原子間力顕微鏡、プローブ、レーザー、微細加工、バイオナノ、生体試料、健康

【研究題目】 リンパ浮腫患者用弾性ストッキング製造システムの開発

【研究代表者】 香川 敏昌

(徳島県立工業技術センター)

【研究担当者】 小川 洋司 (常勤職員1名)

【研究内容】

全国に約6万人と言われているリンパ浮腫患者の治療に有効な、オーダーメイド弾性ストッキングの製造システムの開発を目指す。患者の症状にフィットさせて圧迫治療の有効性を高めるために、必要な断面形状計測技術の開発と浮腫の自動解析技術の開発を行い、足首から太腿に向かって着圧を段階的に設定するなどの患者の個別症状に適した弾性ストッキングを迅速かつ低価格で供給するための製造システムの開発を行っている。太腿から足首及び足首からつま先までの断面形状を高精度計測する計測装置を開発し、撮像と同時に高速ネットワーク経由でメインの CPU にデータを転送して断面形状データに再構築するシステムの完成を目指している。脚の断面形状を基に最適な着圧分布を自動設計し、編み機データへ自動変換するための基礎部分となる、患肢の断面形状データを基に脚の形状を3次元再構築し、コンピュータ画面上にグラフィック表示するためのプログラム開発を実施した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リンパ浮腫、弾性ストッキング、医療用ストッキング、製造システム、形状計測、自動設計

【研究題目】 分離機能性ナノ粒子の非接触複合化による機動的浄水システム開発

【研究代表者】 廣津 孝弘 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 廣津 孝弘、坂根 幸治、苑田 晃成、

Ramesh CHITRAKAR、手束 聡子
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

大規模自然災害等非常時に、被災者に現地で安全な水を製造・供給するため、分離機能性ナノ粒子が多孔性ポリマー内に非接触で複合化された波及効果の大きい新規分離機能繊維状成形体を創製し、革新的な膜ろ過一吸着分離工程からなる機動的浄水システムを開発する。

本年度は、無害な元素から構成され、有害イオンの選択的吸着性に優れた吸着剤の元素組成の決定、分離機能性微粒子を非接触で複合化した繊維状吸着材の製造・機能評価等を集中的に実施し、目標をほぼ達成することが出来た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 飲料水、浄水システム、有害イオン、分離剤、繊維吸着材

【研究題目】 焼却灰の無害化・有用物製造・一体化システムの開発

【研究代表者】 山崎 俊輔 (株ユイ工業)

【研究担当者】 廣津 孝弘、王 正明、苑田 晃成
(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究は、ごみ焼却灰の処分場の確保が困難であることから、資源化&リサイクル化の観点から、従来の灰溶融炉の高エネルギー消費・高コスト等の問題を解決するため、低周波域の超音波を用いて焼却飛灰を無害化し、焼却主灰を加えて人工ゼオライトをベースとした有用物の製造を行う一体化システムを開発することを目標としている。産総研では、焼却灰から製造されるゼオライトの細孔構造特性の解明を主に担当する。本年度は焼却主灰、及びそれから得た人工ゼオライトの細孔構造を窒素吸着法で測定し、昨年度明らかにした市販のゼオライトの結果と比較して特徴を明らかにした。

測定したゼオライト試料は、焼却灰主灰から試作した人工ゼオライト、それにヒドロキシアパタイトを添加したもの或いは更にメカノケミカル処理を行ったものであった。主灰(比面積:26 m²/g)に対し、人工ゼオライト及びその添加・処理品はその比表面積が大きく増加し、すべて100 m²/g以上を示した。また、これら人工ゼオライト及びその添加・処理品の比表面積の値はX型、Y型等の市販ゼオライトのそれらに及ばないが、4 nmのポア幅のメソポアを持っていることが特徴的である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ごみ焼却灰、資源化、リサイクル、ゼオライト、窒素吸着法、細孔構造

【研究題目】 省エネ高輝度固体照明を実現する窒化ガリウム単結晶製造技術

【研究代表者】 増田 善雄

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 増田 善雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は省エネ高輝度固体照明を実現するための高品質2インチ窒化ガリウム単結晶基板を作成することを目的としている。本年度はシミュレーションによる装置運転条件の最適化のための計算を行った。なお本来の研究計画では実際の結晶育成時におけるデータとの比較検討を行うはずであったが、育成実験が遅れたため、実験との比較ができるまでに至らなかった。そのためバッフル板の形状の最適化を目指した計算を行った。計算には2次元軸対称モデルを用い、超臨界アンモニアが入っている内部は直径10 cm、高さ1 mとし、外側の金属はすべてインコネルで直径30 cm 高さ1 m40 cm とした。バッフル板は白金とし半径は4.8 cm、それと中心部分に半径7.35 mm の穴が空いているものとした。そして漏斗形のバッフル板の中心部がへこんでいるような漏斗形の形状の場合について計算した。加熱及び冷却は外壁で行われているものとして、領域下部の加熱面が420 °C、上部の冷却面が400 °Cの温度一定とした。今回の計算では解析は SCRYU/Tetra を用いて行った。計算の結果、バッフル板がフラットな場合と漏斗形の場合で対流の傾向は本質的に変わらないことがわかった。また漏斗形バッフル板において角度が大きい方が原料部と結晶育成部との間の流量が大きくなり、それに伴い温度差は小さくなることがわかった。しかし、バッフル板の角度が0度の時と20度の場合を比較すると、流量は2倍程度に増加しているが温度差は2 °C程度しか変わらないことがわかった。このように漏斗形バッフル板の傾斜角度は20度程度が有効であると考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 窒化ガリウム単結晶、計算機シミュレーション、超臨界アンモニア

【研究題目】 調光薄膜を利用した水素漏れ検知システムの開発

【研究代表者】 吉村 和記

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 吉村 和記、田嶋 一樹、包 山虎
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究開発は、高濃度で大量の水素ガスが漏れた場合にも安全に水素漏れ検知を実現するための技術開発を行うものであり、水素燃料時代の安全を確保する事を目的とするものである。本研究開発により作成される検知システムはマグネシウム-ニッケル合金のナノ薄膜が水素と反応する金属光沢を失い透明になる“調光特性”、及び高感度に薄膜の吸収スペクトルがその場測定可能な“スラブ光導波路分光法”を組み合わせた、新規な水素漏れ検知器とシステムであり、このような水素検知シス

テムを実用化するため、マグネシウム-ニッケル合金ナノ薄膜の調光特性の最適化、スラブ光導波路分光法の最適化、実環境下にマッチングする水素漏れ検知器、検知システムを総合的に開発する。

産総研では、マグネシウム-ニッケル合金ナノ薄膜の調光特性の最適化を担当するが、本年度は、パラジウム層とマグネシウム-ニッケル合金層との間の界面構造を高次に制御することにより、水素に対する検知特性及び耐久性を向上する研究を行った。その結果、パラジウムとマグネシウム・ニッケル層の間に約2 nm 程度の厚さを持つニッケル層をバッファ層として挿入することにより水素化状態からの回復速度を大幅に向上できること、また、チタン層をバッファ層として挿入することにより耐久性を大幅に向上することができることなどを見出した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 調光薄膜、水素センサ、スパッタリング、界面制御

【研究題目】 二輪車に搭載できる高強度ナノホイストラ-熱電モジュールの開発

【研究代表者】 三上 祐史

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三上 祐史、小林 慶三、松本 章宏、西尾 敏幸 (常勤職員4名)

【研究内容】

本研究開発は、近年問題とされている地球温暖化及び環境汚染を防止するための技術開発を行うものであり、二輪車の内燃機関から排出される熱をエネルギーとして再利用する熱電変換システムにより燃費向上を目的とするものである。熱電材料の発電特性の向上とともに二輪車で常時発生する振動や温度変化に耐える高強度の熱電材料及びモジュール構造の開発、部材としての耐久性及び信頼性の確保が重要な研究課題となっている。

本年度は熱電モジュール作製の基礎となる各要素技術について研究開発を行った。「 Fe_2VAl の熱電特性の改善」では、セラミックス材料との複合化により熱伝導率を低減できることを明らかにし、エネルギー変換効率の向上に寄与した。また、「 Fe_2VAl ナノ結晶粉末の合成」では、短時間に目的の合金粉末を合成するための混合・合金化技術について検討を行い、高エネルギーミリングにより粉末の合成速度を大幅に向上させた。「 Fe_2VAl 素子のニアネット成形技術の開発」では熱電材料を素子形状にニアネット成形するための焼結技術について検討を行い、素子形状に近い成形体得られる黒鉛型を設計・試作し、複数の成形体の同時焼結が可能であることを実証した。「 Fe_2VAl 素子の接合技術の開発」では、ナノ結晶のホイストラ-焼結体の p-n 対を接合する技術や電極との接合技術の検討を行い、通電接合を利用した高強度で電氣的なロスの無い接合技術を開発した。さらに、

「 Fe_2VAl 熱電モジュールの最適化設計」では、二輪車の排気管への装着を想定した熱電モジュールを試作し、発電量の検証を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 熱電モジュール、鉄系合金、粉末冶金、電極接合

【研究題目】 ナノ粒子を利用した高性能 Al 合金鋳物の研究開発

【研究代表者】 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三輪 謙治、田村 卓也、尾村 直紀 (常勤職員3名)

【研究内容】

目標及び研究計画：

発泡樹脂成形に用いる金型は、製造工程で蒸気加熱と急冷を繰り返す。熱伝導の必要性と強度の制限の兼ね合いからポリスチレン用の場合、肉厚8-10 mm の Al 合金鋳物で作られている。この金型の材料強度を上げて5-6 mm に薄肉化できれば、金型製造に使用する Al 合金使用量の30 %削減すると共に、成形時間の短縮化による生産効率の向上、稼働時間の短縮化により蒸気や圧縮空気の使用量の40 %削減が可能となる。そのため、強ひずみ加工にて製造したナノ粒子含有微細化添加剤を使用し、高機能 Al 合金鋳物を開発する。その高機能 Al 合金鋳物を用いて、発泡樹脂成形用金型の高強度化をはかる。平成18年度は、電子顕微鏡による材料組成解析を行い、添加剤中の粒子の測定及びアルミニウム合金の粒子径の測定を行う。

平成18年度進捗状況：

電子顕微鏡による材料組成解析において、まず、Al-5 mass%Ti の組成を持つ強加工前の微細化剤の組織を光学顕微鏡で調査すると共に、走査型電子顕微鏡で組織の詳細と組成成分を調査した。成分分析の結果から、微細化剤は、純 Al の母相中に Al_3Ti の板状化合物が分散したものであり、走査型電子顕微鏡でのサイズ測定により、この化合物は厚さが約10 μm 、幅が約200-500 μm の大きさの板状化合物であることがわかった。また、その形状から強加工により微細化が可能であることが推察された。

さらに、繰り返し押出加工 (ECAP) を200 %まで加えた微細化剤の組織を光学顕微鏡及び走査型電子顕微鏡で詳細に調査した。その結果、強加工により破断され、化合物の大きさは、厚さが約2-3 μm 、幅が約10-20 μm 程度に微細化された。連なった板状化合物の間には、強加工に伴う空隙の発生が確認された。さらに、 Al_3Ti の板状化合物の一部は、約1 μm の非常に微細な化合物になった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 アルミニウム合金、組織微細化、微細化

剤、強加工

〔研究題目〕鉄系バインダ超硬合金を用いた難削材用乾式高効率切削工具の開発

〔研究代表者〕 松本 章宏

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 松本 章宏、小林 慶三、西尾 敏幸
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

近年、部材の軽量化、耐食性の改善などから機械加工される素材(被削材)はステンレス鋼などの難削材へと変化している。これら素材は熱伝導性に乏しいため、摩擦熱により超硬合金の結合相であるコバルトが酸化して工具破損の原因となっていた。これに対して、産総研では耐酸化性に優れた FeAl を結合相とする新しい超硬合金 WC-FeAl を開発した。一方、わが国の“ものづくり”の技術は、中小企業の高度な機械加工技術によって支えられてきたが、相次ぐメーカーの海外進出によって、これら技術の空洞化が進行している。中国では著しい経済発展を背景に最新の機械加工設備を導入して難削材の高効率加工を実現しているのに対して、わが国では能力の劣る現有設備を利用しており、国際競争力の低下を招いている。本研究は、WC-FeAl を利用した切削工具(チップソー及びエンドミル)を開発し、中小企業の現有設備を用いて難削材の高効率加工(低回転速度で高送り加工)を実現するために行うものである。

本研究は、地域新生コンソーシアム研究開発事業として行うものであり、産総研はチップソー及びエンドミル用のマルチ焼結用黒鉛型の設計及びパルス通電焼結によるニアネット成形を担当しており、平成18年度は以下の成果が得られた。チップソーについては、パルス通電焼結により直径30 mm 以上の大型焼結体を作製しこれをスライシング切断する手法、並びにセラミックスフィルターを利用した成型型を利用した作製手法を提案し、それぞれの手法を用いて WC-FeAl チップを多数個取り可能であることを確認した。エンドミルについては、長尺黒鉛型を設計し、アスペクト比2の長尺焼結体の作製に成功した。作製したチップ並びにエンドミル素材を研削加工することにより、WC-FeAl チップソー並びにエンドミルの試作に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金属間化合物、超硬合金、難削材、パルス通電焼結、切削工具

〔研究題目〕住宅エクステリア用不焼性100%リサイクル保水不燃建材の開発

〔研究代表者〕 杉山 豊彦

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 杉山 豊彦、鈴木 和夫、長江 肇、大橋 優喜(常勤職員4名)

〔研究内容〕

保水性材料は、ヒートアイランド現象の対策として有用性が認識されて、特に舗装用材料、歩道等向けのブロックは、試験施工が盛んに行われ開発が進んでいる。それに比べて、住宅建材としての製品化は進んでいない。住宅建材に適用する際には、コスト(製品価格)、寸法精度、性能、外観などが要求される。これらの課題を解決するために廃棄物を主原料として、焼成を行わず、高品質高性能の住宅建材用保水性製品の開発を目標とした。本研究は其中で保水性材料開発に必要な材料設計指針を得ることを目的として、性能と材料特性の関係、保水及び蒸発のメカニズムと材料組織の関係を明らかにする研究を行った。

保水性機能の評価方法として確立された理論と手法が無い場合、各種の評価方法を立案、試験を行いながら評価方法と測定値の特徴の把握を行った。本年度は、模擬試験体として廃棄物粉末を混合した焼結体を作製し、成形体の諸物性と保水性特性の関連についての基礎研究を行った。保水力(pF値)測定については、遠心式の測定装置を用いて、測定条件(測定遠心力・時間等)、試料の大きさ(厚み)などが測定値に与える影響などを調べた。また、pF値のほかに、吸水・放水特性及び各種物性・特性の測定や評価を行い、評価方法の妥当性を検討するとともに、相互の関連などを調査した。これらの研究の結果得られた測定条件などに基づき、開発された不焼成保水建材の特性評価を行った。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 保水性、リサイクル、建材、不焼成

〔研究題目〕可視光光触媒の応用プロセス技術開発

〔研究代表者〕 埴田 博史

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 埴田 博史、深谷 光春、渡辺 栄次
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

従来の光触媒は紫外光下でしか使えず応用範囲が限られていた。本研究では、室内や車内のような紫外光のほとんどない可視光線下の環境で防臭、防汚、抗菌機能を発現する高活性可視光光触媒薄膜を、これまで加工の難しかったフィルム、樹脂、繊維、和紙などへの適用が可能となるように、熱に弱いとされる雑貨や繊維製品表面に形成させる技術について検討する。このため、スパッタリング法による可視光光触媒薄膜の低温結晶化技術及び高速成膜技術を開発する。可視光光触媒薄膜の結晶化熱処理温度を数100℃から100℃程度に低温化でき、また成膜速度も10 nm/分から100 nm/分程度に高速化できることから、生産用スパッタ成膜装置の高効率化及び省エネ化が達成できる。

今年度は、試作した光触媒薄膜の性能評価をガスバッグ法を用いて行い、光触媒性能評価の際の条件設定を行

った。その結果、試験前の前処理として試験試料に24時間以上照射、可視光の場合の照射強度8000 lx、サンプリング間隔30分、評価ガスの湿度45-55 %などを決めた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光触媒、可視光光触媒薄膜、スパッタリング法、光触媒性能評価

【研究 題目】 2段反応焼結法による SiC セラミックス複合材料の製造技術開発

【研究代表者】 谷 英治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 谷 英治 (常勤職員1名)

【研究 内容】

本研究開発は、廃タイヤ処理過程で発生するタイヤ炭と半導体等の製造過程で発生する廃棄シリコンとを所定の形状にし、産総研九州センターで考案された2段反応焼結法を用いて SiC セラミックスを作成する。その作成された SiC セラミックスと合金鉄もしくは鋼を複合させ、軽量かつ耐熱・耐摩耗を有する材料の製造技術開発を行うことを目的としている。開発する SiC セラミックス複合材料の目標は、既存ライナーの特性 (255 kg/m²、800 °Cでの高温硬度：HV350、耐すべり摩耗特性：0.25 g/hour) に対して20 %軽量化・30 %耐熱・耐摩耗性向上とする。

今年度は、SiC 系セラミックス複合材表面近傍の組成の均一化を行った。

(1) 黒鉛による効果

スポンジ状 Si/SiC 多孔質材の表面に黒鉛粉末をペースト状にして塗布後、Si の熔融含浸を行った。加圧成形をしていないので、黒鉛粉末が緻密化されていないためか、フリーSiが多い。

(2) 黒鉛粉末+Si 粉末の効果

スポンジ状 Si/SiC 多孔質材の表面に黒鉛+Si 粉末 (重量比：1) をペースト状にして塗布後、2段反応焼結を行った。加圧成形をしていないので、緻密化されていないためか、フリーSi が非常に多い。

(3) 黒鉛粉末+SiC 粉末の効果

スポンジ状 Si/SiC 多孔質材の表面に黒鉛+SiC 粉末 (重量比：1) をペースト状にして塗布後、Si の熔融含浸を行った。加圧成形をしていないが、組織が比較的均一である。SiC 粉末の添加により、黒鉛粉末の分散性が改善されている。

以上の結果より、表面部だけでも、SiC 粉末を混合することで、組成の均一化が可能であることが明らかになった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】 炭化ケイ素、耐熱、耐摩耗

【研究 題目】 難燃性マグネシウム合金の高機能組織制御と鉄道車両用部材の開発

【研究代表者】 上野 英俊

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 上野 英俊、佐藤 富雄、恒松 修二、井上 耕三、恒松 絹江

(常勤職員5名)

【研究 内容】

鉄道車両、特に新幹線の高速化、省エネルギーを図るために、車両の軽量化が重要な要因であり、1車両当たり500 kg の軽量化が求められている。本プロジェクトにおいては難燃性マグネシウム合金を車両部材に応用するため、①組織制御により塑性加工性を改善した高機能難燃性マグネシウム合金の開発と鋳造技術、②押し出し加工、プレス成形技術、③溶接技術と材料評価④表面処理技術の確立を行うと共に、製品のコストダウンを目的とし、当研究グループでは上記①、④を担当している。

本年度は鋳造材料特性や塑性加工特性の優れた微細粒状組織を有する合金開発を行うため、凝固組織制御技術を確認し、新たな溶解プロセスを開発する。従来法では難燃化のために添加したカルシウムがアルミニウムとの間に金属間化合物 Al₂Ca が結晶粒界に晶出し、塑性加工性を低下させていた。この Al₂Ca の晶出形態を制御した凝固組織制御技術を確認した結果、押し出し初期圧、押し出し速度の改善が可能となった。また、大型溶解炉による溶湯の減圧精製技術を確認すると共に、生産機械による押し出し加工を行い、その有効性を確認した。一方、得られた押し出し加工材の熱処理条件を検討し、熱処理による材質改善を行った。

また、表面処理技術の確立においては電解液にフッ化化合物を用いることにより、陽極酸化処理で生成する酸化マグネシウム被膜の代わりに、フッ化マグネシウムの皮膜が生成することを見出した。当初はシリカ100 %のコーティング皮膜の形成を計画していたが、マグネシウム合金基材に塗布するには熱膨張率の違い、セラミックスの欠点である脆性のために、純粋なシリカ被膜形成は困難であった。シリカ骨格に有機基を導入することにより、上記の欠点を克服し、マグネシウム合金としては高い耐食性を得ることができた。

これらの開発技術を結集して、新幹線用部材 (荷棚、椅子、内部ドア、窓枠) を試作し、軽量化を確認すると共に強度評価を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム合金、鉄道車両、塑性加工、溶接、表面処理

【研究 題目】 高性能普及型の新方式水分ストレス計・糖度計の開発 (植物の水分ストレス応答モデルの研究)

【研究代表者】 古賀 淑哲

(実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】古賀 淑哲 (常勤職員1名)

【研究内容】

新方式水分ストレス計 (長崎県工業技術センターにおいて開発) により得られる情報の信頼性・精度の向上を図るため、水ポテンシャルの低下による水分ストレス状態に対する緑葉の分光特性の応答をモデル化する。反射スペクトルにおけるレッドエッジのシフトなどの分光特性は、クロロフィルなどの色素の存在状態と密度に関係していると考えられる。このため、高等植物における光合成の初期反応、蒸散などの生理学的パラメータ、及び緑葉成分の動態解析を行い、構築する応答モデルの妥当性について検討する。

光合成における各反応の活性を、クロロフィルからの蛍光を詳しく測定することで調べる。植物緑葉の蛍光スペクトルを正確に測定するために、近赤外域に検出感度を持つ光検出器を用いた、蛍光スペクトル測定システムを構築した。植物緑葉において、680 nm 付近と、740 nm 付近に大きな蛍光ピークが観察された。

さらに、詳細に各反応系の活性を調べるために、レーザー励起 (モジュレーション) 蛍光分光システムを導入し、誘導される蛍光変化を実時間で計測するシステムを構築する。これにより、光合成初期過程を律速する素過程に関するより詳細な情報を得ることが出来、植物生育に及ぼす水ストレスの影響の解明も可能になると考えられる。

【分野名】標準・計測

【キーワード】植物、水ストレス、光合成、分光特性、蛍光

【研究題目】リンパ浮腫患者用弾性ストッキング製造システムの開発

【研究代表者】福田 修 (実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】福田 修 (常勤職員1名)

【研究内容】

従来の弾性ストッキングは、断面形状のみによって着圧分布を設計していた。しかし、形状が同じでも患肢の弾性(硬さ)が異なっていれば、治療に最適な着圧も異なるはずである。そこで、脚の断面形状計測と併せて弾性分布を計測する技術を開発すれば、従来よりも治療効果の高い弾性ストッキングを開発することができる。本研究では、多層弾性分布計測装置の開発を目指して、①多層構造用弾性計測装置の設計・試作、②高速演算アルゴリズム開発、③弾性計測装置評価システムの設計・製作、④弾性計測装置を用いたデータ収集と評価の4つの研究課題について検討を行った。目標とする試作装置の開発を完了するとともに、弾性評価のアルゴリズムの構築、及び実装も達成することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】超音波、リンパ浮腫

【研究代表者】調光薄膜を利用した水素漏れ検知システムの開発

【研究代表者】松田 直樹

(実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】松田 直樹 (常勤職員1名)

【研究内容】

今後のエネルギー問題を考えた場合、水素は二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギーとして近年大きく注目されており、その普及を進めるには製造、貯蔵、輸送技術の確立が必須である。一方、水素は大気圧下、空気中での着火エネルギーが小さく燃焼速度が速いため、安全に使用するには水素漏れを迅速かつ確実に検知するシステムの開発が急務である。本研究開発は、マグネシウム-ニッケル (Mg-Ni) 合金のナノ薄膜が水素と反応し金属光沢を失い透明になる“調光特性”、及び高感度に薄膜の吸収スペクトルがその場測定可能な“スラブ光導波路 (SOWG) 分光法”を組み合わせ、高濃度で大量の水素ガスが漏れた場合に安全に水素漏れ検知を実現する技術・システムを開発する。

ガラスや石英の薄板 (厚み=50 μm) の SOWG 上に、Mg-Ni と Pd 薄膜をそれぞれ60、及び10 nm 程度スパッタリング装置で作製し、 H_2 ガス (濃度4 %、Ar ガス中) を吹きかけ、その光透過性を SOWG 分光法の吸収スペクトルとしてのその場観察した。その結果、 H_2 ガスを吹きかけた直後から、光透過特性の変化が、吸収スペクトルが観察されるように現れた。昨年度実施した条件では、各波長毎の吸光度の変化の割合はほぼ同じであり、吸光度の経時変化を図示すると、時間に対する経時変化は傾きがほぼ一定の直線関係が得られた。この関係を用いると、現在の Mg-Ni 調光薄膜を用いても、濃度が4 %の水素ガスの場合、約0.2~0.3秒程度での水素ガス漏れ検知が可能であることが分かった。

【分野名】計測技術、水素燃料・エネルギー

【キーワード】スラブ光導波路分光法、調光薄膜、水素ガス、センサー

【研究題目】木質系バイオマス有効利用のための実用的糖化技術の開発

【研究代表者】石川 一彦

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】石川 一彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

本コンソーシアムでは、酵素法による木質系セルロースの糖化システム構築に的を絞り、実用化ベースのシステム開発を目指す。

本コンソーシアムでは、月島機械が処理した廃木材を使用して *Pyrococcus horikoshii* 由来の耐熱性セルラーゼ、*Trichoderma* 属由来の常温性セルラーゼと *Aspergillus aculeatus* 由来の β -グルコシダーゼを総合的に組み合わせることで、スギ廃材中に含まれる結晶性

セルロースを糖化し目標値以上のグルコースを得ることに成功している。さらに、各酵素の基質特異性の解析から、各酵素がどのような役割を果たしていることも解明し、これら酵素を使用した場合の最適反応条件も分かった。本研究成果は、本酵素群を、現在稼働している硫酸糖化プラントへ転用することが可能であることを示している。一方で、廃木材を酵素的に加水分解・糖化するには、月島機械の処理工程だけでは不十分であり、追加的な前処理も必須であることも分かった。例えば、リン酸やアルカリの使用、加圧、加熱や粉碎過程を経済的かつ環境的要因を考慮しつつ導入する必要がある。さらに、現時点で得られる酵素の価格にも注意を払う必要がある。酵素法の最大の問題点は酵素の価格であるとされている（現在の酵素価格では、廃木材の酵素糖化は経済的に実用化できるものではない）。低コストの酵素生産及び酵素のリサイクルまたは高機能化も今後の課題となるであろう。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオマス、セルラーゼ、セルロース、バイオアルコール

【研究題目】木質系バイオマスからのアルコール生成に関する研究

【研究代表者】安藤 尚功
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】安藤 尚功、石川 一彦
(常勤職員2名)

【研究内容】

目的：

木質系バイオマスは、セルロースを主成分としており、バイオプロセスをうまく利用すればその応用範囲が広がることから、最近特に注目されている。本研究は、木質系バイオマスを、産業用燃料としての利用が期待されるエタノールに変換する技術について研究することを目的とする。

研究計画：

木質系バイオマスである紙を原料として用い、エタノールに変換するために必要な2つの過程、即ち、セルラーゼによる酵素反応及び酵母による代謝、についてそれぞれ反応条件及び生育条件の最適化を行う。また、原料紙の違いや紙の形状が酵素活性へ与える影響についても検討し、再現性良く反応できる操作手順を確立する。

研究成果の概要：

セルラーゼの反応条件の最適化：セルラーゼの酵素活性は、主に酵素の濃度、反応温度、溶液の pH により影響を受ける。そこで、これらの要因について最適条件を探索し、同時に、原料となる紙の種類と形状が反応活性に及ぼす影響について検討した。その結果、酵素の濃度については0.5 %程度、反応温度については20～50 ℃、溶液の pH については5.0～5.5が最適であることがわか

った。原料となる紙の種類については特に大きな差異は認められなかった。また、形状については、細かく裁断した方が初期における反応活性は高かったが、ブドウ糖の最終到達濃度には影響がなかった。

酵母によるアルコール発酵過程の最適化：酵母は微生物であるため、その生育環境によって発酵速度が大きく影響を受ける。セルラーゼの反応条件が酵母の生育に影響を及ぼすことを考慮して最適化を行い、以下の生育条件を見いだした。(1)酵母の量：上記で得られたブドウ糖溶液20 mL に対し0.1 g、(2)生育温度：20～30 ℃、(3)酵母生育剤：不要
補足：一回のセルラーゼによる分解で得られるブドウ糖溶液の濃度は、原料紙の種類にかかわらず最大2.8 %であった（セルラーゼ濃度1 %、一週間反応後）。これは、セルラーゼが分解途中で生成する二糖類によりフィードバック阻害を受け、反応が進むに連れて有効活性酵素濃度が低下するためだと考えられる。本研究では、セルラーゼ濃度が0.5 %以下の場合、ブドウ糖濃度が2 %を越えることはなかった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオマス、セルラーゼ、酵母、アルコール発酵

【研究題目】オミックス解析技術による新規代謝動態解析装置の開発

【研究代表者】達 吉郎
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】達 吉郎、安藤 尚功、森垣 憲一
(常勤職員3名)

【研究内容】

目標：

本地域新生コンソーシアム開発事業全体では、ポストゲノムの次の世代であるポスト SNPs 解析において必須となるオミックス解析、特にタンパク質による代謝動態を解析する装置を開発する。このためには高感度を実現する新規 ISFET 半導体デバイスと標的タンパク質合成、精製、分析試薬との連携融合した研究開発を行うことを目的としている。その中で産総研は、新規分析手法と質量分析の連携に関する検討事項を担当した。

研究計画：

小麦無細胞タンパク合成系で利用するための標識用アミノ酸アナログを探索し、必要な機関に供給する。アミノ酸アナログでのタンパク合成の場合、天然型とアナログの立体構造の差による取り込み効率の差が生じるため、多くのアナログから、最適な合成化合物を選択する必要がある。さらに合成後のタンパク質（ペプチド）に検討したアミノ酸アナログがどのように取り込まれているかを検定するため、質量分析装置による分析を行う。

年度進捗状況：

アミノ酸アナログと質量分析計を用いた測定によって

蛋白質量の定量的解析を行うための基盤技術として、下記の2つの方法を検討した。

- 1) 無細胞合成系による方法：アミノ酸アナログを一定量含む無細胞蛋白合成用バッファー溶液を調整し、蛋白質合成が行われる事を確認した。
- 2) ラベル化法：アミノ酸アナログを含み特定のアミノ酸部位に反応する化学修飾試薬を合成した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ゲノム、創薬、ペプチド、蛋白質

【研究題目】オンサイト型環境汚染物質高感度迅速分析システムの開発

【研究代表者】前田 英明

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】前田 英明、山下 健一

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

近年、重金属・揮発性有機化合物 (VOC) 等の環境汚染物質による土壌汚染や地下水汚染が社会問題化し、国民における安心・安全・健康に対する意識の高まりを受け「土壌汚染対策法」が平成15年2月に施行・規制強化がなされる等、汚染実態調査や汚染浄化に対する迅速な対応が強く求められている。本研究開発は、土壌、地下水・河川水等に含有される有害成分 (主に、重金属イオン) の分析を、公定分析と同等の検出感度と正確さで、且つ、オンサイト・リアルタイムで安価に分析する方法 (オンサイト型高感度迅速分析システム) の確立を目的とし、目的とする分析方法を具現化するための軽量携帯型分析システム機器の設計・開発を行う。

本研究において、産総研は常時モニタリング分析を可能とするためのフローセル型多チャンネル電極センサチップの設計及び試作品の製作を分担した。具体的には、フローセル型でもパッチ型と同様の高感度・高選択性を実現するため、マイクロ流路の形状・サイズ・材質を検討し、併せて流路構造を達成するための基板・カバーの接合技術に関する試験を実施した。本年度は特に、ガラスと PDMS という樹脂製カバー材の表面の化学的性質を利用し、接着剤等を使用せず、電極センサチップにカバーを装着する方法を検討した。この方法は、接着剤等を利用する方法に比べ、接着後の電極部位の表面への付着物を抑えることができる。本課題における検討では、ガラスと PDMS の表面の官能基の化学結合形成を、紫外線により促進する方法により接着を行なった。

またこの検討に加え、使用後の電極の状態を、エネルギー分散型蛍光 X 線分析 (EDS) により解析するなどの検討を行うことで、電極も含めたチップ全体の耐久性等性能向上に資することができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】マイクロリアクター、環境汚染物質、微量分析

【研究題目】酸素・窒素ガスハイブリッド加圧食品殺菌装置の開発

【研究代表者】岩橋 均

(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】岩橋 均、原田 暢善 (常勤職員2名)

【研究内容】

酸素・窒素ガスハイブリッド加圧食品殺菌装置の開発に際し、特に、殺菌効果の検証を行うため、各種微生物の汚染評価を行った。その結果酸素・窒素ガスハイブリッド加圧食品殺菌装置の有効性を確認できた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】酸素殺菌、加圧食品、加圧殺菌、汚染微生物

【研究題目】新規バイオマーカーを用いた生活習慣病早期診断システムの構築

【研究代表者】二木 鋭雄

(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】二木 鋭雄、吉田 康一、斎藤 芳郎、小川 陽子 (常勤職員4名)

【研究内容】

本研究課題では独自の脂質酸化生成物のバイオマーカーであるヒドロキシリノール酸 (HODE)、ヒドロキシコレステロール (OHCh) を用いて、生活習慣病の早期診断測定システムを構築することを目的とした。一方で、LC-MS/MS システムを用いて新規マーカーの同定を行った。

検証試験として以下の知見が得られた。

- ① 糖尿病、腎症患者検証
疾患患者81例、健常者26例に関して検証試験を行い、マーカーの有用性を確認した。
- ② 酸化 LDL とマーカーとの相関
臨床検査に用いられている酸化 LDL 値と HODE、OHCh とが有意に相関することを見出した。さらに、抗酸化物質、年齢と tHODE、HODE 幾何異性体比、OHCh との相関検証を進めた。
- ③ 動物を用いた検証試験
糖尿病発症モデルマウス36個体を用いて、発症メカニズムの詳細検討を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】酸化ストレス、バイオマーカー

【研究題目】無機ナノ多孔性ろ過膜による高効率廃水リサイクルシステムの開発

【研究代表者】根岸 秀之 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】根岸 秀之、榊 啓二、柳下 宏、派遣職員1名 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

水資源の持続的な循環には、多様化する廃水に対して柔軟に対応する技術が必要とされており、それを解決する重要なキーテクノロジーとして膜分離技術が注目を集めている。本研究では、高温廃水を循環使用することで、熱リサイクルと水リサイクルという、CO₂削減効果と水環境保全を兼ね備えた「環境対応型食器洗浄システム」を開発することを目的として、産総研では、耐熱性と大きな膜透過流束を得るため、泳動電着法により粒度傾斜型構造化を図った無機ナノろ過膜支持体の作製を担当した。

本年度は、管状多孔質アルミナ支持体上に、段階的に粒度を小さくしていったアルミナ粒子層を泳動電着法により形成させるための電着浴の探索と電着条件の検討を行った。酸性に調整したメタノールにアルミナ粒子を分散させたものを電着浴とすることで、多孔質アルミナ基板の上に、粒子数層分の厚さのアルミナ粒子堆積層を形成させることができた。さらに、粒度の小さいアルミナ粒子を連続的に泳動電着させることで、支持体から膜表面に向かって段階的に粒度が小さくなっている粒度傾斜型構造に成形できることを明らかにした。この構造の膜の各粒子層を形成させるためのアルミナ粒子の電着量は、粒子濃度や電着電圧で制御することができた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 膜分離技術、無機ナノろ過膜、粒度傾斜型無機材、泳動電着

【研究 題目】 超高精細 LCD を実現する発光ガラスパネルシステムの開発

【研究代表者】 赤井 智子（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 山下 勝、神 哲郎、楊 旅雲、村上 方貴（常勤職員2名、他2名）

【研究 内容】

現在、モバイル機器用ディスプレイの主流は LCD が占めているが、動画、TV 受像などの用途が増加するに従い、高精細化、省電力化のニーズが高まっている。高解像度を得るための方法の1つとして、バックライトを R,G,B に高速で切り替え、液晶スイッチと同期させることで、カラーフィルターを使用することなしに1つのセルで3原色を表現することのできるフィールドシーケンシャル方式が提案されている。この場合、現行では R,G,B の3色の LED を高速切り替え点灯させて導光板に導入することで3原色のバックライトとしているが、点光源であるための輝度むらが問題となり導入への障壁となっている。本研究開発においては、面内に任意の蛍光強度分布が作製できる多孔質ガラスを基材とする蛍光ガラスと紫外 LED とを組み合わせることで、輝度むら5%以内300 nit (cd/m²) 以上の輝度を示す R,G,B の面発光ガラスパネルを開発する。さらに液晶スイッチと組み合わせ同期回路で駆動することにより、QVGA 以上の高精細 LCD ディスプレイが得られることを実証す

ることを目標とする。

本年度は、3インチの発光ガラスパネルを作製する要素技術の開発を行った。まず、波長365 nm の紫外 LED を励起源として300 nit 以上の輝度を有する緑色発光ガラスを開発した。また端面に紫外 LED を入射して面発光させる適切なパネル構造の検証を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料

【キーワード】 発光ガラス、LCD、バックライト、フィールドシーケンシャル

【研究 題目】 改質ポリ乳酸の創製及びそれらの射出成形・加工技術の開発

【研究代表者】 相羽 誠一（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 中山 敦好（常勤職員2名）

【研究 内容】

本コンソーシアム事業の中では、ポリ乳酸の生分解性評価を担当した。ポリ乳酸は生分解性プラスチックとして知られているが、一般の環境中ではほとんど分解しないのが事実である。しかし、コンポストのように水分が多量にあり、温度が高い条件では分解されていく。よってポリ乳酸の生分解性評価はコンポストを用いた微生物酸化分解測定装置を使い、ISO14855-1 (JIS K6953) に準じて行うこととした。本年度はこの装置の有効性とポリ乳酸の分解性を評価した。また、分解の確認の補足として分子量の変化も測定した。

まず、コンポストの活性を確認するためにセルロースで試験した。セルロースはいずれも3週間ほどで約25%分解していることから、このコンポストの前処理は適切で、活性は十分と考えられた。次にポリ乳酸を試験したところ、30日間で数%の分解度であったが、その後急激に分解が進み、60日後には50%分解した。また、分子量測定によると、コンポスト投入前には110,000であったのが、21日後で48,000に減少し、さらに38日後には8,700にまで減少しており、明らかに加水分解が進んでいることがわかった。以上のようにコンポストを用いた微生物酸化分解測定装置はポリ乳酸の生分解性評価に有効であることが認められ、今後は本コンソーシアムで創製される改質ポリ乳酸の評価を進めていく。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ポリ乳酸、生分解性、コンポスト、微生物酸化分解測定装置、分子量

【研究 題目】 防爆・耐電磁ノイズ対応 FBG 圧力・温度複合センタの研究開発

【研究代表者】 秋宗 淑雄

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 秋宗 淑雄、津田 浩

（常勤職員2名）

【研究 内容】

分担課題である「圧力計測要素技術の理論確立及びト

ータルシステムアーキテクチャーの理論確立」に取り組んだ。

FBG センサは、光ファイバのコア部に、レーザ照射により1 nm 以下程度の間隔の格子を描画してゲージ部数 mm 程度の格子を描きセンサとしたもので、FBG センサからの反射光は、格子間隔で決まる特定の波長だけを有する光になる。したがって、センサ部にひずみが生じれば格子が伸縮し、反射光の波長が変動するので、その波長スペクトルのピーク位置からひずみを測定できる。本開発の FBG センサシステムでは光フィルタによりひずみを検出する。反射光の周波数と少しだけずれた周波数を有するフィルタを光経路に設け、センサ反射光をこのフィルタに通せば、両者の波長スペクトルの重なった部分に相当する光だけが測定される。この反射光は、ひずみの伸縮に対応してその強度が変化するので、これを光電変換することによりを検出できる。

ひずみ精度の確認実験を実施した。実験では片持ち梁に自由振動を加え、その際の光電変換器出力をオシロスコープに5 kS/s で収録してひずみを評価し、抵抗式ひずみゲージと比較した。計測された歪計測部の異なるひずみとひずみゲージ計測の結果では、ひずみ計測位置が異なるため両センサから評価されるひずみの絶対値に非常に近い値を示し、また一致した振動周期を示していることが確認される。またひずみゲージから得られるひずみ-時間関係よりもノイズの少ない関係が FBG センサから得られていることが分かった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】光ファイバセンサ、光フィルター、広帯域光源、オシロスコープ、ひずみセンサ原理

【研究題目】低環境負荷型高効率帯電分離式フロン再生装置の研究開発

【研究代表者】小野 泰蔵
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】小野 泰蔵、早川 由夫、水野 彰、高島 和則、浅田 一吉、小澤 泰裕、大野 誠、吉田 浩和
(常勤職員2名、他6名)

【研究内容】

目標：

回収フロンは家電リサイクル法やフロン回収破壊法に則り分解した後に産業廃棄物として処理されている。現在、フロン回収率は破壊処理費用の経済的負担が大きいため30 %弱の低水準に留まっているが、フロンを再生リサイクルすれば破壊費用も廃棄物も無くなり、同時に分解処理に要する膨大なエネルギーを節約できるようになる。またフロン回収率を高水準に移行させることも可能になる。本研究ではフロンを再生リサイクルするための低環境負荷型高効率帯電分離式フロン再生装置を開

発し、オゾン層問題や地球温暖化などの環境問題に対処することを目標とする。

研究計画：

目標を達成するために回収現場で使用可能な小型で高性能な帯電分離式フロン再生装置の開発を行う。装置重量はフロン回収作業で現場に搬入出来る50~60 kg を目標に設計し、再生処理能力を15 kg/h (中型のフロン回収機のガス回収能力相当) とする。再生品質は日本工業規格のフロン品質規定 (JIS 1517) に適合する新品のフロン同様とする。本年は主に集塵装置の電極及び電源の開発、帯電量と除去率の関係、フロン分析の簡易方法などの検討を行う。

年度進捗状況：

フロンに混入した水分や劣化した油分などの不純物を摩擦帯電して電界集塵装置で除去する方式を提案し検討を行った。電極材料や構造と帯電率の関係を計測し、微細空隙を有する構造の流量調整バルブが良好な帯電特性を有していることを見出した。電界集じん部の電圧を低く抑えても不純物の油分除去が可能であり小型化に有利な結果を得た。フロンの蒸発気化熱を利用して水を凝固させることで水分も除去できることを確認したが、最適温度管理が今後の課題である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】フロン、再生、帯電式、リサイクル、リユーズ

【研究題目】光フロンティア領域を支える次世代光機性能性光学材料及び素子の開発

【研究代表者】板谷 太郎
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】板谷 太郎、大久保 雅隆、亀井 利浩、榊原 陽一、遠藤 道幸、向井 誠二
(常勤職員5名)

【研究内容】

地域新生コンソーシアム「光フロンティア領域を支える次世代光機性能性光学材料及び素子の開発」において、(1) 能動光学素子技術 (2) スーパーミラー技術に関する研究開発を行った。(1) 能動素子の開発においては、Yb 系のレーザー用の半導体可飽和吸収ミラーの試作と評価を行った。目標波長1060 nm に合致した可飽和吸収ミラーの試作を行った。また、スーパーミラーの評価技術として、波面検出技術の検討を行い、既存のシャックハルトマン方式と比較して、10分の1以下の方式の考案を行った。(2) スーパーミラー技術に関しては、表面粗さ3以下の超平坦基板技術の確立と、10 ppm 以下の超低損失ミラーの実現が目標であったが、両目標を達成した。超平坦基板の実現では、ポリイミドコーティングによる超平坦化技術を開発し、2.4 Åの結果を得た。また、シリコン研削による平坦化も行い、表面粗さ1.1 Åの結果を得た。誘電体多層膜による超低損失ミラー技術

に関しては、VEECO 社のイオンビームスパッタ装置を導入し、 SiO_2 と Ta_2O_5 からの成る誘電体多層膜ミラーの成膜を行い、成膜後のアニール処理を行うことにより、

8.3 ppm の超低損失ミラーを実現した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】スーパーミラー、イオンビームスパッタ法、SESAM

【研究題目】波長可変温度波伝搬法を用いた材料評価技術と計測分析装置の開発

【研究代表者】加藤 英幸（計測標準研究部門）

【研究担当者】阿子島 めぐみ（常勤職員1名）

【研究内容】

伝熱特性が重要な役割を果たす新規的な高機能材料が多数開発される昨今、それらを簡便に効率良く測定評価できる計測分析機器のニーズは高く、周期加熱法を発展させた波長可変温度波伝搬法を用いることで、実用性の高い装置開発が可能になると期待される。初年度は、加熱用レーザーの変調特性や集光特性、検出用放射温度計の応答速度や観測視野を中心とした要素技術の開発を行い、プロトタイプ1号機の開発までを終了した。様々なテストサンプルの測定を実施し、プロトタイプ機の原理的な有効性を実証するとともに、多くの改良ポイントを確認した。進捗は概ね順調であり、今後は翌年度のプロトタイプ2号機の開発を通じて商用機に近いモデルへのブラッシュアップを進める予定である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】計測技術、材料評価、分析装置

【研究題目】自己整合技術を用いた有機光高度機能部材の開発

【研究代表者】加藤 一実

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】加藤 一実、西澤 かおり、鈴木 一行（常勤職員3名）

【研究内容】

光スキャナ、光バッテリーなどの有機光高度機能部材を構築するため、その基本的な部位を構成する、絶縁部材、透明電極部材、保護膜部材などを、有機材料等上に200℃以下の低温で形成するためのテラードリキッドを開発することを目標としている。平成18年度は、高誘電率絶縁部材並びにガスバリア用部材として材料の選択、膜形成にかかる基本的な性質、有機材料上へのソフトパターニングの適用性を検討し、特に、光シールを構成するための高誘電率絶縁部材の材料選択、有機材料上の膜形成にかかる基本的な性質、200℃以下で成膜するための合成条件について検討した。

その結果、酸化ハフニウムについて、金属アルコキッド原料溶液を部分加水分解して調製した前駆体溶液を用いて形成した薄膜において、比較的低温の加熱処理によ

り、薄膜全体にわたり均質な構造が発達することが分かった。一方、酸化ジルコニウムについては、金属アルコキッド原料溶液から調製したゲル膜に紫外線を照射することにより、室温付近の温度領域で、膜内にナノ構造が形成されることが分かった。これらの結果は、酸化ハフニウムや酸化ジルコニウムなどの高誘電率酸化物を低温で薄膜化するための基礎的知見となった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】フレキシブル光機能部材、低温合成、High-K 材料、酸化ハフニウム、酸化ジルコニウム

【研究題目】ナノ粒子分散多層製膜技術による超耐久性プラスチック食器の開発

【研究代表者】加藤 一実

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】加藤 一実、鈴木 一行（常勤職員2名）

【研究内容】

食器の耐久性を飛躍的に向上させるために、PBT 樹脂、アクリル樹脂、シリカガラスの多層構造膜形成のための表面コーティングに関する基盤技術を確立することを目標とし、シリカガラスコーティング溶液及びナノ粒子合成技術、密着技術、多層コーティング技術及びコーティング膜の評価技術について検討する。

平成18年度は、プラスチック基材上に形成したシリカガラス膜の表面状態、内部構造、膜厚等を、原子間力顕微鏡、レーザー顕微鏡、触針式段差計などを用いて評価し、シリカガラス膜の洗浄耐久性、色素拡散汚染性、耐食性及び耐熱性などの性質を改質するための基礎的知見を獲得した。プラスチック基材上に形成したシリカコーティング膜に発生する亀裂が色素拡散汚染性と密接な関係にあること、亀裂発生を抑えるために表面処理とバッファー層の組成制御が必要であることが分かった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】表面コーティング、多層膜、ナノ粒子、耐食性、耐熱性、機械的強度

【研究題目】超音波による汚染土壤中 VOC の無害化システムの開発

【研究代表者】飯田 康夫

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】飯田 康夫、安井 久一、小塚 晃透（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究では、揮発性有機化合物（VOC）で汚染された土壌を超音波洗浄し、VOC を急速かつ完全に水中に移動させ、土壌を無害化する技術開発を行うと同時に、VOC を含有する水に高周波の超音波を照射し、VOC を分解無害化でき廃棄物を出さない可搬式システムの構築

を目指している。平成18年度は有限要素法による音場計算を行い、薄いステンレス壁（厚さ2 mm）はほぼ自由端境界条件となること、容器全体で音圧を高くするためには壁が剛体壁に近いことが有利であることなどを明らかにした。また、高周波数を使用する超音波分解装置においては、気泡が少ない条件では、容器の音響固有モードが励起され、一方気泡が多く吸収係数が大きい場合には、進行波成分が大きくなり近距離音場が見られるが、容器の壁の振動の影響は少ないことを明らかにした。また、洗浄装置底面の振動板の振動分布をレーザドップラー振動計により測定した。振動分布には不均一性が見出されることがあり、音場計算では考慮していない振動分布の非対称が、音圧分布に影響している可能性が示唆された。さらに、大型装置での有限要素法計算を想定して2次元モデルの適用条件を検討した。

その結果、振動板の振動分布が一様な場合や、奥行き方向に振動子がならべられているような場合等に、2次元モデルが適用できることが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、キャビテーション、VOC、環境浄化、有限要素法

【研究題目】 超微細物理解化による高能率セミドライ切削システムの開発

【研究代表者】 飯田 康夫
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 飯田 康夫、辻内 亨
(常勤職員2名)

【研究内容】

界面活性剤を用いず、生分解性のある油剤と水だけを超音波により微細物理解化することにより、人体や環境にとって安全で負荷の少ない切削システムを構築する。すなわち、本研究では、最小限の潤滑油量での加工を目指した既存のMQL装置などに比べ、高い汎用性とコストパフォーマンスをもつ装置を開発し、現在主流である水溶性切削液システムの大幅な代替（新規及びリetrofit）需要を狙える装置を上市する事を目標としている。超音波エマルジョンの高効率形成プロセスに関しては、超音波ホーン先端面・液供給点間距離はできるだけ狭く（数 mm 程度）とすることが、乳化効率の向上に重要であることを明らかにした。さらに、高速ビデオを用いて超音波による油滴分裂・エマルジョン形成過程を直接観測することによって、油剤における粘度の違いや界面活性剤の効果を確認することができた。

一方、ミスト化プロセスに関しては、数ミクロンから数10ミクロンのサイズで粒径制御可能とし、目標とするミスト液送速度（1 mL/min・W）を達成した。また、ノズルを有し振動面中心へ液供給可能な振動子を用いることで、水油混合液の乳化ミスト化を1つの振動子で行うことが可能であることを示した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、機械加工、切削、環境負荷低減、エマルジョン

【研究題目】 セラミック材など低電導性材料の放電加工法の研究

【研究代表者】 平尾 喜代司
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 平尾 喜代司、周 游
(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究開発の目的は、従来、放電加工が著しく困難であったセラミックス材料（主に炭化ケイ素）の新しいワイヤー放電加工方法を開発することにある。その中で産総研の分担内容は、種々の組成、組織、機械的、熱的、電気的特性をもつ炭化ケイ素焼結体試料を作製し、材料特性と放電加工性を検討する際の基礎的データを提供することにある。平成18年度は、摺動材料としての展開が期待される炭化ケイ素／炭素繊維複合材料を作製し、焼結体の機械特性、摺動特性、電気抵抗率を評価するとともに、放電加工性を調べるための試験材料としてプロジェクト参画企業へ提供した。試料の作製方法及び特性は下記の通りである。

数100ミクロン程度の長さに切断した高弾性率炭素繊維をSiC原料粉末に0、5、10、及び20体積%の割合で添加し、ホットプレス法を用いて緻密な焼結体とした。炭素繊維の添加量が多くなるにつれ、材料強度は低下するが、破壊靱性は大幅に向上し、添加量20体積%では無添加に比べて約2.5倍の値（5.3 MPam^{1/2}）となった。炭素繊維を0、5、10、20体積%添加した試料の無潤滑での摩擦係数はそれぞれ0.65、0.43、0.36、0.34となり、炭素繊維添加量の増加とともに摩擦係数は低減した。また、摩擦係数の低減に伴い比摩耗量も小さくなり、炭素繊維との複合化により材料の耐摩耗性も改善されることが確認された。電気抵抗率はモノリシック炭化ケイ素が10⁵ Ωm オーダーであるのに対して、炭素繊維の添加で大幅に低下し、5体積%添加で3桁、10体積%以上では8～9桁低くなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 炭化ケイ素、炭素繊維、摺動特性、電気抵抗、放電加工

－その他－

【研究題目】 ユビキタスネットワーク向けセキュアアセットコントロール技術の研究開発及び情報漏えいに堅牢な認証・データ管理方式とそのソフトウェアによる安全な実装・検証手法に関する研究開発

【研究代表者】 古原 和邦
(情報セキュリティ研究センター)

〔研究担当者〕 古原 和邦、大岩 寛、大塚 玲、
高木 浩光、萩原 学、北川 隆、
渡邊 創、辛 星漢、繁富 利恵、
今福 健太郎（常勤職員10名、他1名）

〔研究内容〕

情報技術の社会基盤化にともない、情報システムに起因する事故が、経済活動全体の停滞や国民全体の生命・財産そのものに関わるリスクをもたらしかねない状況が生まれつつある。そこで、本テーマでは、これまでの対症療法的な対策だけではなく、長期的な視点に立って、根本的な問題解決を目指した以下の研究開発を実施している。

(1) ユビキタスネットワーク向けセキュアアセットコントロール技術の研究開発

ユビキタスネットワーク関連分野の企業と連携し、次世代の信頼性の高いユビキタスネットワークを構築する基盤技術の研究開発及びその確立を目指している。本年度は、特に有効性が高い2分野である電子決済（非接触 IC カード）と RFID に絞って研究開発を実施している。

(2) 情報漏えいに堅牢な認証・データ管理方式とそのソフトウェアによる安全な実装・検証手法に関する研究開発

情報漏えいに堅牢な認証・データ管理方式のプロトタイプをオープンソース・ソフトウェアとして公開できるレベルにまで高めることを目的としており、そのプロトタイプを使うことで実現できる高い安全性と利便性を体験するためのデータ管理アプリや安全な通信路を作成するアプリの検討を行っている。本年度は、安全性検証機能付き C 言語処理系については、オープンソース・ソフトウェアとして公開予定の Fail-Safe C コンパイラのプロトタイプのリブラリカバー率を上げると共に、一般にも利用が可能なレベルまで処理系の完成度高めるための研究開発を行っている。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ユビキタスネットワーク、電子決済、RFID、情報漏えい、認証、データ管理、コンパイラ

〔研究題目〕 暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究に関する研究

〔研究代表者〕 今福 健太郎
（情報セキュリティ研究センター）

〔研究担当者〕 今福 健太郎、大塚 玲、張 鋭、
Kirill Morozov、湯浅 一哉
（常勤職員5名）

〔研究内容〕

高度情報通信ネットワーク社会が現実のものとなり、我が国の国民生活・社会経済活動において情報技術への依存度が高まってきている一方で、情報技術の社会基盤

化に伴い、大規模な情報システム障害や大量の個人情報の漏えい等が社会問題化し、情報セキュリティ対策を強化する必要性が認識されつつある。

この情報セキュリティ対策強化のためには、適切な暗号アルゴリズムを実装した暗号モジュールの安全性・信頼性の確保が重要であり「セキュア・ジャパン2006（平成18年6月15日情報セキュリティ政策会議決定）」においても、安全性・信頼性の高い暗号モジュールの利用を推進するため、暗号モジュールの認証に係る枠組みを新たに整備することとしている。

本事業では、標準暗号アルゴリズムを実装した COMS ASIC ライブラリによる専用 LSI 及び測定用評価ボードを開発し、脅威となる実装攻撃に関する実証実験を行うことにより、暗号モジュールのセキュリティ要件、試験要件及び判定基準を3ヶ年計画で策定し、当該成果が我が国における暗号モジュールの認証に係る枠組みに活用されるとともに、今後の ISO 化等国际標準化活動に資することを目的とし、その初年度分にあたる以下の事業を遂行した。

① 暗号アルゴリズム FPGA 実装攻撃標準環境のための FPGA チップ選定

(ア) ISO/IEC 18033 (Information technology- Security techniques - Encryption algorithms) Part3: Block ciphers に掲載された全てのアルゴリズム Triple DES (Data Encryption Standard)、AES (Advanced Encryption Standard) MISTY1, Camellia, SEED, CAST、の実装可能性と安定した動作の確認の結果、XILINX 社製 VirtexII Pro シリーズの XC2VP7 を選定

② 標準環境ボード構成部品の確定

(ア) 部品選定（ノイズ対策等を考慮した推奨部品リストの策定）
(イ) 接続図（論理的設計作業）
(ウ) 配置・パターン設計（ノイズ対策等を考慮した実ボードの配置・パターン設計）
(エ) 電源タイミング制御回路設計

③ 暗号モジュールのセキュリティ要件等に関する調査

(ア) 日本、及び米国における暗号モジュール評価制度に係る情報の収集、及び関係機関との情報交換

〔研究題目〕 人体寸法・形状データベースの信頼性検証・向上技術の研究開発

〔研究代表者〕 持丸 正明
（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕 持丸 正明、河内 まき子
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

3次元人体形状計測システムの信頼性と精度を比較検証する方法と、形状データから計算された人体寸法と伝統的な手計測寸法とを比較する方法を確立する。これに

より、3次元人体形状データの非互換性の問題を解決し信頼性の保証された国際的な人体寸法・形状データベースの基盤整備に役立っている。このために、3次元形状計測装置による人体寸法・形状について、計測装置、計測者、計測プロトコル、被験者に起因する不確かさ（誤差）を体系的に検証した。体形の異なる被験者を複数の計測者で複数回計測した実験結果から、主要誤差要因は計測項目によって異なり、計測者の触察技量が支配的なもの、計測プロトコル（姿勢）が支配的なもの、さらには、計測システムそのものの精度が支配的なものがあることがわかった。

【分野名】情報通信

【キーワード】デジタルヒューマン、人体形状、標準化

【研究題目】植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発

【研究代表者】松村 健

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】松尾 幸毅、伊藤 亮、福澤 徳徳、田坂 恭嗣、安野 理恵、田林 紀子（客員研究員）、清水 知子、堀北 美樹、磯貝 和江、清水 愛、大塚 奈津子（常勤職員6名、他6名）

【研究内容】

目標：

植物体内での翻訳後修飾、特に N 型糖鎖修飾において植物型糖鎖修飾の抑制技術を開発する。

研究計画：

植物から植物型糖鎖修飾に関連する遺伝子群を単離し、構造を解析後、RNAi を用いた形質転換植物体の開発もしくは翻訳後遺伝子転写抑制技術を利用して、植物型糖鎖修飾抑制植物体の開発を行う。植物型糖鎖修飾が抑制されたかを MALDI-TOF-MS 等を用いて解析する。

年度進捗状況：

植物型糖鎖修飾（N-結合型糖鎖）には、フコース、キシロース付加が挙げられる。これらの糖付加はアレルギーになる可能性が指摘されており、両方の糖鎖修飾抑制が必要となる。本年度は、まず、フコースに特化し、植物体からフコース転移酵素等の糖鎖修飾関連遺伝子群を単離し、ウイルス誘導遺伝子抑制（VIGS）法による糖鎖修飾抑制を試みた。研究には、当研究室で保有しているキュウリモザイクウイルス（CMV）ベクターを用いた。

タバコ的一种 *Nicotiana benthamiana* より単離した植物型糖鎖修飾関連遺伝子を CMV ベクターへ導入し、植物型糖鎖修飾抑制用ベクターを構築した。これら抑制用ウイルスベクターを *N. benthamiana* へ接種し、植物型糖鎖修飾の抑制を試みた。抑制効果は、抑制用ベクター接種後2~4週目の植物体試料より総可溶性蛋白質を抽出し糖鎖を精製後、マトリックス支援-飛行時間型質

量分析装置（MALDI-TOF-MS）により解析した。

その結果、通常80%以上の糖鎖がフコース付加されているが、あるフコース修飾抑制用ベクター接種株ではフコースの削除された糖鎖の割合が全糖鎖の70%以上となった。また、標的とした糖鎖修飾関連遺伝子の植物体内での発現様式を Real-time PCR 等により検討した結果、ベクター接種株において標的遺伝子の mRNA 量が、通常の10%以下へと減少していることが明らかとなった。このことから、VIGS により標的 mRNA が破壊され、フコース修飾の抑制につながっていると推定される。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子組換え植物、糖鎖修飾、遺伝子発現抑制

【研究題目】高感度環境センサ部材開発

【研究代表者】大司 達樹、加藤 一実

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】大司 達樹、加藤 一実、木村 辰雄、増田 佳丈、胡 秀ラン、孟 祥ジュ（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究は、「分子認識機能」を有する生体分子と「信号変換機能」を有するセラミックスの組み合わせによる高感度環境センサを開発することを目標としている。そのためには、アンテナ素子として働く生体分子をできるだけ多くセラミック表面に固定し、固定された生体分子が外界から接近する有害有機物質と効果的に接触でき、有害有機物質の捕捉によって発生する電気信号をセラミックスが効果的に伝達する必要がある。このため、セラミックセンシング材料において、本来の半導体特性を損なうことなく、3次元的な空間を確保しつつ表面積を増大するための、ナノメートルレベルでの微細凹凸構造や多孔質構造を付与する化学的手法に基づくプロセス技術の開発を行う。

平成18年度においては、酸化チタン (TiO_2)、酸化亜鉛 (ZnO) などの半導体酸化物について、有機金属化合物等を原料とした加水分解反応や重縮合反応などにおける、微細多孔質構造や凹凸構造の骨格形成の挙動を把握し、溶液化学によるセラミックメソ、ナノ〜マイクロ及びマクロポーラス膜構造制御に必要な基礎的技術を確立することを目指した。高感度セラミックセンシング材料の開発に向けて、有機分子集合体を利用したメソポーラス酸化物薄膜の精密構造制御（内部構造制御）、液相析出法を利用した多孔質酸化物薄膜の構造制御（粒子形態制御や微粒子化に伴う粒子間隙の構築）の双方のアプローチから半導体電極材料の高表面積化の実現に向けて検討し、基礎的知見を得た。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】環境センサ、微細構造制御、凹凸構造、

多孔質構造、酸化チタン、酸化亜鉛

【研究題目】医療機器に関する技術ガイドライン作成のための支援事業

【研究代表者】 赤松 幹之（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 赤松 幹之、本間 一弘、山根 隆志、田口 隆久、鎮西 清行、岡崎 義光、木山 亮一（常勤職員7名、他6名）

【研究内容】

円滑な医療機器の開発と迅速な承認審査を目的に、ナビゲーション医療分野（手術ロボット）、体内埋め込み型能動型機器分野（高機能人工心臓システム）、生体埋め込み型材料分野（生体親和性インプラント）、再生医療分野（細胞シート）、テーラーメイド医療用診断器分野（DNA チップ）の5課題に関する医療機器としての定義、安全性や性能などの評価方法、評価のための基準物質などを検討した。

高機能人工心臓システムと DNA チップに関しては、医療機器開発ガイドライン（「体内埋め込み型能動型機器（高機能人工心臓システム）開発ガイドライン2007」、「テーラーメイド医療用診断器（DNA チップ）開発ガイドライン2007—遺伝子型（ジェノタイピング）検定用 DNA チップに関して—」）を提案し、経済産業省のホームページ（<http://www.meti.go.jp/policy/service/index.html>）にて、また、生体親和性インプラントと再生医療は「開発ガイドラインの考え方」として産業技術総合研究所のホームページ（http://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/report/entrust/iryokiki/2006/index.html）にて公開した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 医療機器開発ガイドライン、手術ロボット、高機能人工心臓システム、生体親和性インプラント、細胞シート、DNA チップ

【研究題目】東南アジア及び東アジア地域の京都メカニズム適用可能性検証を目的とした二酸化炭素地中貯留ポテンシャル推定のための地質学的情報整備

【研究代表者】 棚橋 学（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 棚橋 学、松林 修、丸井 敦尚、鈴木 祐一郎、森田 澄人、後藤 秀作、奥田 義久、矢野 雄策、楠瀬 勤一郎（常勤職員9名、他1名）

【研究内容】

東南アジア及び東アジア地域の大陸棚及び海岸平野を中心とした堆積盆に関する地質地球物理学的情報を収集し、二酸化炭素地中貯留の可能性を検討するための基礎地質情報を整備し、広域的及び代表的な堆積盆の地中貯留ポテンシャルの概要を推定した。(1) 地質情報収集整

備として公表学術論文及び CCOP 関連プロジェクト等によって得られたデータ及び現地地質調査機関における聞き取り調査等によって、基本地質情報を収集し、地質情報データベース及び地質文献データベースを強化した。CCOP 地域における地中貯留ポテンシャルが推定される海岸平野から沿岸域の代表的な堆積盆（ベトナム紅河デルタ）において、浅部帯水層の水理地質学的枠組みを把握することを目標として、CCOP 及び現地地質調査機関と協力して紅河デルタ域の水理地質学的情報を取得した。地質情報解析として、当該地域の二酸化炭素地中貯留性能評価のために必要な地質構造、地史、岩相情報に関する総括を行った。紅河デルタ域の水理地質学的情報を用いたデータ解析を実施し、調査域における浅部帯水層の水理地質学的モデルを構築し、地下水流動解析並びに地下水収支計算を実施して、地中貯留ポテンシャル評価に必要なパラメータを抽出した。堆積盆解析として、堆積盆シミュレーションによる堆積盆解析を予察的に実施し、地層流体状況予測に基づく地中貯留ポテンシャル推定のケーススタディを、マレーシアサラワク沖及び常磐沖堆積盆で実施した。収集された地質情報とその解析結果をとりまとめ、東南アジア及び東アジア地域の地中貯留ポテンシャルの概要を推定した。

【分野名】 地質

【キーワード】 二酸化炭素地中貯留、東南アジア、東アジア、CO₂地中貯留ポテンシャル、堆積盆シミュレーション

【研究題目】二酸化炭素隔離技術の普及方策に関する国際的動向調査

【研究代表者】 赤井 誠（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 赤井 誠、伊藤 博、丸山 康司（エネルギー技術研究部門）、原田 晃、鈴木 昌弘（環境管理技術研究部門）、當舎 利行、安川 香澄、徂徠 正夫、松林 修、後藤 秀作、宮越 昭暢、高倉 伸一（地圏資源環境研究部門）（常勤職員12名）

【研究内容】

IPCC の特別報告書の発行などを契機に、二酸化炭素の回収隔離（または貯留）技術（CCS）を、CO₂排出抑制のための重要な技術的オプションと位置づける動きは加速しており、CCS がメディアで取り上げられる機会も急速に増え、技術に対する認知度も上昇している。また、2005年7月に英国・グレンイーグルスで開催されたG8サミットにおいては、気候変動が主要議題のひとつとして取り上げられ、CCS の早期商業化を含めた具体的な行動を求めた「行動計画」が合意された。しかし、当該事業を実施する場合の普及の方向性が確立されていないのが現状である。本研究では、国内外機関・国際枠組みにおける CCS 普及に向けた取組、及び国際的・国内

的な法的措置、規制に関連する動向について、場合によっては実際に議論に参加することにより情報収集を図り、CCSの社会的受容獲得に向けた状況を整理・把握することにより、今後必要となる技術普及方策を検討した。具体的には、わが国の貯留ポテンシャルを考えた場合に重要なオプションである海底下地層貯留技術を中心に、1) ロンドン条約及びその議定書、並びに OSPAR 条約における CCS の扱いに関する議論、2) 諸外国における CCS 関連制度、3) これらと対応した環境省や経済産業省における議論、などについて調査分析し、わが国における CCS の事業化に向けた方策を検討した。その一環として、現時点での国内での議論をベースに、近い将来の国内・国外での CCS 事業実施体制のイメージをとりまとめた。また、CCS が温暖化対策オプションとして社会的合意を獲得するための方策と、今後の課題について論じた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 CCS

【研究題目】 機能安全対応自動車制御用プラットフォームの開発

【研究代表者】 水口 大知

(システム検証研究センター)

【研究担当者】 水口 大知、長谷部 浩二、木下 佳樹、松岡 聡 (常勤職員4名)

【研究内容】

IEC 61508 (電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全) は欧州を中心に、様々なセーフティクリティカル分野への普及が進んでいる。自動車分野においても、IEC 61508に基づく機能安全規格の策定作業が進行しており、法規化の可能性が指摘されていることなどから、国内における早期の対応が求められている。こうした状況を受けて、本研究プロジェクトは、平成18年12月より3ヵ年の予定で開始されたものであり、その目標は、IEC 61508に適合した自動車制御用ソフトウェアプラットフォームを開発し、機能安全に対応できるソフトウェア開発技術を獲得することである。研究実施者は、名古屋大学、(株) ヴィッツ、東海ソフト (株)、(株) サニー技研、名古屋市工業研究所、北海道立工業試験場、及び、産総研 CVS である。具体的な研究項目は、機能安全開発プロセスの規定、ソフトウェアの安全分析手法の確立、機能安全対応の OS 及び各種通信ミドルウェアの開発、例示用アプリケーションの開発、教育コンテンツの開発などである。この中で産総研 CVS は、機能安全系におけるソフトウェア認証技術の確立に向け、車載プラットフォームの安全性分析と検証、及び、開発されたソフトウェアの規格適合性についての第三者評価を実証的に進める役割を担っている。本年度は、IEC 61508 準拠のために必要となるソフトウェア安全性分析手法の開発に着手したところである。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 機能安全、IEC 61508、車載用 RTOS、CAN、LIN、FlexRay、安全性分析、第三者評価、ソフトウェア認証

②【文部科学省】

一科学技術振興調査費一

【研究題目】 分散コンポーネント型ロボットシミュレータ

【研究代表者】 比留川 博久 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 金広 文男、中岡 慎一郎、横井 一仁、服部 静子 (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

RT ミドルウェアを用いた分散コンポーネントフレームワークの研究開発については、分散型ロボットシミュレータの構築に必要な RT ミドルウェアの新機能の実装を完了することを目標とする。基本コンポーネントの研究開発については、基本コンポーネント群の試作を完了し、基本的なシミュレーションが実行できること。ヒューマノイドロボットを用いた予備実験により、実験とシミュレータの一致度の定量的評価を完了することを目標とする。

RT ミドルウェアを用いた分散コンポーネントフレームワークの研究開発については、前年度の結果、学会・標準化等の調査結果を受けて、コンポーネントフレームワーク及びミドルウェアの設計・実装の多くの部分の改訂を行った。新たに設計・実装された RT コンポーネントアーキテクチャの特徴としては、サービス指向のインテグレーションをサポートするサービスポートの導入、様々なプロトコル・伝送方式・タイミング (同期・非同期) をサポートするデータポートの導入、コンポーネント内部パラメータにアクセスするためのコンフィギュレーションインターフェースの導入、シミュレータ用の外部トリガ付き実行コンテキストの導入などがある。

基本コンポーネントの研究開発については、ロボットの動力学や運動学を計算する基盤となるモデル計算ライブラリに関して、設計の改善を行った。これにより、動力学サーバやコントローラなどモデル計算を含むコンポーネントに関して、プログラムの可読性を維持しつつも計算速度の高速化を達成することができた。また、拘束条件に基づく反力計算エンジンの研究開発を行った。これを動力学サーバに組み込むことで、より正確な剛体接触のシミュレーションを効率的に実行することを可能とした。さらに、ヒューマノイドロボットの足部衝撃吸収機構をシミュレーションする手法の開発を行った。この手法と新しい反力計算エンジンを組み合わせることにより、ヒューマノイドロボットの歩行シミュレーションをより実機に近づけることに成功した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 動力学シミュレータ、RT ミドルウェア

【研究題目】ナノバイオ分野人材養成ユニット

【研究代表者】湯元 昇

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】達 吉郎、森垣 憲一、弓場 俊輔、
上田 太郎、大室 有紀、木村 成輝、
稲葉 岳彦、小池 真紀、廖 湘海、
亀井 敬、八久保 有 (セルエンジニア
リング研究部門)、西井 準治、
金高 健二、渡邊 歴 (光技術研究部
門)、久保 泰、野口 悠紀、
時本 貴平 (脳神経情報研究部門)、
芝上 基成、岡田 知子、小川 昌克、
中村 允、谷口 佳代子、行方 昌人、
三由 伸、富田 奈央、高橋 宗久、
後藤 真里、高島 正江 (生物機能工学
研究部門)、田中 丈士、金 赫華 (ナ
ノテクノロジー研究部門)
(常勤職員12名、他18名)

【研究内容】

目標：

広い視野と先端的な機器・手法の研究開発が要求されるナノバイオテクノロジー分野において、即戦力となりうる人材の養成を行うことを目的とする。

研究計画：

本人材養成ユニットは、産総研内の既存の研究ユニットを複数、融合させることにより、人材養成機関として機動的に組織される。被養成者は研究リーダーの指導の下、既存の豊富な研究資源を活用した養成プログラムにより、ナノバイオ分野で研究を遂行していくための様々な技術を獲得する。その際、被養成者は広範な知識・技術の習得を目的として、講義・技術講習・セミナーを受講するとともに、実践的な技術及び知見の獲得を目的として研究実習を行う。実習コースとしては、生体ナノマシンコースとナノバイオ材料コースを提供する。

年度進捗状況：

人材養成業務従事者及び内外の企業、大学、他の研究所等から外部講師を招いた講義を36回行い、ナノバイオ分野全般に関する基礎から最先端の研究成果を被養成者に習得させた。人材養成業務従事者等による技術講習を10回行い、バイオから材料・製造まで、広範囲に渡るナノバイオ分野研究に必携の技術を被養成者に習得させた。被養成者は、生体ナノマシンコース及びナノバイオ材料・マシン製造コースいずれかのコースを選択し、各研究リーダーの指導の下、既存の豊富な研究資源を活用したプログラム項目について、ナノバイオ分野で研究を遂行していくための様々な技術や研究実務を習得した。定期的にセミナーを開催 (開催総数90回) し、ナノバイオ分野で活躍する外部講師と直接交流する機会、あるいは被養成者が自らの研究成果を発表する機会を与えた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】人材養成、ナノバイオ、運動蛋白質、ナノマシン

【研究題目】生命情報科学技術者養成コース

【研究代表者】秋山 泰 (生命情報科学研究センター)

【研究担当者】秋山 泰、諏訪 牧子、広川 貴次、
浅井 潔、ポール・ホートン、野口 保、
堀本 勝久、岡田 吉史、横田 恭宣、
寺田 朋子 (常勤職員6名、他4名)

【研究内容】

産業界においてはバイオインフォマティクス・創薬インフォマティクスを適切に利用し新製品開発等ができる人材が不足していると言われる。本コースは、こうしたニーズに応えるために平成17年度から5年間の年限で設置された人材養成コースで、平成18年度は2年目となる。
<開講する3つのコースと実績>

①バイオインフォマティクス速習コース

基礎を体系的に習得することを目的とし、講義のみの「バイオインフォマティクス速習コースⅠ」と計算機実習を含む「同Ⅱ」を開講する。

I：講義のみで6月12日～7月26日の夜間に実施。90分×20コマ、全9回。学習支援のための e-ラーニングが付属。修了者数25名。

II：計算機実習を含み10月18日～11月22日の日中に実施。修了者数15名。

②創薬インフォマティクス技術者養成コース

概論、実践的な計算機実習、外部講師による最先端の講義をバランスよく交え、短期集中10日間 (8月7～11日、9月4～7日) で体系的に効率よく習得する。修了者数20名。

③リーダー養成・再教育コース

生命情報科学研究センターに常駐して最先端の技術を習得することで、社内のリーダー級としてプロジェクトを立案できるレベルまで現場での開発能力を高める。修了者数5名。

<その他のイベントなど>

生命情報科学技術者養成コースシンポジウム 9月29日
生命情報科学技術者養成コースカリキュラム助言委員会
1月23日

生命情報科学技術者養成コースホームページ

URL：http://training.cbrc.jp/

※ホームページには開講予定のほかの過去の実績も詳しく掲載している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオインフォマティクス、創薬インフォマティクス、技術者養成

【研究題目】グリッド技術による光パス網提供方式の開発

【研究代表者】工藤 知宏 (グリッド研究センター)

〔研究担当者〕 田中 良夫、児玉 祐悦、中田 秀基、
竹房 あつ子（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

本研究は、1 Gbps～10 Gbps 超クラスの帯域を誰もが容易に利用できるようにするために、アプリケーションの要求に応じて安定した帯域のネットワークを動的に確保可能にする、ネットワークプロバイダとグリッドサービス間の資源管理インタフェースを定めることを目的とする。

平成18年度は、複数ドメインからなる光パス網に対応するとともに、グローバル資源管理機能のフェーズ2実装及び実ネットワーク上での動作検証により得られる知見をフィードバックしつつ、国内の他機関とも協調して資源管理インタフェースを定め、動作検証に用いるとともに国外の機関に提案した。また、複数のグローバル資源管理システムと、複数の光パス資源管理システムが相互に連携可能なグローバル資源管理機能を開発した。これにより、ドメインに跨る光パスを、複数のグローバル資源管理システムから予約することが可能になった。さらに、規定した資源管理インタフェースに基づき、産総研が開発したグローバル資源管理機能、計算資源管理機能と、共同研究機関及びその他の機関が開発したネットワーク資源管理機能とを組み合わせ、さらに米国の研究機関と共同で日米間の帯域を事前予約する実証実験を行った。資源管理インタフェースを介して日米の帯域の予約が可能であることを実証でき、インタフェースの汎用性の高さを示すことが出来た。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 グリッド、ネットワーク、帯域予約、ウェブサービス、インタフェース

〔研究題目〕 セキュリティ情報の分析と共有システムの開発

〔研究代表者〕 渡邊 創

（情報セキュリティ研究センター）

〔研究担当者〕 高木 浩光、森 彰、神谷 利洋、
渡邊 創、古原 和邦、戸村 哲、
中村 章人、田沼 均、辛 星漢、
今井 秀樹、田村 仁、縫田 光司、
Hanane Fathi、Miodrag Mihaljevic
（常勤職員9名、他5名）

〔研究内容〕

IT 技術の進展に伴い、インターネットに対する攻撃手法は広域化、悪質化してきており、後追い対策を中心とした従来の情報セキュリティ対策を越えて、早期警戒をはじめとする対策技術の抜本的な高度化と国レベルで一貫した対応体制の構築が求められている。また、セキュリティの向上に伴い利用者のプライバシーがセキュリティ管理者により多く集中するので、適切なプライバシー保護を実現する必要がある。

そこで、誰もが安心して情報通信システム（機器及び網）を利用できるような、世界最先端の IT 国家の実現をめざし、情報通信システム（機器及び網）のセキュリティ事故やサイバー攻撃に対する早期警戒システム（分析と共有）構築のための技術開発、並びにプライバシーに関する検討を行う。また、これらの研究開発を、複数の関係機関が有機的な連携によって進めることにより、情報通信システムに対して国・民間が一丸となって一貫したセキュリティレベルを確保できるような体制を構築する。

(1) コンピュータウィルスの異常な振る舞いに基づく検出技術の実用化に関する研究

本年度中にメールサーバ上で捕捉された約150個のウィルス/ワームについて、当初目標であった未知状態での検知率95%を達成した。また、ハニーポットとよばれる罠サーバ上でのボットネットワークの捕獲と自動解析を通じて、攻撃を受けるマシンの IP アドレスや乗っ取られたマシンが指示を受けるポート番号に関する情報を自動的に取得することが可能になった。

(2) Web システムの脆弱性分析法に関する研究

これまでに開発した「Web ロボット」（Web サイトをハイパーリンクをたどって巡回して指定した範囲の全 Web サイトの HTML 情報を取得して蓄積するソフトウェアで、通常の Web ロボットと異なり脆弱性検査に必要となる情報を記録するように工夫したもの）を改良し、GET メソッドだけでなく POST メソッドによるアクセスでの巡回機能を追加した。また、これまでの幅優先探索方式に加えて、幅限定で深く探索する機能を追加し、一定の範囲の Web サイトについて詳細に脆弱性を調査する機能を実現した。

(3) フォーマルメソッドに基づくセキュアプロトコルの評価及び設計指針に関する研究

フォーマルメソッドに基づいたセキュアプロトコル安全性検証システムの実装作業を継続して行い、データ構造の見直しによるプログラムの実行時間効率、メモリ効率を大幅に改善した。また、作成したシステムを用いて実用的なプロトコルの安全性検証を行い、安全なプロトコル設計に必要な定性的知見を収集し、他のセキュアプロトコルに関係する課題の研究結果と連携することにより、ガイドラインとしてドキュメントにまとめた。

(4) 認識プロトコル設計の安全性評価及び設計指針策定に関する研究

認証プロトコル WEP を安全に利用する方法に関する研究として、WEP が脆弱となる IV 及びそれらを取り除くためのパタンの解析を進め、より実効性のある IV スキップパターンを求めた。また、得られたパターンを利用することで、脆弱な IV をどの程度取り除くことができるかを明らかにした。更に PKI やパスワードに基づく認証方式について、現在までに得られた

研究成果を基に、認証プロトコルを設計したり利用したりする際の注意点を調査し、それらを指針としてまとめた。

(5) 脆弱性情報の収集・分析・流通・活用手法に関する研究

昨年度までに開発した脆弱性管理システムのユーザインタフェースを改善し利便性を高めた。また、脆弱性の深刻度指標を導入し、定量的評価を可能にした。脆弱性情報 Web サービスシステムについては、キャッシュ機構を組み込むなどして性能を改善した。また事案対処の支援をするシステムについて実運用を想定した試作実験を行った。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 コンピュータウイルス、未知ウイルス検知、Web アプリケーション、認証プロトコル、WEP、脆弱性、Web ロボット、SSL、P3P、セキュアプロトコル

【研究 題目】 構造形成要素に基づく蛋白質構築原理の解明

【研究代表者】 新井 宗仁 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 新井 宗仁、巖倉 正寛
(常勤職員2名)

【研究 内容】

蛋白質の立体構造構築原理の解明すなわち「第二の遺伝暗号解読問題」は、現代の生命科学における最重要課題の一つであり、ポストゲノムの現在に最も優先して解決されなければならない課題の一つである。本研究では、「構造形成要素」という蛋白質構造の基本単位に着目し、「文 (=アミノ配列)」「単語 (=構造形成要素)」「文法 (=構造形成要素の連結法)」というアナロジーにより、蛋白質の立体構造構築原理を新たな観点から解明することを目標とする。

平成18年度は、DHFR と類似した立体構造を持つ CheY をモデル蛋白質として用い、その構造形成要素の探索、「単語」の意味と「同義語」の探索、及び「文法」の探索を行い、これまで DHFR を用いて得られた知見が他の蛋白質についても適用できるかどうかを検討し、本研究の普遍性を検証した。

次に、構造形成要素部位を同定する理論的な方法を開発し、様々な蛋白質の構造形成要素を網羅的に同定した結果、構造形成要素の数、長さ、アミノ酸組成等の一般的特性が明らかになった。また、構造形成要素間相互作用のアミノ酸依存性を明らかにし、構造形成要素間コンタクトを定量的に表すスコアを考案した。こうした情報を用いることにより、アミノ酸配列のみから構造形成要素を予測し、それらのコンタクト・マップを作成できることがわかった。以上のことから、構造形成要素という概念の普遍性が検証され、構造形成要素に基づいて蛋白質の3次元立体構造を予測できることが示唆された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 蛋白質、立体構造、構造構築原理、構造形成要素

【研究 題目】 組織医工学における材料・組織評価法の確立

【研究代表者】 大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 大串 始、廣瀬 志弘、田所 美香、大島 央 (常勤職員2名、他2名)

【研究 内容】

骨再生研究において、我々は骨髄間葉系細胞を用いた臨床研究を行ってきた。現在は、単なる間葉系細胞を用いて生体内での骨形成を行うという再生手法だけでなく、あらかじめ *in vitro* で培養骨を形成させるという組織工学的手法を用いることによる、新たな骨再生療法を開発しつつある。この再生培養骨の生体内での代謝過程(新生骨形成過程並びに骨吸収過程)における挙動は不明である。そこで本研究では、再生培養骨にもちいられる生体材料の機能、性状、物性と間葉系細胞の活性の比較検討をおこない、骨再生に有効なデバイスの検定並びに評価基準の設定を目的としている。また、これらデバイスに含まれる間葉系細胞並びに骨芽細胞あるいは前骨芽細胞の活性を、生化学、分子生物学的に測定を行い、これらの測定パラメータと再生培養骨を移植後における生体内の動態との比較検討を行うことで、生体内で骨新生が良好に起こり、骨リモデリングに積極的に関与できうるデバイスの評価並びに国際標準化を目指す。そのため、間葉系幹細胞と多孔体材料複合体デバイスの骨形成評価手法として、『ラット間葉系幹細胞を用いた *In vivo* 骨形成評価手法』を国際標準法として ISO に提案することを目的とし、本プロジェクトより『再生骨組織評価法検討委員会』を設置した。当委員会より作成された評価手法は、ラットの種、材料と細胞の複合作製方法、インプラントの方法などを標準プロトコールとして規定するものである。同時に、ISO 国際標準化機構 Technical Committee150/Working Group11において、本評価手法を日本からの予定新規提案として公表した。また、当方法の正当性を確認するため、セラミック材料上に骨髄間葉系細胞を播種し、移植前の細胞の挙動を確認し、動物皮下組織内に移植した後の評価等について妥当性を検討し、それらの結果について再生骨評価法検討委員会にて討議を行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 間葉系細胞、骨再生、標準化

【研究 題目】 マイクロ流体システムによるナノ分子操作

【研究代表者】 山下 健一

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 山下 健一（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、マイクロ流路における層流という流れ状態や大きな速度分布勾配、そして高度な流体制御性という特徴を最大限に活かし、マイクロ流路内を流れる分子の形状や向きなどのナノ世界での現象を自在に制御し、今まで不可能に近かったような新規化学反応や高精度な分子認識を可能にすることを最大の目標とする。また、この最大の目的に至るまでの理論的構築、そして高精度分子認識を利用したセンシングデバイスや従来法よりもはるかに高効率な精密化学反応装置への展開なども、本提案の目標に含める。

本年度は、熱力学的な検討を通して、マイクロ流体中における様々な化学反応性の変化に共通する機構の検討を行った。その結果、様々な化学反応に対して層流は、エントロピー調整効果を有していることが分かった。すなわち、マイクロ流体による化学反応制御とは、言い換えれば、化学反応のエントロピー制御を通じて実現できることが明らかとなった。また、当初想定していた巨大分子だけではなく、比較的低分子に対しても、上記エントロピー制御能力を有していることが確認できた。これら一連の結果により、層流とは、「系の秩序を制御する化学反応場」を提供するものであることが明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロリアクター、分子操作、コンホメーション、層流、熱力学

【研究題目】 単一種分子から成る新規伝導体の開発と応用

【研究代表者】 田中 寿（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 田中 寿、原 茂生、斎藤 優子
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

本課題においては、分子を設計単位とする新規の分子物性発現を目指し、新分子の合成と新規の物性測定法の開発を目標としている。特に、我々が近年開発した単一種分子から成る伝導体（単一種分子性伝導体）については、単一種の中性の分子が積層しただけで金属的な挙動を示すものが発見され、大変注目されている。この単一種分子性伝導体は配位子や中心金属の組み合わせにより、多くの種類が得られているものの、ほとんどの場合において粉末試料（微小の結晶）として得られており、その粉末を押し固めた試料による伝導度特性は非金属的な性質を示していた。

そのような微小結晶 (<10 μm) の電気伝導特性を明らかにするために、微小くし型電極上に微結晶を育成し、そのまま伝導度測定を行う手法を開発した。この手法により、これまで粉末試料では非金属的な抵抗の温度依存性を示している [Ni(dmdt)₂] や [Au(tmdt)₂]

[Pd(tmdt)₂] などについて、抵抗が金属的温度依存性を観測することに成功した。また、くし型電極上に成長させた微結晶の X 線回折を測定し、得られている物質が目的物質であることを確認すると同時に、結晶の電極上における配向についても知見を得ることが出来た。例えば、[Ni(dmdt)₂] や [Ni(tmdt)₂] の薄膜については、その分子が電極に対して分子短軸を電極基板に垂直に配向していることが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 単一種分子性金属、微小結晶、櫛形電極、結晶育成、単一種分子性磁性伝導体

【研究題目】 化学剤・生物毒素の一斉現場検知法の開発

【研究代表者】 鶴沢 浩隆

（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】 鶴沢 浩隆、和泉 雅之、篠崎 由紀子、鈴木 善之助（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

過去に暗殺やテロに用いられたことのある猛毒リシンを対象毒素に選択して研究を進めた。共同研究先の科学警察研究所に、新型の表面プラズモン共鳴装置が導入されたので、昨年までに検討してきた合成2糖を固定化したチップを用い、リシンに対する結合実験を行った。具体的には、10 pg/mL、100 pg/mL、1 ng/mL の濃度のリシン溶液を用い、SPR データを取得した。その結果、本検知法における検出限界を10-100 pg/mL と決定した。また、検出に必要な時間はわずか10分であった。検知に必要な毒素量は、致死量の3000万分の一に相当する。これは、昨年度に達成した致死量の一万分の一の毒素量と比べて大幅に高感度化されている。本法は世界で最も感度が高く、検出時間も最速な検知技術である。

次に、自然界の中で最も毒性が高いとされ、イラクで生物兵器として開発が進められたほか、オーム真理教でも開発されたボツリヌス毒素を対象毒素に研究を進めた。本年度は、ボツリヌス毒素C型をモデルに選び、当該毒素を検出するための検知技術について検討した。天然糖脂質であるGT1bというガングリオシドを出発原料に用い、ケモエンザイム法により、当該毒素検知に有効な糖誘導体へと効率よく変換することに成功した。この糖脂質をセンサーチップに固定化して、ボツリヌス毒素C型を検知できるか検討したところ、現行の抗体法を利用したELISA法に匹敵する感度で毒素を検出できることがわかった。分析時間はわずか10分で世界で最も迅速である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 毒素、糖鎖、リシン、高感度検出

【研究題目】 次世代のアジアフラックスへの先導

【研究代表者】 三枝 信子（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 三枝 信子、近藤 裕昭、村山 昌平

(常勤職員3名)

【研究内容】

目標・研究計画：

環境管理技術研究部門では、国内外の研究機関と連携して、アジアの各種生態系と大気との温室効果気体の交換量観測ネットワーク（アジアフラックス）の構築を推進している。アジアフラックスでは、気象観測用のタワーを用いた微気象学的理論に基づく観測手法（渦相関法）により、アジア地域の各種生態系での炭素収支観測と、観測技術向上や観測データ整備をめざす観測サイトのネットワーク化を進めてきた。渦相関法は現在世界的なフラックス観測ネットワークにおいて標準的に採用されている観測手法であるが、渦相関法による観測及びデータ処理を行う上で微気象学的な知識と観測技術が不可欠であり、アジア諸国の観測担当者が必ずしもその知識と技術を有しているわけではない。そこでアジアフラックスは、観測体制が未整備のアジア諸国において現地の研究者及び技術者が独力で観測点の選定、測定器の設置と保守、及びデータ回収を行うことを可能にする目的で、アジア地域タワーフラックス観測担当者を対象とするトレーニングコースを平成18年度と19年度に1回ずつ開催する。

年度進捗状況：

第一回アジアフラックストレーニングコース（AsiaFlux Training Course 2006 on Micrometeorology - Theory and Practice of CO₂ Flux Measurement -）を、2006年8月21日（月）～8月30日（水）、茨城県つくば市（講義）及び山梨県富士吉田市（実習）において実施した。講義では、大気境界層・群落微気象・解析手法の内容をカバーし、野外観測とデータ解析の計算機実習もあわせて実施した。講義及び実習を指導する講師を、日本、韓国、中国、カナダ、米国から招聘した。コースのテキストには、2003年にアジアフラックス運営委員会が編纂した和文の観測ガイドラインを英訳することによって作成した。

第一回トレーニングコース参加者をアジアの9の国と地域から約20名招聘した。第一回トレーニングコースに参加した過半数の参加者にとって、渦相関法の観測技術とその背景にある微気象学の理論を系統的に学ぶことについてこのコースが初めの機会であった。アジアにおける渦相関法の観測ネットワークが拡大しつつある近年において、これから観測を開始する予定の参加者、あるいは観測開始直後でデータについての深い解釈がまだできない状態であった参加者にとって、今回のコースは極めてタイムリーな内容であった。大多数の参加者から、今回のコース内容は非常に有益だったという報告が寄せられた。

第一回コースの終了後、第二回アジアフラックストレーニングコースを2007年7月に韓国ソウル市で開催することを定め、第二回コースの内容企画と参加者募集の準備

を実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】アジア陸域生態系、渦相関法、観測技術普及、トレーニングコース

【研究題目】環境ホルモン標準物質合成と国際標準化研究

【研究代表者】山下 信義（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】山下 信義（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では代表的環境ホルモンであるノニルフェノール（NP）の異性体別簡便迅速分析装置を開発すると同時に、10種類前後の異性体別標準物質を合成、その毒性評価を行う。異性体別簡便迅速分析装置開発を用いた環境分析結果も合わせて異性体別詳細リスク解析も行い、国内外標準化を指向した産業面・環境両面で即効性の高い「産官学」共同研究を行う。株式会社グステルと協力し、包括的2次元ガスクロマトグラフの試作品開発と検証を行った。また、本装置を用いたノニルフェノール異性体別解析プログラムを開発した。

本法を用いて ISO/TC147/SC2/WG17において国際標準化活動を行い、ISOCD24293「Water quality - Determination of individual isomers of nonylphenol - Method using solid phase extraction (SPE) and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS)」の策定にも成功し、ISO エキスパートの協力の下、ラウンドロビンを試みた。合成標準品の信頼性確認試験が達成できなかったため、独立行政法人計量標準総合センターと協力してノニルフェノール認証物質（4-n-ノニルフェノール、NMIJ CRM 4301-a）を合成し、ISO エキスパートの協力の下にラウンドロビンを試みた。また一部の合成異性体のクロマトグラムを確認し、市販製剤中の含有量を推定した。

また、標準化に係わる事業としては、現在までの基礎検討結果をもとに ISO/TC147/SC2への提案をまとめ、国外の委員へ資料配付、コメントを得ることで提案内容の具体化を行った。また結果として得られる複雑な分析データを解析するための多変量解析・画像処理プログラムを開発し、エンドユーザへの提供・検証試験を行った。10種類の合成異性体については高分解能質量分析計を用いた検証試験を行った。

国内外標準化活動については ISO/TC147ワーキンググループにおいて新規提案のために要求されている環境試料中での異性体組成変動の証拠を得るために水及び底質環境試料について上記分析法を検証し、データを蓄積した。南アフリカ（ケープタウン）で開催された ISO 総会で委員会ドラフトの検討を行い、エキスパート間で打ち合わせをした結果、産総研提案の異性体別分析法の重要性を ISO 国際標準会議の場で再度確認し、委員会ドラフト（DIS）へ移行することが承認された。また標準化

には13種類の異性体の合成と信頼性確認が必要である旨 ISO エキスパートより指摘を受け、代表研究機関へ連絡した。以上のように、JIS 標準分析法、ISO 国際標準分析法、GCXGC 装置の検証とデータ解析プログラムの開発のいずれにおいても十分な成果が達成できた。将来的には JIS、ISO 両方で CRM 認証物質を用いた精度管理データを蓄積し、より信頼性の高い分析法として発展させる予定である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】JIS、ISO、環境ホルモン、ノニルフェノール

【研究題目】危機管理対応情報共有技術による減災対策

【研究代表者】野田 五十樹（情報技術研究部門）

【研究担当者】野田 五十樹、松井 宏樹、横田 裕思、秋山 英久（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

災害時のマルチエージェントモデル社会シミュレーションの活用として、災害時の道路状況を反映した交通シミュレーションによる救助計画立案支援システムの構築、及び一般車両への情報提供による交通状況への影響のシミュレーションシステムによる検証を行った。

救助計画立案支援システムは、減災情報共有データベースから道路の被害・規制情報及びシミュレーション指示を取得することで要求に応じて道路状況を反映した交通状況や車両到達時刻の予測を行うことができる。見附市実証実験では、道路被害情報の更新に応じて随時要救護者のバス搬送の所要時間の推定を行った。豊橋市実証実験では、実験対象地域全域の道路の交通状況予測を行い、渋滞・混雑が予想される道路の提示を行った。

また、災害時の一般車両への情報提供による交通状況への影響の検証では、同じ交通管理策を実施しても車両ドライバが目の前の車両がどの方向に進もうとしているかという情報が得られる場合には効果が低いことがわかった。しかし、この場合でもさらに各経路の推定所要時間が得られる場合には、管理策が本来の効果をえられることが実験の結果得られた。これは、一般車両にどのような情報を提供するかによって交通状況を改善できる可能性を示唆している。

一方、情報共有共通プロトコル設計及び改良については、前年度から開発を進めてきた減災情報共有プロトコル(MISP、Mitigation Information Sharing Protocol)及びその仕様に準拠した実装システムである減災情報共有データベース(DaRuMa、Database for Rescue Utility Management)に対して、本年度行われる実証実験に向け、実用の観点から改良・開発を行った。特に、本システムは多くの機関により作成されたシステムを接続する必要があるため、プロトコルの仕様のあいまいさや不具合、及び実装上の頑健性などが重要なポイントとなる。

よって、本年度はこの点を重視して開発を進め、実証実験に耐えるシステムとして完成度の充実に努めた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】災害救助、ロボット、アドホックネットワーク、情報共有

【研究題目】状況・意図理解によるリスクの発見と回避

【研究代表者】宇津木 明男

(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】宇津木 明男、赤松 幹之、加藤 晋（常勤職員3名）

【研究内容】

目標・計画：

長距離運転に伴う運転リスクの変化を運転行動及び車両状態から検知する技術を開発する。運転行動が適切か否かは、規範となる運転行動を知ること、それからの逸脱の程度によって判定することができる。そこで、運転行動と車両状態及び道路交通状況そして運転員状態を長時間に渡って計測できる運転記録装置を開発し、高速道路上での運転行動データの計測・蓄積を行う。そして、運転行動データに基づいた行動モデル化手法を開発して、モデル化された運転行動と比較することで運転リスクの高まりを事前に推定する技術を開発する。

年度進捗状況：

長距離運転行動データベースの計測データに対してノイズ除去や精度向上などのデータ変換を行い、道路構造に関するデータとの統合を図ることにより、一般ユーザの利用と統計的分析に適したデータベースへの整備を行った。場所、方向、運転者、道路構造等によって運転行動データを分類して基本統計量を求めることにより統計量データベースを構築した。追い越し運転行動を中心とした通常運転行動の確率モデルを作成し、これを利用して通常運転行動からの逸脱を検出し、音と表示によりドライバに警告を行うシステムを作成した。ドライビングシミュレータに警告システムを実装し、東名高速道路上のトラック運転のシミュレーションによって警告システムの有効性を評価した。また、長距離運転行動計測装置の改造により、実車に搭載可能な逸脱警報装置を作成した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】運転リスク、行動モデリング、長距離運転行動

【研究題目】金属コア入り圧電ファイバの実用化

【研究代表者】佐藤 宏司

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】佐藤 宏司（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究プロジェクトでは、国内でも屈指の射出成型部

品の製造メーカー長峰製作所と金属コア入り圧電ファイバの実用化のための(1)圧電ファイバの生産技術の確立、(2)圧電ファイバの評価技術の確立、(3)ファイバを用いた商品設計の3つ研究課題について共同研究を行った。

(1) 圧電ファイバの生産技術の確立では、企業側が中心となり製造技術の核となる①押し出し技術の確立、②焼結条件の確立③量産のための生産技術の確立の3つのテーマに取り組み、金属コア入り圧電ファイバを作製するための諸問題を克服し、歩留まりの高い量産技術開発に成功した。

(2) 圧電ファイバの評価技術の確立では、微細セラミックス繊維の引っ張り試験ジグの技術開発を行い、金属コア入り圧電ファイバの機械的特性、電気的特性、電気機械特性の定量的評価を行い、金属コア入り圧電ファイバの標準サンプルにおけるデータシートを作成した。

(3) ファイバを用いた商品設計では、①CFRP 複合材料に埋め込んだスマートボードのアクティブ振動制御による圧電ファイバのアクチュエータ応用②超音波振動を利用した亀裂検査デバイスの開発による超音波領域での応用③数珠構造圧電ファイバの開発による柔軟性の高い圧電ファイバの開発の3つの応用の試作、評価を行い金属コア入り圧電ファイバをセンサやアクチュエータに利用することができることを示した。

現在、サンプル提供を実施中であり、本デバイスのニーズが高いことを示している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 圧電、センサ、アクチュエータ、診断

【研究題目】 地圏環境インフォマティクスのシステム構築と全国展開

【研究代表者】 駒井 武 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】 原 淳子、駒井 武、杉田 創、
竹内 美緒、川辺 能成、丸茂 克美
(常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

地圏環境インフォマティクスシステムの開発のうち、地化学マップのデータベース化とシステム統合化、及び市街地における人為汚染の負荷に関する土壌・地質基本マップの作成を行い、全国をカバーする地化学マップのデータベース化及び GIS システム統合化実施をめざしている。

本年度は、東日本における代表的な地域(宮城県全域、北海道南西部地域)を選定し、自然起源と人為起源の混在した市街地において重金属類の分布調査を実施し、土壌・地質基本マップの作成を行った。この調査では、表層土壌調査及び地質単元調査に基づく地質情報の取得及び解析作業、土壌中の金属類の含有量及び溶出量などの分析作業及び化学形態調査を行うことによって同濃度の重金属が賦損したとしても如何に環境中に飛散、拡散し

ていくかをターゲットとして解析を進めた。その結果、表層土壌中には母岩組成に依存する重金属が含有されているものの、母材の供給時堆積環境及びその後上流から溶出した重金属の負荷による現象がその分布様式に著しく反映されており、表層土壌の重金属分布は河川流域(分水界)と良い相関を示した。また、同じ流域内においては土壌生成環境を反映する土壌種によって重金属存在形態に特徴があることが見いだされた。このように重金属の分布様式及び母材(岩石)中重金属含有量を把握することにより、自然由来の重金属バックグラウンド値が明白となり、人為由来の重金属汚染を断定することが可能となった。本調査で行った詳細マップは生産活動による重金属等の負荷を反映した解析を加えることにより、各種情報の正規化及び地圏環境インフォマティクスシステム中にデータベースとして込みこむと共に GIS システムの動作環境のないユーザーが使用できるよう今後広く公開していく予定である。

【分野名】 地質、環境・エネルギー

【キーワード】 土壌汚染、環境インフォマティクス、地圏環境、土壌マップ、環境リスク

【研究題目】 発生・分化における糖鎖受容体の機能解析

【研究代表者】 安形 高志 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】 山中 将敬、光永 佳奈枝
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究は哺乳動物の発生・細胞分化・免疫機能に関与する糖鎖受容体(内在性レクチン)の同定とその高次機能の解明を目標とする。平成18年度は5カ年計画の第4年度である。

1. 新規糖鎖受容体タンパク質の高次機能の解析

前年度までに獲得した新規糖鎖受容体であるシグレック14及び15の高次機能の解析を試みた。シグレック14に関しては、サイトカイン分泌に影響を及ぼしうる事を突き止め、そのメカニズムの解析を実施している。シグレック15に関しては、免疫系細胞に発現していることを証明した。現在シグナル伝達経路の解析などを実施している。

2. 新規哺乳動物糖鎖受容体遺伝子の獲得

方法1: 発現クローニング

マウス胎児由来の新規 cDNA ライブラリを構築し、また新たなレシピエント細胞を選定し、発現クローニングを試みた。この結果、高い糖鎖結合能を示す細胞クローンが得られ、ここから糖鎖受容体である可能性のある遺伝子を単離した。しかしこの遺伝子を別の細胞で発現しても糖鎖結合能の顕著な上昇が認められなかった。最初得られた細胞クローンで糖鎖結合能が上昇した理由は、ウイルス挿入による近傍の遺伝子の発現変化による効果である可能性が高いと考えられる。

今後ゲノム上のウイルス挿入位置の解析などを予定している。

方法2：未解析糖鎖受容体様遺伝子の人工発現と糖鎖認識能の解析

「糖鎖認識活性を示す可能性が示唆されるが、証明されていないタンパク質」のリストから、昨年度発現した十数種類（糖鎖認識能は検出できなかった）の他に、新たに約10種類の発現を試みている。このうち1種類に糖鎖認識活性がある事を強く示唆する結果が得られた。今後は糖鎖認識特異性の詳細な解析を進める予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 レクチン、シアル酸、発生・分化、免疫

【研究題目】 道具使用の脳内表現

【研究代表者】 山本 慎也（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 山本 慎也（常勤職員1名）

【研究内容】

道具で物を触るとき、我々は道具を持っている手そのものというよりも「道具の先端」で感じがちである。この現象に関する主観的な体験に関する記載は多く見られたが客観的な証拠がなかった。我々はこれまで、両手に持った棒の先端に与えた2つの機械刺激の順序を判断させるというヒトを用いた研究で、「脳は棒の先端に与えられた刺激を、棒を持つ手ではなく棒の先端で起こった事象として処理している」ことを示すことに成功した(Yamamoto & Kitazawa, Nat. Neurosci., 2001a,b)。一方、確かに道具の先端の出来事として脳が処理しているということは示せたのであるが、一体どのような脳内メカニズムによって機械受容器のない道具の先端に触知覚を移動させているのかは未解決なままである。本研究では、触知覚が身体の限界を超えて手に持った道具の先端に生じるための脳内メカニズムを、道具と実際の腕を比較しながら、サルを用いた動物実験とヒトを用いた心理実験によって解明することが本研究の目的である。

①サルを用いた動物実験

サルを用いた実験では、「手は最も使い慣れた道具である」という観点から、両手に与えた2刺激の時間順序判断を行かせた際の脳内活動を記録することによって、体外への触知覚の移動の脳内表現の解明することが目標である。そのためには、時間順序判断課題遂行中の脳活動を調べることが必要である。そこで、PET（陽電子断層撮像）を用いて時間順序判断関連領域を同定することを試みた。まず我々は、PET（陽電子断層撮像）用に新しく開発した時間順序判断の実験系でサルのトレーニングを行った。さらに、トレーニングをしたサルにPET スキャナー内で課題を行なわせ時間順序判断中の血流の変化を計測することに成功し、プレリミナリーな結果まで得ることができた。この結果を踏まえ、より実験系を洗練させていきたいと考えている。

②ヒトを用いた心理実験

両手に与えた時間順序判断が過去の経験に依存し、その依存の仕方がベイズ推定法で予想されることを示した。この結果は、これまで視聴覚で知られていた結果と正反対の適応の仕方であり、時間における適応として始めての発見であった。本成果は Nature Neuroscience に発表した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 道具使用、神経科学

【研究題目】 テロ対策のための爆発物検出・処理統合システムの開発

【研究代表者】 飯田 光明（爆発安全研究センター）

【研究担当者】 飯田 光明、吉田 正典、藤原 修三、中山 良男、緒方 雄二、和田 有司、松村 知治、久保田 士郎、若林 邦彦、保前 友高、佐分利 禎、加藤 勝美、シマンゲンソン ガンダ（常勤職員9名、他4名）

【研究内容】

爆発テロで用いられるような爆発物が探知された場合、直ちに投入、保管、処理することを可能とする安全な爆発容器開発、並びに、爆発テロが起きた場合、実際にどの程度の被害が出るかを定量的に評価することのできる評価システムの開発を行う。容器開発では、最終的には10 kg 程度の爆発物を安全に保管・処理することのできる爆発処理容器の製作が目標である。被害予測システムの開発では、その技術を応用して、被害を最小限に抑制する対策技術について検討を行う。

処理容器設計のための並列化された流体—構造物連成計算システムを構築するとともに、数値解析により実験データの粗解析や1 kg 容器の基礎設計を行った。爆発物処理容器を軽量かつコンパクトに作成するために必要な爆発影響低減化手法について、高張力繊維について評価すると共に、いくつかの低減化手法を処理容器内に導入した。1 kg 容器を試作し、1 kg の爆薬を用いた爆発実験を行い耐爆性能衝について検証した。本年度の目標である10 kg 容器設計の基礎データを取得した。

被害予測システムの開発では、市街地等の巨大空間で爆発が起きたときの影響を予測するための数値計算を行った。爆発による飛散物被害への対策技術開発として、飛翔体衝突実験による飛散物防護材の評価を実験と数値シミュレーションにより行った。爆風影響評価として断塑性体を仮定したビル周辺の爆風影響について評価を行った。大きな被害が予測される地下鉄構内での爆風シミュレーションを行い、被害予測技術としての数値シミュレーションの可能性について検証を行った。以上の結果をもとに爆発被害を最小限にとどめるための方策について検討した。

【分野名】 環境・エネルギー

〔キーワード〕 テロ対策、爆発物処理容器、爆発影響低減化、流体—構造物連成計算システム、飛散物評価

〔大項目名〕 統合化地下構造データベースの構築

〔研究代表者〕 木村 克己（地質情報研究部門）

〔研究内容〕

地下構造に関する情報は、国民共有の国家財産である。地震防災の観点からは、強震動評価に資する表層から地球内部構造に至る地下構造が重要である。過去我が国では各種の目的で地下構造調査が実施されてきたが、それらデータの一部は散逸の危機にある。しかし、現在我が国には地下構造・地質情報を網羅したデータベースが存在しない。データの散逸を防ぎ、誰もが利用可能なデータベースを構築し、データの有効利用を目的とする。代表研究機関は防災科研であり、産総研、土木研、東大地震研、東京工大、地盤工学会が参画している。産総研では、以下の研究を実施する。

(1) 地質情報データベースと地質モデルの構築

国土の地質情報に関してこれまでに整備した各種のデータベース、地質図類や地質モデルを基礎に、新たに地質情報を系統的に収集・編纂することによって、地質図データベース、地質ボーリングデータベース、3次元地質モデル、岩盤物性データベースを構築する。関東平野地下の深度500 m 程度までの地質標準を確立するために、既存のデータの収集・整理・データベース化するとともに、独自にボーリング掘削及びその孔を利用した物理探査などを行い、深度と岩相、地震波速度・電気比抵抗、地下水量などの関係を明らかにする。3次元地質モデルに必要な物性データの品質を保証するための岩盤物性深度依存性モデルを確立し深度依存物性標準を構築する。

(2) 地質情報データベースネットワーク化に関する研究

産総研がこれまでに蓄積・開発してきた地質情報に関するデータベース、さらに新たに作成されるデータベースについて、インターネットを通して外部機関のデータベースと統合し、地質情報の高度な利活用を行う統合環境を開発する。また、いくつかの地質情報を組み合わせて3次元地質構造モデルを構築する支援ツールと、研究の成果として得られる3次元地質構造モデルについて、インターネットを通してユーザに配信する環境を開発することを目的とする

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地下地質、地下構造、ボーリングデータ、データベース、数値地質図、3次元モデル

〔大項目名〕 統合化地下構造データベースの構築

〔中項目名〕 地質情報データベースと地質モデルの構築

〔研究代表者〕 木村 克己（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 木村 克己、尾崎 正紀、水野 清秀、高橋 学、田辺 晋、竹村 貴人、中澤 努、山口 正秋、中西 利典、本郷 美佐緒、納谷 友規（常勤職員7名、他8名）

〔研究内容〕

地質情報データベースの構築

地質情報データベースの全国版の課題では1/20万シームレス地質図の第四系の統一凡例を作成した。関東平野域を対象とした詳細版の課題では、1/2.5万数値地質図の統一凡例を作成すると共に、模式地域として選んだ1/5万東京東北部・西北部を中心とした地域の1/2.5万数値地質図の作成、古地形図・空中写真・地形 DEM・地震被害分布・地形分類と地質図からなる GIS データベースを整備した。1/2.5万数値地質図は既存地質データに5 mDEM と明治以降の古地図の解析を加えたもので、武蔵野台地では5~1万年前の谷沿いの地盤特性、特に谷底平野低地の特性（酸素同位体ステージ3及び1堆積時）、斜面堆積物（沖積錐堆積物など）、人工改変地の性状に応じた地質図が作成できた。

地質ボーリングデータベースは、地下地質地盤情報として、土質区分・N 値情報に加えて、地層区分・堆積環境に関する情報を新たに付加して整理したもので、地質図データベース・3次元地質モデル構築において基礎をなすものである。今年度は、この地質ボーリングデータベースの構築を目的に、総掘進長60 m までの建築調査関連のボーリングデータ6200本、及び総掘進長100 m から800 m の深部地盤調査・地盤沈下調査データ56地点のボーリング調査資料を収集し、XML 形式で数値化しデータベース化した。

地質標準と岩盤物性評価モデルの構築

関東平野中央部での地下の標準層序とその物性特性の確立を目的として、埼玉県菖蒲町にて深度150 m のオールコアボーリング調査、及びボーリング孔を利用して、P 波・S 波速度、電気比抵抗値などを求める物理検層を実施した。ボーリングコアを用いては、堆積相の観察、写真撮影、非破壊密度測定、年代・環境指標を得るための花粉・珪藻・火山灰分析などを行った。その結果、地層は10万年程度のサイクルの気候変動を反映した砂礫層から海成の砂・シルト層への層相変化が少なくとも5サイクル見られることがわかった。この各サイクルは、陸上での中・上部更新統の層序区分とほぼ対応させることができ、また地震波速度や電気比抵抗値ともよい対応を示しており、既存ボーリング資料と対比する上での標準となる。地震波速度は概してシルト質の部分で低く、砂礫層で高いが、圧密の影響で下位ほど速度値が漸増し、その比率は S 波のほうがやや高い傾向が見られた。地表サンプルから深度方向の物性データを評価するため、地表に露出する中新統の地層から採取した珪質な泥岩試

料を用いて、応力（拘束圧）と内部構造変化（空隙サイズ分布）との関係を明らかにし、シリカの続成作用による岩石内部構造変化のモデルケースを作成した。また、既存データの信頼性評価も行いながら弾性波の拘束圧依存性を示す文献収集を行った。軟岩用弾性波測定装置の設計・導入を行った。

【分野名】地質

【キーワード】データベース、ボーリングデータ、数値地質図、地下構造、物理検層、弾性波

【大項目名】統合化地下構造データベースの構築

【中項目名】地質情報データベースのネットワーク化に関する研究

【研究代表者】村田 泰章（地質情報研究部門）

【研究担当者】村田 泰章、川畑 大作、木村 克己、長谷川 功（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

地質情報インデックス検索システム（G-INDEX）の連携機能の開発

外部データベースへ地質情報を配信し、また逆に外部データベースから地質情報に関連の深い情報を受信し、統合的に表示する機能を開発した。受信する形式としては、WMS（Web Mapping Service）によるラスタ形式と WFS（Web Feature Service）によるベクター形式の2種類を採用した。この機能の実現のために、①配信する地質情報の登録機能、②配信データカタログの出力機能、③配信マップファイルの生成機能、④受信する外部データベース情報登録機能、⑤受信したデータの表示機能、を要素として開発した。

3次元地質構造モデル構築支援・表示システムの開発

ボーリングデータと地質モデルとの統合表示機能の基礎をなす3次元モデル構築支援ツールとして、沖積平野3Dモデルの自動生成システムのプロトタイプとボーリングデータと地質断面図表示・作成ツールを開発した。また、ボーリングデータの利活用を促進し、ウェブ表示・統合の基礎をなす解析用アプリケーションソフト群として、ボーリングデータフォーマット変換・編集システムを開発した。

【分野名】地質

【キーワード】インデックス・システム、データベース、WMS、WFS、3次元モデル、ボーリングデータ

【大項目名】組込みシステム向け情報セキュリティ技術

【研究代表者】柴山 悦哉

（情報セキュリティ研究センター）

【研究内容】

我が国における製造業の特徴である高機能かつ高性能な部品の供給能力の源泉は、ハードウェアとソフトウ

アが一体となった組込みシステムにある。最近では、情報家電、携帯電話、ICカード、輸送機器の制御システム等に広く用いられ、社会基盤を構成する中核技術として重大な役割を果たしている。ところで、近年、DVDレコーダ、携帯電話等について踏み台に利用される等の脆弱性の報告が相次ぎ、組込みシステムにおける情報セキュリティ確保が国内外で大きな課題となっている。組込みシステムにおけるセキュリティ問題は、PCとは異なり、身体への物理的危険発生の可能性まで指摘されており、緊急に解決すべき課題である。同時に、組込みシステムにおけるセキュリティ問題は、社会基盤の安全性確保問題のみならず、我が国の製造業の更なる競争力向上という視点からも重要性を増している。本研究においては、セキュアな組込みシステムの実現に必要な物理的セキュリティ評価法と対策技術、設計実装法と要素技術の研究開発を行い、これらの有機的結合により組込みシステムのセキュリティ問題の抜本的な解決策を提示することを目的とする。具体的には、以下のサブテーマを設定して行う。

- a. セキュア組込みシステムの物理的セキュリティ評価法及び対策技術に関する研究
- b. セキュア組込みシステムの設計実装法及び要素技術に関する研究

a については、セキュア組込みシステムの物理的セキュリティ評価及び対策技術に関する研究開発を行う。具体的には、組込みシステムにおける電磁波攻撃対策技術を含むサイドチャンネルセキュリティ技術を開発することにより、サイドチャンネル攻撃の分類と脅威のリスク分析を行い、それらに基づく、組込みシステムのサイドチャンネル攻撃に対するセキュリティ指標の開発を行う。

b については、組込みシステム製品企画・設計段階に必要なシステムの構成要素と利用目的の組み合わせによるセキュリティ強度の評価を行うことにより信頼関係のモデリング法を確立するとともに、ICカードの相互接続性を確保する仕様の設計を行う。また、設計段階で用いる軽量な匿名認証や高機能暗号化技術を提案する。さらに、実装手法に関しては安全性を犠牲にすることなく、現実的で広く用いることのできるソフトウェア安全性検証手法を確立する。

今年度は、ハードウェア暗号モジュールが備えることが特に望ましい性質の一つとして、耐タンパー性に着目し、想定される攻撃手法及びその対策技術の研究開発に必要な環境の整備を行った。また、評価のためのセキュリティ指標の開発に向け、基本的な考え方を整理した。セキュアソフトウェア設計構築技術については、ソフトウェアのセキュアなアーキテクチャに関して、コンパイラ及び、自動検証の手法を用いた開発を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、耐タンパー技術、自動検証

〔大項目名〕組込みシステム向け情報セキュリティ技術

〔中項目名〕サイドチャネル攻撃に対するセキュリティ指標の開発

〔研究代表者〕今福 健太郎
(情報セキュリティ研究センター)

〔研究担当者〕今福 健太郎、大塚 玲
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

ハードウェア上に実装された暗号モジュールへの物理的攻撃については、具体的攻撃が存在し、その問題が顕在化している一方で、その一般的背景を整備することの困難さから、広く説得力を持つ安全性基準を作ることは非常に難しい。このような状況に対し、暗号学的知見の応用が可能な形で問題を定式化することは、学術的裏打ちのある安全性基準の策定に不可欠な作業である。これらを背景として、漏洩情報尺度に関する理論的研究を遂行した。また、このような安全性基準の策定のデザインについては、従来の暗号アルゴリズムとは違った視点からの要求も存在していることから、それに関する情報収集及び解析も重要である。さらに、科学技術全般の急速な発展を背景とし、従来では攻撃コストと情報の価値の間のトレードオフによりある意味で想定する必要のなかった攻撃についても、その潜在的攻撃能力について将来的な展望とともに正しく理解することの重要性が増大してきている。このような事例の一例として、半導体動作時における発光を利用した解析手法に注目し、先進的攻撃手法の実験的研究を遂行し、知見を得ることを目的とする。

今年度は、評価のためのセキュリティ指標の開発に向け、基本的な考え方を整理した。特に、相関攻撃の理論的背景を抽出し、セキュリティ指標として攻撃者が秘密情報を獲得するコンプレキシティが利用できるための、問題の定式化が可能なことを示した。さらに、測定するオブザーバブルと秘密情報との関係が典型的な幾つかの場合については、そのコンプレキシティの評価に既存の暗号解析の結果が直接利用できることが示されている。また、先進的攻撃手法の実験的研究として、半導体動作時における発光を利用した解析手法に注目し、2次元時間分解エミッション顕微鏡を用いたデータ取得に必要な環境の整備を開始した。特に、発光箇所の同定が行えるよう、レーザー顕微鏡による回路画像の取得と発光画像との重ね合わせの実行を可能にするシステムの構成を行った。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕情報セキュリティ、耐タンパー技術、暗号技術

〔大項目名〕生物化学テロにおける効果的な除染法の開発

〔研究代表者〕鶴沢 浩隆
(バイオニクス研究センター)

〔研究担当者〕鶴沢 浩隆、和泉 雅之、斉田 要、加藤 治人、大沼 克彦
(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

米国でテロに使用されたことのある猛毒リシンの除染技術を開発するために、本年度は、当該毒素と特異的に結合可能で、かつ、配糖体部位に重合性官能基等の置換基を後に導入可能な、ガラクトースを含有する基本2糖ユニットの合成を行なった。純粋な化学合成に比べて酵素を組み合わせたケモエンザイム法が、コスト、時間、収率の点で優れている。そこで本研究では、化学合成と酵素合成の長所を組み合わせたケモエンザイム法について検討した。まず、カニヤエビの外殻に存在する糖を原料に用いて、2相間の反応などを介し3工程で、配糖体部位に後に重合性官能基を導入可能な芳香族置換基を有する糖誘導体を合成した。次に、この糖誘導体に対して安価な加水分解酵素を作用させ、非還元末端側にガラクトースを導入した目的の基本2糖を合成することに成功した。

また、ファージディスプレイ法等を応用したペプチド、抗体様分子の構築について検討した。本年度は、生体毒物物質を化学合成し、それらに対して抗体の取得を試みた。マウスに抗原として化学合成した生体毒物物質を免疫したが、抗体価の上昇が不十分であった。さらにファージディスプレイ法にて抗原に反応する分子を発現するファージをクローニングした。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕毒素、除染、テロ、吸着、糖鎖、ファージディスプレイ

〔大項目名〕生物化学テロにおける効果的な除染法の開発

〔中項目名〕新規生物化学剤光触媒技術の開発

〔研究代表者〕竹内 浩士(環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕竹内 浩士、根岸 信彰、佐野 泰三、米良 信昭(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

光触媒を用いて、生物化学剤を分解・処理するために、既存の光触媒とともに、建造物構内でも機能する高性能可視光応答型光触媒を開発する。光触媒の性能試験方法を確立し、化学剤の分解機構を解明するとともに、得られた光触媒を実用的な材料及び除染装置を製作し、その性能を検証することを目的とする。

平成18年度は、焼成時に一酸化炭素を導入することで、可視光吸収率の高い窒素・炭素ドーブ酸化チタンを合成した。サリンに類似した構造を有するメチルホスホン酸ジメチルを擬剤として用いて光触媒分解を検討したところ、従来の窒素ドーブ酸化チタンを大幅に上回る分解速

度を得た。これまでの窒素ドーブ酸化チタンと比べても、安価・短時間に高性能な可視光応答型光触媒を得ることができ、化学剤のバッチ処理と光触媒の大量供給も可能なことが確認された。更に、既存の紫外光型酸化チタン光触媒も含めて、光源の種類、励起光強度、温度、湿度、擬剤の反応容器内への導入方法など、反応速度に影響を及ぼす因子を検討するとともに、光触媒高性能化並びに毒性低減の資料とすべく、生成物分布データを用いた反応機構の解明に着手した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】光触媒、化学剤、サリン、分解機構、除染装置

【研究題目】環境と作業構造のユニバーサルデザイン

【研究代表者】大場 光太郎（知能システム研究部門）

【研究担当者】谷川 民生、金 奉根、
LEMAIRE Olivier、友國 伸保
（常勤職員5名）

【研究内容】

本提案は、人間生活環境などロボットにとって非整備環境での作業、さらに異なる機種・異なる環境間での作業を簡便に実現してロボット活用範囲を広めるため、ロボットのための共通プラットフォーム技術を確立し、新産業創出することを目的とする。ここでは特に、環境構造のユニバーサルデザインとして物体の位置姿勢情報を提供するためのインフラ技術と、多様なロボット作業のための作業構造のユニバーサルデザインについて、実証を行いながら研究開発を行う。

環境構造ユニバーサルデザインとしては、IC タグなどの空間配置されるセンサの特性を考慮した位置姿勢計測技術を提案し、シミュレーション技術を併用しながら、構造化手法の研究開発を行う。また、ロボット作業のユニバーサルデザインとして、環境構造としての位置姿勢情報を活用し、実環境でのロボット作業に必要な作業の記述方式の構造化を行う。これらの環境構造と作業構造のユニバーサルデザインについては標準化を検討し、実証スペースを構築し、実証評価実験を行う。

初年度は主に、環境構造化としては、屋内 GPS のための発信機の開発、位置姿勢計測インフラを確立するための実証空間のデザイン・構築を行い、その環境内での作業として複数の作業を例に上げながら、作業構造のデザインについて議論を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】環境構造化、ロボット

【研究題目】固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち埋立処分に伴う溶出実験による安全性等

【研究代表者】川幡 穂高（地質情報研究部門）

【研究担当者】川幡 穂高、鈴木 淳、竹内 実緒、

蓑島 佳代、北田 幸男、

Lallan P. Gupta、安永 恵三子

（常勤職員1名、他6名）

【研究内容】

廃棄物処理・再資源化に伴い生成される物質による生態系や人の健康に対する影響・安全性評価のため、実環境に則した条件にて溶出特性試験を行う必要がある。平成18年度には主に溶出と酸化還元の関係性を明らかにすべく、実環境における溶出量の把握を行なうため、溶出試験を100日間以上にわたり長期間実施し、35元素について定量した。さらに、毒性の数元素について酸化物の添加による溶脱量の変化について実験・解析を行なった。また、MINEQL+ver.4.5という溶液の化学反応ソフトを用いて、溶出試験の結果が化学計算で再現可能かどうかについて比較した。長期間の溶出試験においては、重金属濃度は時間の経過とともに減少し、安定することが明らかとなった。このことは、反応が進行すると、重金属は固相中に除去されることを意味しており、短時間の溶出より環境に暴露される量がかなり減ずることと予想された。この長期間の溶出試験の結果とMINEQL+ver.4.5を用いた予測値を比較すると、Cd、Cu、Pb、Zn、Al、Ca などはかなり高い相関を示し、予測の可能性が高いことを示した。しかしながら、Cr、Co、Mn については、予測値とずれがかなり大きいことがわかった。特に Mn については、pH の他に酸化還元などの因子もかなり効くとされているので、灰中の有機物による還元なども影響している可能性が高い。つまり、重金属の溶出は、pH の影響だけでなく焼却灰自体の偏差が出やすく、pH の変化以外の要因において左右されている可能性がある。これらの要因の影響によって、予測濃度と実測濃度の相関係数が低くなっている重金属が多く見られたと推測される。

【分野名】地質

【キーワード】産業廃棄物、焼却灰、有害物質、安全性評価

【研究題目】ASEAN バイオマス研究開発総合戦略

環境・経済効果の評価（地球規模炭素循環評価）

【研究代表者】匂坂 正幸

（ライフサイクルアセスメント副研究センター長）

【研究担当者】稲葉 敦、匂坂 正幸、八木田 浩史、
田原 聖隆、井原 智彦

（常勤職員5名）

【研究内容】

(1) バイオマス燃料の LCA 実施

タイでサトウキビを大規模に生産し、現地でエタノールに変換し、わが国へ輸送したものを脱水して自動車用燃料として直接利用するシナリオを想定してライ

フサイクルでの環境負荷評価 (LCA) を行ないました。また、タイとの協力で、パーム油からバイオディーゼルの (BDF) を現地で製造利用するフローの LCA についても実施しました。その結果、耕作段階の温室効果ガス (GHG) 排出割合が大きく、また、収量、施肥量の変動が地域、農場間で大きいことから、結果として得られる排出量も広い幅を持っていることがわかりました。エタノール利用に関する結果の95 %信頼区間を求めると、ガソリン利用による GHG 排出よりも多い排出となる可能性も示唆されていました。

特に、窒素肥料製造、利用時の N_2O 排出による影響が大きく評価されています。バックグラウンドデータの正確な見直しとともに、実際利用されるバイオマスの施肥、収量に応じた評価が必要であると思われる。

(2) バイオマス起源プラスチックの LCA 実施

バイオマスから作られるエタノールをもとにエチレンを製造し、ポリエチレンなどのプラスチック材料を製造するプロセスを想定し、LCA を実施しました。

このプロセスによる GHG 排出量は、原油からエチレンを製造する際と比較して、低減効果が得られる可能性があることが推察されました。ここでは、上述の燃料製造に比べ、新しい装置、方式でのデータを用いています。バイオマス利活用には技術開発による高い効率や、高度な熱監視による省エネ対策が結果に反映されることがわかりました。

(3) ワークショップの開催

プロジェクト初年度 (2004) に ASEAN バイオマス LCA ネットワークを発足させ、タイ、マレーシア、シンガポール、フィリピン、インドネシアの LCA 推進機関、バイオマス研究機関と連携を強化してきています。各国では、独自にバイオマス利活用の LCA 評価を実施し、一定の成果が得られている。その成果を持ち寄り、データ、手法の共有、習得、課題の共同解決などを行なうワークショップを2006年11月14-16日に開催しました。

国ごとに進捗にばらつきはあるものの、国の実情に見合った利活用法を選び、その国の特徴を反映させた経過が得られ、大変貴重な機会でした。今年度終了するプロジェクトですが、何らかの継続的なネットワークの維持が参加者全員から要望として提起されました。予算の目途は限られていますが、各国で独自の資金調達にそれぞれが努力し、来年度以降の継続発展が確認されました。

[分 野 名] 環境・エネルギー

[キーワード] LCA、バイオマス、エネルギー、ASEAN、ネットワーク

[研究 題 目] 1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター創製、イメージング用テララーメイド量

子ドットの開発

[研究代表者] 原島 秀吉

(北海道大学大学院・薬学研究科・教授)

[研究担当者] 石川 満、Vasudevanpillai BIJU、

Aziz Abdul ANAS

(常勤職員2名、他1名)

[研究 内 容]

本研究の代表機関である原島研究室で開発した共焦点レーザー顕微鏡による画像解析法と、量子ドット蛍光標識法を組み合わせ、遺伝子ベクターが細胞膜を透過して、細胞質内を拡散し、核内に移行し、核内で遺伝子がそれを担持している超分子から解離するまでの素過程を定量的に評価する系を確立することが本研究の目標である。

リボソーム型の遺伝子ベクターと核膜の融合を可視化するための量子ドットを調製すること、及び遺伝子を可視化するためにプラスミド DNA と量子ドットを共役化させることが今年度の研究計画である。

今年度の進捗は以下の通りである。

リボソーム型の遺伝子ベクターが細胞膜へ膜融合する過程を可視化するために、親油性の表面を有する、発光極大のそれぞれ異なる3種類 (530、550、570 nm) のコア型の CdSe 量子ドットを調製した。これらの量子ドットでリボソームを標識した。また、発光極大が600 nm の量子ドット (QD600) としては、コア-シェル型の CdSe-ZnS 量子ドットを調製してリボソームを標識した。QD600で標識したリボソームの発光画像を取得した。

プラスミド DNA (p-DNA) を標識して可視化するために、ストレプトアビジンで被覆された親水性の CdSe-ZnS 量子ドットを用いた。ピオチン標識のサイト~20及び~200を有する p-DNA を上記量子ドットで標識する効率と標識した p-DNA の構造を、原子間力顕微鏡を用いて調べた。その結果、p-DNA が量子ドットによって標識されていることが確認された。しかし、量子ドットで標識した p-DNA を長時間放置しておくとも DNA が分解することが確認されたので、今後、その原因を明らかにする。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] 遺伝子ベクター、量子ドット

[研究 題 目] 塩基性希少糖の製造及び機能解明

[研究代表者] 廣津 孝弘 (健康工学研究センター)

[研究担当者] 廣津 孝弘、吉原 一年、垣田 浩孝

(常勤職員3名)

[研究 内 容]

D-グルコサミニトールは構造の一部に塩基性のアミノ基を有し、天然にはほとんど存在しない塩基性希少糖の仲間である。この塩基性希少糖 D-グルコサミニトールは D-グルコサミンのアルデヒド基を化学的にアルコ

ール基に還元することにより生産が可能で、新たな生理活性が期待できる。平成18年度は D-グルコサミンから化学的に還元生産した高純度（キャピラリー電気泳動法による純度は約97 %）の D-グルコサミニトールについて、その特異的生理活性として種々の細胞の増殖に及ぼす影響を調べ（香川大学医学部との共同研究）評価した。その結果、細胞によってはその増殖を抑制する生理的機能があることが分かった。希少糖のこのような細胞増殖抑制効果は D-アロースについて認められており、癌細胞の増殖を抑制する制癌剤としての応用研究が進められているが、塩基性希少糖 D-グルコサミニトールについても癌細胞の増殖を抑制するような薬剤の開発につながる可能性が推測される。

また、リゾプス属菌の分泌酵素生産に及ぼす種々の希少糖の影響について調べ、リゾプス属菌の生理機能に及ぼす希少糖の効果を評価した。その結果、D-ブシコース、D-タリトール、D-グルコサミニトールなどの一部の希少糖ではグルコアミラーゼの分泌生産をそれほど強くはないが抑制することが分かった。一方、グルコアミラーゼそのものの活性については抑制あるいは賦活などの効果は認められなかった。この結果より希少糖によっては微生物の培養系における酵素の分泌に何らかの影響を及ぼす機能を有する可能性が示唆された。今後対象微生物あるいは対象酵素の範囲を広げ、希少糖の実用的価値を評価する必要がある。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 希少糖、グルコサミニトール、生理活性、グルコアミラーゼ

【研究題目】 組織医工学における材料・組織評価法の確立／計測技術評価手法の確立

【研究代表者】 大串 始（セルエンジニアリング部門）

【研究担当者】 大串 始、山根 隆志、新田 尚隆、本間 一弘、兵藤 行志、伊藤 敦夫、十河 友（常勤職員7名）

【研究内容】

目標：

再生組織に対して画像化技術・材料技術からの評価アプローチを行い、計測技術評価手法の確立を図る。

研究計画：

超音波イメージング、磁気共鳴イメージング（MRI）、足場材料の溶解性と吸収性の評価の視点から計測技術評価手法の確立を図った。

年度進捗状況：

超音波カテーテルと圧力カテーテルとを組み合わせ、*in vitro*、*in vivo* 各々の環境下における再生血管の弾性率計測プロトコルを提案した。ゴムチューブ及びイヌの正常な大下静脈を用いた実証実験により、*in vitro* 及び *in vivo* 計測において、本計測法が標準的な引張試験と同等の結果を得ることを確認した。また、協力機関で

の動物の再生血管評価実験では、提案した力学的再生度の経時特性が、再生血管におけるポリマー消失期間と相関のある結果が示され、これにより再生血管の力学的・組成的成熟度を評価するのに本計測法が有用である可能性が示唆された。

MRI による軟骨再生度評価として、アガロースで培養した直径8.0 mm 厚さ1.5 mm の軟骨細胞に対して、培養日数に従って変化する、拡散係数 D、縦緩和時間 T1、横緩和時間 T2を計測した。別途計測した、軟骨の主成分である硫酸化グリコサミノグリカン（sGAG）の分量は、軟骨の再生度を表す指標と考えられており、両者の相関をとった結果、D 値に強い相関が認められた。足場材料の評価として、協力機関での動物実験の結果をフィードバックし、足場材料であるリン酸カルシウムセラミック（生体由来物質や生体吸収性ポリマーが複合化されたものも含む）の溶解速度、飽和溶解量、吸収性、活性の評価方法を検討した。溶解速度測定条件については、生理的条件（pH 7.4）での評価も開始した。リン酸三カルシウムセラミックの不純物である Mg が溶解速度や飽和溶解量に与える影響評価について検討した。また動物実験用のサンプルを作製し、骨分科会に供給した。足場材料 *in vitro* 評価法国内ラウンドロビンテスト実施のため標準化分科会を立ち上げた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 組織医工学、計測評価法、標準化

【研究題目】 状況・意図理解によるリスクの発見と回避

【研究代表者】 栗田 多喜夫（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 栗田 多喜夫、大津 展之（フェロー）、本村 陽一（デジタルヒューマン研究センター）、西田 健次、稲吉 宏明、市村 直幸、藤木 淳、田中 勝（埼玉大学）、安達 栄輔（契約職員）、谷川 昌司（契約職員）（常勤職員7名、他3名）

【研究内容】

本研究課題では、主に運転者や周囲の状況を適切に理解するための技術として、(1) 状況・意図理解のための確率統計的手法の開発、及び、(2) 状況・意図理解のためのビデオサーベイランス技術の開発を目指している。平成18年度は、車載カメラで様々な状況（一般道：昼間6時間半、夜間5時間、常磐道：昼間3時間、夜間3時間、首都高外回り：昼間5時間、夜間3時間、首都高内回り：昼間7時間、夜間6時間）を撮影した大量の動画像を取得し、それらの動画像を用いて、これまでに開発した手法の評価、改良等を行った。

(1) 状況・意図理解のための確率統計的手法の開発では、これまでに開発した走行シーンにおける運転者の認知構造のモデル化手法と画像認識手法を組み合わせ、

画像データから確率推論を行うシステムを開発した。具体的には、画像から特徴ベクトルを抽出し、サポートベクターマシンで識別した結果をベイジアンネットの入力とすることで、画像情報を入力として確率推論が可能となるようなシステムを開発した。

- (2) ビデオサーベイランス技術の開発では、引き続き、車外の状況認識のための画像認識技術、及び、運転者の状況を認識するための画像認識手法について検討した。車外の状況認識のための画像認識技術の開発では、昨年度の開発した車線検出手法の性能を向上させ、複数の車線モデルの追跡と当てはめによる走行状態の推定手法を開発した。また、車両検出手法と他車との相対速度を推定結果を利用して、追い越し可能な状況かどうかを判定する手法について検討した。一方、運転者の状況の認識のための手法としては、複数の閾値2値化画像を利用することで顔検出器の識別性能を向上させる手法の開発や向き別顔検出器と判別分析を組み合わせた顔向き推定手法等を開発した。

【分野名】 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 交通安全支援、状況認識、画像認識

－科学技術振興費－

【研究題目】 グリッドプログラミング環境の研究開発

【研究代表者】 関口 智嗣 (グリッド研究センター)

【研究担当者】 田中 良夫、松田 元彦、石川 裕、
工藤 知宏、児玉 祐悦、中田 秀基、
谷村 勇輔 (常勤職員8名、他7名)

【研究内容】

グリッド環境で大規模計算応用プログラムを書くプログラミング手法の研究・開発として、Grid Message Passing Interface(Grid MPI)及び Grid Remote Procedure Call (Grid RPC)の二つのプログラミングモデルに基づくプログラミングシステムの研究開発を行った。GridMPIシステムの研究では、平成17年度にリリースした GridMPI Ver 1.0に性能向上とサポートプラットフォーム追加を行い、Ver 2.0としてリリースした。通信性能向上として、高バンド幅ネットワーク環境で性能向上を図る集団通信アルゴリズムを設計し評価を行った。また、クラスタ内通信について性能向上を行った。

GridRPCシステムの開発では、平成17年度に開発した Ninf-G Version 4の頑健化及び性能改善を実施し、Ninf-G Version 4.2.2として公開した。また、サイトのグリッド環境、利用ポリシーに対応するとともに、アプリケーションの要求に適応して動作するグリッドRPCシステムである Ninf-G Version 5 (Ninf-G5)の設計を行った。また、設計に基づいたプロトタイプシステムの開発を行ない、Ninf-G Version 5.0.0alphaを公開した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 グリッド、プログラミング、高度コンピューティング

【研究題目】 遺伝子情報解析に関する研究

【研究代表者】 河原林 裕

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 河原林 裕、阿久津 純一、町田 由紀
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目標：

タンパク3,000プロジェクトとは、様々なタンパク質の形を出来るだけ数多く決めようというものである。このプロジェクトに参加して、熱に強く安定性が高く(80℃でも形が変わらない)形を決めるのに都合の良いタンパク質を選択して、出来るだけ数多く大腸菌の中で作らせる事に取り組み、さらにタンパク質の働きを解明すると共に大学と共同で形を決めていく事を目標とした。

研究計画：温泉から発見され、80℃程度の温度を最も好む微生物が見出され、そのゲノム情報から約2,800の遺伝子が見出だされている。この中から、この微生物が生きていくのに重要だと思われる遺伝子を選択して、それらの遺伝子由来のタンパク質を大腸菌内で作らせてきた。元と同じように熱に強いタンパク質を十分量獲得できたら、それらのタンパク質の形を解明していくと共に、その働きについても確認を行っていった。

本年度の成果：

本年度は、80℃程度の温度を最も好む微生物が有している遺伝子の内、約20個程度の遺伝子に記録されているタンパク質を大腸菌で作らせる事を試みた。大腸菌の中で作られたタンパク質が、熱に強い性質を保持しているか確認を進めた結果、約半数のタンパク質は熱に強い事が判明した。さらに、それらのタンパク質の働きを明らかにするしていったところ、予想外の物質も反応させる事や予想外の金属イオンを要求する事などの性質を有するタンパク質・酵素を見つける事が出来た。また、活性中心のアミノ酸に変異を導入する事で目的とする活性を促進した酵素の作成にも成功した。それらの成果は、論文として公表しただけでなく、産総研から特許の申請を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 耐熱性タンパク質、超好熱古細菌、ゲノム情報、組換え発現

【研究題目】 結晶化に関する研究

【研究代表者】 安宅 光雄

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 安宅 光雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

「タンパク3,000プロジェクト」個別的解析プログラム

代謝系グループのメンバーとして委託された研究である。3つの業務項目に分けて全年度にわたって研究を実施した。

(1) 超耐熱性キチン結合ドメインの NMR 及び X 線結晶構造解析による構造決定

超耐熱性で、かつ、結晶性のキチンでさえ加水分解できる高い活性を保持したキチナーゼのキチン結合ドメインの立体構造決定を NMR 及び X 線構造解析の双方の手段で決定し、双方が一致したことから、X 線構造は溶液内で実際に働く構造であることを示した。

(2) 超耐熱性スレオニンデヒドロゲナーゼの X 線構造解析による構造決定

超耐熱性スレオニンデヒドロゲナーゼの立体構造を決定し、耐熱性であるか常温性であるかを問わず、この酵素で決まった最初の構造として国際誌 *J. Mol. Biol.* に発表した。

(3) 超耐熱性キチナーゼ活性ドメインの結晶化と X 線構造解析

我々の発見した超耐熱性キチナーゼは、結晶性のキチンでさえ加水分解できる比類のない高活性を有していた。その起源は、糖質加水分解酵素では多くのものにみられるように基質結合ドメインと活性ドメインとが場所的に分離しており、それら双方が協調して働くことにあるものと考えられる。従って高活性の由来を理解し、その理解を新規酵素の創出などにもつなげていくためには、双方の構造-機能相関の研究が大切である。本年度は超耐熱性キチナーゼ活性ドメインを結晶化し結晶構造を決定した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] タンパク質構造、タンパク質立体構造、超耐熱性、産業用酵素、アーキア、古細菌、始原菌、タンパク質結晶、X 線構造解析、NMR、構造生物、細胞の品質管理機構、抗体工学

[研究題目] ヒト神経幹細胞2次プロセッシング業務、サブ神経幹細胞バンク業務（ヒト神経幹細胞バンク事業）

[研究代表者] 大串 始
(セルエンジニアリング研究部門)

[研究担当者] 大串 始、廣瀬 志弘、町田 浩子
(常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

臨床応用に用いる細胞のバンク事業において、細胞の安全性と安定性を確保するための検討を行うことは必須である。平成18年度はその一環として、マイコプラズマ否定試験及び細胞冷凍保存に関する検討を行い、有効な方法を確立した。また、バンク業務における細胞の安全性を担保する上で、人的ミスによる保存細胞の取り違えを防止することは重要な課題となる。今後は細胞の識別、

同定に関する検討を行う予定である。

ヒト骨髄由来間葉系細胞を用いて、形態観察と免疫染色で神経細胞（神経前駆細胞）への分化を確認することができた。高齢者(83歳)の間葉系幹細胞であっても十分増殖し、神経分化誘導をかけることにより他の成人の間葉系幹細胞と同様の形態変化がみられた。今回の実験により、当施設の手法で採取、冷凍保存されたヒト骨髄由来間葉系幹細胞は神経細胞への分化能を有することが示唆された。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 間葉系細胞、神経幹細胞、分化、保存

[研究題目] 糖ヌクレオチド代謝回路関連酵素群

[研究代表者] 地神 芳文
(セルエンジニアリング研究部門)

[研究担当者] 久保田 智巳
(糖鎖医工学研究センター)、
渡辺 明子、喜多島 敏彦、
千葉 靖典 (常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

酵母の糖鎖修飾における糖ヌクレオチド代謝回路関連遺伝子産物などの大量発現系の構築と、精製・結晶化及び結晶構造解析を検討した。

Ynd1p の基質/基質類似体との共結晶化を得るために変異型酵素を10数種類取得した。それらのうち野生型酵素の構造から基質結合能が保持されていると思われる4種の結晶化及び構造解析を行った。そのうち pH 7.4 で結晶化した E152Q の変異型酵素の AMPPNP 共結晶体において AMPPNP のものと思われる電子密度が観測できた。SpOch1p は大腸菌で活性体として発現することができたが、得られた酵素を用いての結晶は得られなかった。ScOch1p は培養条件の検討を行うことで、大量に精製する方法を確立した。

ヒト糖転移酵素の結晶化のうち、 β 3GnT6については、酵母の発現系では活性型酵素が得られないので、培養細胞(HEK293T)を宿主とする発現系を利用し、培養上清から大量精製する方法を確立することが出来た。得られた標品を用いて結晶実験を行っている。いくつかの条件で結晶が得られた。FUT9はメタノール資化性酵母の発現系を利用し、培養条件や精製法の検討を重ねた結果、同様に結晶実験を開始するに至っている。ST3GalII については発現株の作成を完了した。また外部より β 3GnT2の酵母発現株を取得し、結晶化実験を進めた。

セレノメチオニン (SeMet) は毒性が高く、その存在下では酵母は生育できない。そこで SeMet 耐性のメタノール酵母を単離した。取得した耐性株を SeMet 含有培地で培養し分泌発現させたヒトリゾチームには、約6割の Met が SeMet に置換されていることが明らかとなった。また酵母で生産した SeMet 化ヒトリゾチームの

結晶を作製し、X線回折実験を行ったところ、その位相を決定することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】結晶構造解析、糖転移酵素、酵母

【研究題目】ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム (NPPP)

【研究代表者】横山 浩、秋永 広幸

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】横山 浩、秋永 広幸中桐 伸行、大井 暁彦、金澤 朋実、佐藤 平道、飯竹 昌則、竹中 真人、風間 茂雄、大山 育子、唐澤 しのぶ、松永 純美代 (常勤職員3名、他10名)

【研究内容】

目標：

ナノレベル構造を有するデバイス、MEMSの作製及び構造・機能評価のため産総研ナノプロセッシング施設 (AIST NPF) にラインアップされた先端機器、専門知識及びノウハウを、産学官の研究者に広く提供し、ナノテクノロジー分野における研究開発の促進、先端的アイデアの実証を支援する。

計画：

産学官連携部門、研究環境整備部門等の産総研の支援部門と一体となって、本格的な支援活動を実施する。また、ナノテクノロジー総合支援プロジェクト「ナノレベルでの極微細加工・造形支援」に参画する5機関 (産業技術総合研究所、早稲田大学、東京工業大学、大阪大学、広島大学) の幹事機関として、相互の情報交換をはじめ、統一的な広報・周知活動、ワークショップなどを企画する。

年度進捗状況：

- 1) 平成18年度は、計122件の支援依頼を採択し、実施した。支援形態の内訳は、技術代行16件、装置利用91件、共同研究7件、技術相談8件である。産官学の内訳は、企業33件、大学35件、公的研究機関54件であった。
- 2) 平成15年度から毎年実施してきた人材育成スクールをさらに発展させ、平成18年度は極微細加工・造形グループ5機関 (産総研、早稲田大学、東京工業大学、大阪大学、広島大学) の合同スクールとして企画・実施した。スクールは講義と実習からなり、9月15日に産総研臨海副都心センターで7つの講義をまとめて行なった後、総計11件の実習 (定員3~5名で、1~1.5日) を、5つの支援機関で実施した。参加者は講義75名、実習46名であった。昨年度実施して好評であった電子ビーム描画装置の実習に関しては、本年度も同じように産総研と東京工業大学とで連携して、産総研で基礎実習、東京工業大学で応用実習を実施した。次世代を担う高校生のための先進的科学技术体験合宿プログラムであるサマー・サイエンスキャンプに対して2

コースを担当した。その1つである「自然のナノ構造」コースには3名、もう1つの「先端デバイスのナノ構造」コースには4名の高校生が参加した。さらに新しい試みとして、つくばカピオにて10月26、27日に開催された産業フェア「いばらきものづくり交流会」に出展し、プロジェクトの支援活動に関する広報を行うと共に光学・電子顕微鏡に関する説明を行い、希望者に卓上型の電子顕微鏡の操作講習を行った。この「出張スクール」には17名が参加し、予め準備されたサンプルあるいは参加者が持ち込んだサンプルの微細構造観察を体験した。

- 3) ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの最終年度ではあるが、次期プロジェクトも検討されていることから、このような支援プロジェクトの認知度を高めるため、これまで同様、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム (NPPP) の活動を紹介する A4両面印刷のフライヤーを680部増刷し配布した。平成17年度に産総研ナノプロセッシング施設 (NPF) が発行を開始した電子メールによるニュースを、平成18年度の1年間は18件配信し、支援活動の紹介や技術情報を提供した。また、ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンターによるメルマガやホームページでの成果報告書の紹介と連動させ、NPPPのホームページにおいても平成17年度の成果報告書を6件公開した。
- 4) 極微細加工・造形グループの幹事機関として、支援活動に関わる様々な問題を協力して解決することを目的に、グループ会議を、広島大学で開催した。会議終了後、広島大学の支援の特徴を把握し、今後の協力体制に役立てるため、支援に使用されている施設を見学した。プロジェクトの最終年度であるため、ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの4支援グループが合同でワークショップを開催することを提案した。これは、関係機関の協力の元、11月10日、つくば国際会議場において、共用施設支援4グループ合同連絡会として結実した。さらに、2月23日に東京ビッグサイト行われた「nanotech2007」会場の一角に置いて開催されたプロジェクトの成果発表会では、極微細加工・造形グループを代表して、5年間のグループの支援活動について発表した。さらに、産総研の平成17年度の実績報告書を製本すると共に、極微細加工・造形グループの実績報告書のまとめを作成、製本して関係機関に配布した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】極微細加工、ナノ造形、リソグラフィ

【研究題目】地下水の収支・循環機構解明のためのモニタリングと地下水循環モデルの構築

【研究代表者】石井 武政 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】石井 武政、安川 香澄、内田 洋平、町田 功、村岡 洋文、玉生 志郎、

阿部 正洋、宮崎 桂子、松岡 憲知、
池田 敦、末吉 哲雄、西岡 哲*、
森 康二、多田 和広
(常勤職員8名、他6名)

〔研究内容〕

人・自然・地球共生プロジェクト課題6「アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変化予測モデルの開発」の中で、「黄河領域の地下水循環モデルの構築と地下水資源の将来予測」の項目を担当している。

サブテーマ1：凍土の凍結・融解に関する実データの取得では、2003年～2006年にかけて、毎年夏期に黄河源流の高原地帯で現地調査を実施した。2004年8月に瑪多気象観測所（標高4,273 m）に設置した観測拠点から2年間の凍土特性に関するデータ（気温、積雪深、雨量、地温、土壌水分、土壌熱特性、地下水位）を取得した。地下水位は深度3～4 m にあり、季節凍土層の発達に伴って次第に低下し、凍土の融解時に急上昇した（2004～05年）。標高4,300 m では永久凍土が広く分布するのに対し、4,200 m 以下では永久凍土はほとんど分布しないことがわかった。

サブテーマ2：地下水の収支・流動に関するモニタリング及び水質・同位体分析では、山東省で採取した4試料の¹⁴C年代測定の結果、深度1,433 m の地下水は17,220±70年、深度1,601 m の地下水は25,040±140年、2ヶ所の泉の水はそれぞれ1,350±40年と2,570±40年を示した。年代値の違いからも、深度によって地下水の滞留時間が大きく異なることが予想された。

サブテーマ3：帯水層区分及び地質構造の解析では、脆性-塑性境界によって浸透率基盤上面を定義し、概ね、その深さは7.7 km～10.3 km 程度となった。浸透率の深度依存性モデルを作成し、浅部の浸透率から深部の浸透率を外挿する方法を確立した。

サブテーマ4：地下水循環モデルの構築とシミュレーションでは、5カ年の間で収集・取得された様々なフィールド情報と個別のプロセス研究から得られた成果が反映されたモデルを構築した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕人・自然・地球共生プロジェクト、RR2002、アジアモンスーン地域、水資源変化予測モデル、地下水循環モデル、黄河

〔研究題目〕タンパク3000「転写・翻訳」・遺伝子発現制御に関する研究

〔研究代表者〕田村 具博
(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕田村 具博、三谷 恭雄、安武 義晃、
田村 範子、Sallam Kharid、
影井 亜貴子、西岡 大樹

(常勤職員3名、他4名)

〔研究内容〕

目標：

転写・翻訳の過程を通して遺伝子の発現に関わるタンパク質を対象としてそれらの構造機能解析を行う。そのため掲げられた各種技術開発項目の中から、我々は、放線菌を宿主とした組換えタンパク質生産に関わる研究開発を実施する。

研究計画：

放線菌 *Rhodococcus erythropolis* 細胞を宿主とした組換えタンパク質生産系を利用して、放線菌 *Streptomyces coelicolor* 由来タンパク質並びに病原菌（メチシリン耐性黄色ブドウ球菌(MRSA)）由来タンパク質について発現系を構築し、構造解析に向けたタンパク質生産を行う。また、放線菌内での組換えタンパク質蓄積効率を高めるため、遺伝学的手法を取り入れた宿主細胞の機能改変技術の開発を行う。

研究成果：

放線菌 *S. coelicolor* 由来タンパク質の結晶構造解析は、本年度、新たに3種のタンパク質(SCO0332、SCO7815、SCO6571)の構造が決定された。現在、それぞれのデータの精密化が進められている。MRSA 由来タンパク質については、大腸菌で生産が困難なタンパク質約40種について放線菌での発現系を構築し大量精製・結晶化を試みた。その結果、12種のタンパク質については大量精製が可能であり、その内7種のタンパク質については結晶化まで進めることが可能であった。7種のタンパク質の内 SAV1133と RecU のみについては微結晶を得る事に成功したが、結晶が小さすぎて X 線解析実験まで進める事が出来なかった。このことより、MRSA 由来タンパク質については、放線菌でのタンパク質生産においてその有用性が確認されたが、構造を決定するまでには至らなかった。産業利用を指向した有用タンパク質として取り上げた古細菌由来アルドヘキソースタンパク質(AldT)については今年度も結晶構造解析を進め、その構造を決定した。

細胞内タンパク質を安定に発現させるため、ゲノムに複数の発現カセットを導入可能なトランスポゾンベクターの構築を行った。構築したベクターを利用し、2成分からなる高分子量複合体について各成分の発現カセットをゲノムに挿入してタンパク質の発現を確認すると、両成分が予想通り発現し複合体として精製出来る事が確認された。このことから、ゲノムに安定に保持される遺伝子共発現系の構築が可能になった。更に、タンパク質の細胞内安定性を高めるため、細胞内 ATP 依存性プロテアーゼの一つ、プロテアソームの遺伝子破壊株を構築し、MRSA 由来タンパク質の発現効率を調べた。その結果、調べた全てのタンパク質において発現量の増加は確認できなかったが、少なくとも数種のタンパク質については明らかに細胞内蓄積量の増加が確認された。このことは、

プロテアソームの機能欠失により特定のタンパク質においてその半減期が延びていることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 結晶構造解析、発現系、組換えタンパク質

－原子力試験研究費－

【大項目名】 原子力試験研究委託費

【中項目名】 高効率磁場核融合に関する研究

【研究代表者】 平野 洋一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 平野 洋一、榊田 創、小口 治久、八木 康之、ロレンツォ・フラシネッティ、山家 清之、椎名 庄一、木山 学、島田 壽男、田辺 敏子、杉本 久也、池田 長康、芦田 久男、浅井 朋彦、鈴木 章太郎、佐藤 康宏、永田 正義、政宗 貞男、吉川 正志、長山 好夫、山口 聡一朗、波多江 仰紀
（常勤職員10名、他12名）

【研究内容】

原子力委員会核融合会議が平成4年に定めた第三段階基本計画に沿って、磁場を用いた軸対称トーラス型プラズマ閉じ込め装置である、逆磁場ピンチ (Reversed Field Pinch, RFP) を用いた磁場閉じ込め核融合方式の開発、及び実験的・理論的研究による、効率の良いプラズマ閉じ込め方法の開発と、磁場閉じ込めプラズマ物理の進展に貢献することを目的とする。逆磁場ピンチはトカマクと比較して弱いトロイダル磁場で大電流が得られ、追加熱をすることなく、プラズマ電流加熱だけで自己点火できる可能性がある等、構造が簡単で経済的な小型簡略炉が期待できる魅力的な炉心方式の一つである。また、トカマクと同じ軸対称電流系トーラスであることから、トカマク研究との成果の相互利用が可能である。本研究課題のもとで、大型逆磁場ピンチ装置 TPE-RX の実験、及び理論・数値シミュレーションによって逆磁場ピンチの研究を総合的に進めている。また、本研究は、IEA (International Energy Agency) の国際逆磁場ピンチ研究協力実施協定に基づき、日本国内、米国、イタリア、スウェーデンの研究グループとの研究協力体制を構成して実施されており、国内外との活発な情報交換や研究協力の下で推進している。具体的には、逆磁場ピンチ装置 TPE-RX を用いて、種々の能動的プラズマ制御手法により、逆磁場ピンチプラズマの閉じ込め改善を目指している。ベータ値（プラズマ圧力と磁気圧力の比）が 20 % を超える高い磁場の利用効率の実現と、閉じ込め時間 10 ms の達成が研究の目標である。そのため、総合 2 MW 級の高パワー水素原子ビーム (NBI) の垂直入射による高ベータ値の実現と電流駆動、パルスポロイダル電流駆動 (PPCD) による閉じ込め向上とプラズマ閉じ込め比例則の確立、ヘリシティ入射による逆磁場ピン

チへの粒子補給と電流駆動、プラズマ中の電位分布の変動による粒子輸送の変化、ペレット入射による密度制御等の研究を進めている。特に、PPCD 及び他の方式との複合による閉じ込め時間の目標値達成を重点的に実施している。また、低アスペクト比逆磁場ピンチ炉の概念設計、電磁流体解析の理論・数値シミュレーション研究により、逆磁場ピンチの高度化と理解を進めている。平成18年度は、逆磁場ピンチ装置 TPE-RX での実験を中心に、閉じ込め時間の一層の向上の実現、及びプラズマの閉じ込め物理の理解の進展を目指した研究を進め、以下の成果を得た。1) 高パワー水素原子ビーム入射装置 (2号機) によるビーム入射実験の開始とプラズマ性能の向上の確認、2) パルスポロイダル電流駆動電源の増強による粒子閉じ込め性能向上の定量的確認と高い磁場の利用効率 (30 %) の実現、3) 疑似単一ヘリカル (Quasi-Single Helicity, QSH) 状態での閉じ込め性能の向上の定量的評価、4) 磁化同軸プラズマガン入射を用いた粒子供給の効果の確認、5) ペレット入射による電子密度増加・粒子輸送実験、特にパルスポロイダル電流駆動されたプラズマへの入射による高密度状態の準定常維持と 20 m を超える粒子閉じ込め時間の実現、6) 低アスペクト比逆磁場ピンチにおける高自己維持電流を持った平衡配位の最適化。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 核融合、磁場閉じ込め、逆磁場ピンチ、閉じ込め向上、NBI、ペレット入射

【研究題目】 原子力エネルギー利用高温水蒸気電解技術の開発

【研究代表者】 嘉藤 徹（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 嘉藤 徹、根岸 明、加藤 健、天野 雅継、門馬 昭彦、田中 洋平
（常勤職員6名、他3名）

【研究内容】

炭酸ガス排出がない高効率な水素製造法として、高温ガス炉等の革新的原子炉の熱を有効利用可能な高温水蒸気電解技術について、固体酸化物電解質を用いた円筒型電解セルの構成材料及び製造プロセス開発を行う。電解セルについては動作温度 700～850 °C、動作電圧 0.9～1.3 V (電圧効率 160～110 % に相当)、入力 5～20 W 程度、ガスリーク率 1 % 以下の性能を目指す。また、セル・スタックの運転実験で得られたデータをもとに、システムの概念設計と性能予測を行うとともに、本格開発時の技術課題の明確化する。平成18年度は昨年度に開発した電解セルについて、原料スラリーの性状制御等により、電解質・電極の界面に発生する過電圧の低減に努め、入力電力の向上 (5～20 W) を図るとともに、スタッキング技術の開発を開始した。スタッキング方法は、円筒型について検討した。平成17年度までに開発した技術により、800 °C で電流密度 0.35 W/cm²、入力 7 W 程度の

セル試作が可能となったため、これらのセルを接続できるよう、セル直径の変動を±0.2 mm 以下に低減した。また、フェライト系ステンレスを用いてインターコネクタを作成し、表面処理方法を検討し、耐酸化性に優れたインターコネクタを開発した。さらに、電解セル及びインターコネクタと熱膨張率が近い絶縁性及び導電性シール剤を開発し、大きなガスリークなしにセルを接続することができた。また、昨年度に引き続き $\text{Sm}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$ についてフリーズドライ法により不純物のない $\text{Sm}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$ を製作し、電解質上に正極を形成することが可能となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高温水蒸気電解、固体酸化物形電解セル、水素製造

【研究題目】陽電子放出断層撮像用新型レーザー陽子ビーム源の開発

【研究代表者】高橋 栄一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】高橋 栄一、奥田 功、加藤 進、松本 裕治（常勤職員4名）

【研究内容】

陽電子放出断層撮像用の新型レーザー陽子ビーム源の開発を目指して、高出力化が期待できるフェムト秒レーザー増幅器である XeF(C-A)エキシマレーザーの開発、並びに同レーザーを用いたイオンビーム源の開発を目標とする。平成18年度は XeF エキシマレーザーの高利得化、並びに短波長レーザーによる効率的イオン加速に関する基礎的な実験を、電子ビーム励起に KrF レーザーを用いて開始した。XeF レーザーの開発では、ハロゲンドナーである三フッ化窒素 (NF_3) は高い電子付着反応を通じて高利得化に有効である反面、その VUV 予備電離光の吸収が安定放電を阻害していることを、ゲートカメラを用いて撮像することによって明らかにした。この結果に基づき放電の安定化を行い、これまでに小信号利得として1.1 %/cm を達成した。イオン加速実験ではまず加速電界を形成する高速電子の計測を行った。その高速電子温度はおよそ100 keV であり、想定している高速電子形成機構であるパラメトリック散乱から期待される値と一致することがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】陽電子放出断層撮像、イオンビーム、高強度レーザー、エキシマレーザー

【研究題目】レーザー加速電子ビームの高度化と利用技術に関する研究

【研究代表者】三浦 永祐（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】三浦 永祐、小山 和義、加藤 進、齋藤 直昭、益田 伸一（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

粒子加速器から発生する高エネルギーの粒子や光子は原子力、医療、先端計測をはじめとして様々な分野での利用が期待されている。しかし、加速器は特定の大型装置でしか利用できないのが現状であり、小型加速器の実現が望まれており、レーザー加速（高強度レーザーとプラズマの相互作用を利用した粒子加速）を用いた加速器の小型化が期待されている。本研究は、レーザー加速によって高エネルギーで高出力の単色電子ビームを発生して、小型電子加速器の実用化技術を確認すると共に、コンプトン散乱による硬 X 線パルス発生を行い、レーザー加速電子ビームの利用技術へと発展させることを目的としている。電子加速に用いるチタンサファイアレーザー装置の高出力化、2ビーム化を行い、ピークパワー11 TW の主パルスと0.5 TW の副パルス（パルス幅は共に50 fs）を得た。高出力化した主パルスを用いて、電子密度が $3.2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のプラズマからエネルギーが36 MeV、電子数 5×10^6 の単色電子ビームを発生し、高エネルギー化に成功した。また、電子ビーム像のオンライン計測技術を開発し、電子ビーム放射方向の安定性を評価した。プラズマの電子密度が $1.9 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ では発散角が10 mrad の指向性の高いビームが得られ、放射方向のばらつきは±3 mrad と小さいが、放射方向がレーザー光軸から14 mrad ずれていることがわかった。電子密度を $3.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ と高くすると発散角が50 mrad、放射方向のばらつきが±8 mrad と大きくなるが、放射方向はレーザーの光軸近傍にあることがわかった。電子ビームの発散角、放射方向、放射方向のばらつきはプラズマの電子密度に依存することを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】レーザー加速、高強度レーザー、プラズマ、単色電子ビーム

【研究題目】高レベル放射性廃棄物の燃料電池への応用に関する研究

【研究代表者】栗津 浩一

（近接場光応用光学研究センター）

【研究担当者】栗津 浩一、藤巻 真、王 曉民（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

原子力発電所の使用済み核燃料、高レベル放射性廃棄物は、原子炉停止後多量の放射能を有し発熱しているため、発電所内のプールで保管されている。その間ガンマ線、X 線等を放出しているが、現在このエネルギーは利用されていない。本研究ではこれら核物質を敷地内保管しながら、水素を発生させて燃料電池として利用することを長期的目標と位置づけて、その基礎研究を行う。酸化チタンは、300 nm-400 nm の波長領域で水を水素と酸素に分解するが効率は低い。そこで銀ナノ粒子により強力な表面プラズモン光を発生させて、この光をナノ構造体に閉じ込めることによって、光触媒を高効率化さ

せる。これをナノフォトンクス光触媒と呼ぶことにする。酸化チタン中に銀ナノ粒子を形成させる。銀はナノ粒子化することによって表面プラズモンが発生する。この光は、表面にへばりつくような光であり、表面近傍のみに局在した光である。ナノ粒子を制御することによって、波長380 nm 付近にピークを持つ表面プラズモン光を発生させる。380 nm とは、酸化チタンが最も触媒作用を發揮できる波長である。しかし表面プラズモン光は周囲の屈折率によって、その波長が大きく変化する。酸化チタンのような高屈折率物質に囲まれた場合、600 nm 程度までピーク位置がシフトしてしまうことが、計算により予測できた。これに対して、周りを数10 nm 程度、非晶質シリカで覆うことによって、ピークのシフトは数10 nm 程度、すなわち400 nm 付近にすることが理論上予測された。

そこで、実際にまず銀ナノ粒子の形成を行った。直径20 nm にサイズの揃ったナノ粒子の作製に成功した。また、実験条件をかえることで、直径50 nm に揃った銀ナノ粒子の作製にも成功した。次にスパッタ法にてナノ粒子を非晶質シリカ膜で覆うことを行った。5 nm、10 nm、20 nm、40 nm の膜厚で覆った。その後、酸化チタン膜をゾルゲル法にて塗布し、加熱処理により光触媒活性の高い結晶相であるアナターゼ相に変化させた。

以上のプロセスで得られた銀ナノ粒子、銀ナノ粒子を非晶質シリカで覆った材料 (Ag@SiO_2)、銀ナノ粒子を非晶質シリカで覆ったその上に酸化チタンを塗布した材料 (TiO_2 on Ag@SiO_2)、及び比較のために作製した銀ナノ粒子の上に直接非晶質シリカをコートせずに酸化チタンを塗布した材料 (TiO_2 on Ag) を作製して、まず光吸収スペクトルを測定した。その結果、 Ag@SiO_2 、 TiO_2 on Ag@SiO_2 には400 nm 付近に局在表面プラズモンによる吸収帯が形成されていることが確認できた。これに対して、 TiO_2 on Ag では全く局在表面プラズモンによる吸収帯が形成されていないことがわかった。これは、酸化チタンによる強い酸化作用によって銀ナノ粒子が酸化して酸化銀になってしまい、プラズモン光が発生しなくなったことで説明がつく。すなわち、計算の段階では、プラズモン吸収ピークの位置を長波長側にシフトさせないために非晶質シリカで銀ナノ粒子をコートさせることが目的であったが、それ以外にもう一つ、非晶質シリカが銀ナノ粒子と酸化チタンの接触を防ぐ、いわばバリア層の役目を果たしていることがわかった。この点を中心に現在、特許申請準備中である。

走査型電子顕微鏡 (SEM) 及び X 線光電子分光法 (XPS) で表面の観察を行った。その結果、 TiO_2 on Ag@SiO_2 構造において、非晶質シリカの膜厚が5 nm の場合のみ、表面に析出物があることがわかった。それ以外の膜厚では確認できなかった。この析出物の同定を行うため、XPS 測定を行ったところ、この析出物質は銀であることがわかった。非晶質シリカが薄すぎたため、

銀が表面に析出してしまったものと考えられる。

光触媒活性を確認するための予備実験として、メチレンブルー (色素) を酸化チタン表面に塗布して、その分解速度を TiO_2 on Ag@SiO_2 と TiO_2 のみの場合で比較を行った。速度は5倍程度 TiO_2 on Ag@SiO_2 の方が速いことがわかった。これは、表面プラズモン光によって反応に寄与する光量が増えたためであると考えられる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】表面プラズモン、光触媒、燃料電池、原子力

【研究題目】軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究

【研究代表者】苑田 晃成 (健康工学研究センター)

【研究担当者】苑田 晃成、榎田 洋二、細川 純嗣、坂根 幸治、廣津 孝弘
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

本研究は、経済的かつ効率的にリチウム、ホウ素同位体採取する分離プロセスの確立を目的とする。また、海水等の国内資源から採取したリチウム及びホウ素を用いる分離システムを設計・評価し、同位体資源の安定確保を目指す。

平成15年度から5年計画で同位体濃縮度を3倍にすると共にグラム単位での同位体分離を目指す。更に実用化に向けた詳細設計についての研究を進める。

ラボスケールのホウ素同位体分離においては、内径10 mm、長さ1 m のカラムにグルカミン繊維 (GRY-L) を充填し、ホウ素吸着バンドの展開溶離液の酸濃度、流速について詳細に検討した。酸濃度を低く、流速を小さくすることにより同位体分離性能が向上することを明らかにした。グラムレベルでの同位体分離を実証するためのベンチ試験装置 (32 m) を用いて、ブレイクスルー (BT) 法及び逆 BT 法により、ホウ素同位体分離試験を行った。9 mM H_2SO_4 を溶離液とした場合 (酸濃度は前年度の1/4)、 $^{10}\text{B}/^{11}\text{B}$ 比を0.25 (天然比) から前端部で0.15に、後端部では0.60へと大幅に改善することが出来た。同位体濃縮度については、今後、条件を最適化することで、目標の達成が見込まれる。

リチウム同位体の分離実験は、粒子サイズが63~300 μm の $(\text{H}_3\text{O})_8\text{Nb}_{22}\text{O}_{59}$ を充填したガラス製カラム (内径10 mm、長さ500 mm) を用いて、バンド展開法で行った。カラム上部から0.05 M CH_3COOLi を240 cm^3 供給してリチウム吸着帯 (バンド) を形成させ、次に、イオン交換水を流した後、0.1 M HNO_3 を供給してバンドを展開させ、カラム下部からの流出液をフラクションコレクターで分取した。流出液のリチウム濃度は原子吸光度計で測定し、リチウム同位体比は ICP 型質量分析装置で測定した。 $^7\text{Li}/^6\text{Li}$ の最大値が15.0、最小値が11.2となり、バンド先端に ^7Li が濃縮し、後端に ^6Li が濃縮した。カラム長

が500 mmであることを考慮すると、リチウム同位体は効率的に濃縮できていると考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 リチウム、ホウ素、同位体分離

【研究題目】 超臨界発電用炉水浄化技術の開発に関する研究

【研究代表者】 林 拓道

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 林 拓道、倉田 良明、上田 昭子、千葉 大輔(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

1. 研究目標

超臨界発電における軽水炉冷却水の炉水管理のための金属材料の超臨界水腐食データベースの整備を行うとともに、⁶⁰Coなどの放射性核種の吸着性及び耐熱性に優れた無機系吸着材の開発を図り、炉水浄化の際の熱損失の低減化及び原子炉の定期点検時の作業者の安全性向上に寄与する。

2. 研究計画

超臨界水環境下での配管材料などから生じる腐食生成物を明らかにする目的で、Fe基合金等について超臨界水中での腐食試験を行い、腐食生成物の評価、腐食生成物の溶解・析出機構を解明する。腐食生成物成分であるCoイオンやフェライト化合物に対する無機系吸着材の吸着性能の評価、吸着機構の解明を行い、高温水中で吸着除去できる無機系吸着材の開発を図る。

3. 平成18年度進捗状況

1) 腐食データベースの構築

炉心環境を想定し高酸素濃度環境下でのステンレス鋼の腐食・溶解挙動を調べた。酸素濃度800 ppmでは、見かけの腐食量は非常に少なく、どの温度領域においても $0\sim 2\times 10^{-7}$ [g/mm²]の範囲内に収まっている。皮膜量、溶出量、真の腐食量を求めると、皮膜量の増加と真の腐食量が相関関係を持ち、この環境中での損傷が皮膜の形成によって起こることが確認できた。亜臨界・超臨界水中への溶出はきわめて小さく、試験排液中の金属イオン濃度の分析からも裏付けられた。皮膜厚さは温度分布にあまり依存せず、いずれの温度状況下においても薄く緻密な酸化皮膜が形成され、皮膜厚さは最大でも2 μmであり欠陥は認められない。

2) 高温吸着材の開発

Coイオンを対象に吸着材として、チタン酸アルカリ3種、層状珪酸塩2種、リン酸ジルコニウム2種について、200℃、24時間の条件でCoイオン吸着試験を実施した。層状珪酸塩の場合には、膨潤・溶解が認められるため、Siの溶出が認められた。一方、チタン酸アルカリ及びリン酸ジルコニウムは200℃でもTi、Zrの溶出は認められず、高いCo吸着性能を有する。そこで、チタン酸カリウムについて、温度と時間を変

えて水熱合成した試料及び比較試料である固相合成物を用いて、100-200℃でのCoイオン吸着量を求めた。合成温度に依らず水熱合成物は、吸着温度200℃でCo吸着量2.0 mmol/g以上と組成式から求めたCoイオン交換容量よりも高い値を示した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 炉水浄化技術、亜臨界/超臨界水腐食、無機系吸着材

【研究題目】 放射線被曝による生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術に関する研究

【研究代表者】 今村 亨(シグナル分子研究ラボ)

【研究担当者】 今村 亨、浅田 眞弘、鈴木 理、明石 真言、中山 文明、他(常勤職員3名、他8名)

【研究内容】

本研究では、放射線被曝による細胞死を抑制し、あるいは細胞増殖を促進することにより、粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を提供することを目的とする。すなわち、多種の細胞に活性を示す細胞増殖因子を対象として、高安定性と高分解耐性、長血中寿命などの特徴を付与するための糖鎖エンジニアリング技術を適用し、放射線照射による粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を開発することを目指している。

第一期では、増殖因子 FGF(繊維芽細胞増殖因子)によって放射線被曝による粘膜障害や造血系障害の予防または治療が可能であることを実証し、次に第二期では、その結果をもとに、糖鎖修飾型 FGF の構造や生産方法、投与プロトコルを至適化する。これにより、放射線防護機能を高めヒトへの臨床応用が可能な分子を創製し、その利用技術を完成することを計画している。

平成17年度には、放射線のモデルとしての UV による上皮組織のモデル培養細胞に対する障害誘導とその評価系を構築し、大腸菌により大量生産した組換え体蛋白質 FGF1が細胞障害の予防・修復効果を持つことを実証した。平成18年度は、上皮系に特異性を有する FGF7や FGF10の大量生産を行い、前年度に構築した、UV 照射による障害の予防・治療効果の評価系に供し、その効果を実証した。さらに電離放射線であるガンマ線を被ばくした個体について、その障害の評価系を構築した。個体の生命に直結する障害の代表である、上皮系組織である腸管の障害と、血液系組織である骨髄細胞の障害について、それぞれ評価系を構築した。これら評価系を用いて、天然体 FGF の予防・治療効果について、プレ評価を行い、FGF を用いて生体障害を予防・修復することが可能であることを実証した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 放射線障害、細胞増殖因子、糖鎖工学

〔研究題目〕 動的アニール・ソフトイオンビームプロセスによる高品質ダイヤモンド半導体基盤技術の研究

〔研究代表者〕 堀野 裕治

(ダイヤモンド研究センター)

〔研究担当者〕 坪内 信輝 (常勤職員5名)

〔研究内容〕

イオン注入に伴う原子核反跳、及び電子励起作用によりダイヤモンド単結晶中に生成する照射欠陥の発生及び消滅メカニズムを検討し、イオン注入の諸条件(照射温度、注入量、ビーム強度、アニール温度)を最適化したダイヤモンドに適したソフトイオンビームプロセスの開発を行う。このようなプロセス技術の開発による p 型及び n 型ダイヤモンド半導体作製の基盤技術を確立する。ダイヤモンドは耐放射線デバイスとして期待されているが、イオン注入法によって局所的に伝導型(p 型あるいは n 型)と電気抵抗値を制御した半導体導電層を形成する技術が必要である。

本年度は、低濃度及び高濃度 B を含有する半導体領域を、B イオン注入によって実現するためのプロセスの検討を行った。低濃度層の形成に対しては、イオン注入後の熱処理温度をこれまでの1,450℃からさらに高め、1,600℃とすることによって、高品質な p 型導電層の形成が可能なることを明らかにした。すなわち、実用的に重要な中エネルギー(数10~数100 keV)領域の B イオン注入ドーピングとしては、これまでの報告の中で最大の正孔濃度($7.6 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$)を有する層の形成に成功した。また、高濃度層の形成については、動的アニール効果によるその場照射欠陥回復を行うことにより、 $1 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ もの高濃度の B を、ダイヤモンドのグラファイト化を回避しつつ導入することに成功した。その結果、比抵抗が $1.3 \text{ m}\Omega\text{cm}$ と非常に低い p 型伝導性を示す低抵抗層(p⁺層)の形成が可能となった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ダイヤモンド半導体、イオン注入、伝導性制御

〔研究題目〕 高選択性分離膜による放射性廃液処理と放射性廃棄物エミッションの低減化の研究

〔研究代表者〕 金森 敏幸

(バイオニクス研究センター)

〔研究担当者〕 金森 敏幸、須丸 公雄、井上 真美

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、放射性廃液の減量化のため、放射性元素に対して高い選択性を有するキャリア輸送系を用いて、特定の有害な放射性元素のみを高効率で濃縮・除去しうる分離膜デバイスを開発することを目的とする。本研究では、単にキャリア輸送系を構築するのみに留まらず、

高安定性と高透過性を同時に満たす実用的な液膜デバイスの開発、さらにはそのデバイスを組み込んだ実用的な放射性廃液処理システムを開発することを目指す。本研究の成果・提案により、放射性廃液の総量が著しく削減され、放射性廃棄物エミッションの低減化が可能になるものと期待される。

本年度は、10種類の新規アクチノイドキャリアを合成し、それを用いて作製した有機ゲル膜(PIM: polymer inclusion membrane)のセリウムイオン輸送能を評価した。そのうち1種類について、既存のキャリアである N,N,N',N'-tetraoctyl-3-oxapentane diamide (TODGA)と同程度のセリウムイオン輸送能を確認した。また、その耐久性は既存のキャリアである octyl(phenyl)-N,N-diisobutyl carbamoylmethylphosphine oxide (CMPO)を用いた PIM を大幅に上回った。しかしながら、これまで他の系の PIM で得られていた耐久性は達成できておらず、今後は高分子科学の立場から膜内部の微細構造を明らかにすることにより、実用化レベルの耐久性を有する PIM の開発を目指したい。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造(ライフサイエンス)

〔キーワード〕 促進輸送、Polymer Inclusion Membrane、キャリア輸送、輸送メカニズム

〔研究題目〕 再処理工程に係るエネルギー物質の爆発安全性評価技術に関する研究

〔研究代表者〕 松村 知治

(爆発安全研究センター)

〔研究担当者〕 中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、

黒田 英司、石川 弘毅、保前 友高

(常勤職員3名、他3名)

〔研究内容〕

本研究課題では、1.爆発影響データの取得・データベース化、と2.反応機構評価システムの開発を行った。

1.に関しては、試料物質である硝酸ヒドロキシルアミン(以下 HAN)、ヒドラジン(以下 HH)、硝酸ヒドラジン(以下 HN)単体について、内径20 mmの塩ビ管に注入し、同じく内径20 mmの塩ビ管に装填した Composition C4爆薬(以下 Comp.C4)約10 gで起爆する水中爆発試験を実施した。以下の知見を得た。

・HAN、HH、HN単体については、発生した水中衝撃波のピーク圧力はいずれも Comp.C4のみを起爆した場合と同程度で、本実験の薬径(20 mm)及び薬長(20 mm)においては、HAN、HH、HN単体が Comp. C4で起爆される可能性の低いことが示唆されたが、これについては、今後も、試料容器の薬経、薬長を変えた実験を引き続き実施して、基礎的なデータの収集・蓄積を行う必要があると思われる。

・参考として、代表的な液体爆薬のニトロメタンを同じ試料容器に注入し、Comp. C4で起爆した場合には、

本実験で用いた試料の中で最も高い圧力を示したことから、本実験の薬径 (20 mm) 及び薬長 (20 mm) において、NM 単体が Comp. C4で起爆された可能性が高い。

2. については、再処理工程のワーストケースとして想定される多大なエネルギーを放出しうる高温・高圧力な状態における試料物質の反応状態を評価することを目的として、実験装置の設計・試作を行った。また、装置の性能評価と発生させた極限環境のキャラクタリゼーションを目的として試料の粒子速度測定などの予備的な実験を開始し、以下の知見を得た。

・試験的な試料として四塩化炭素 (CCl_4) を用い、試料の内部に最大で3.7~4.4 GPa の圧力を発生する事ができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 硝酸ヒドラジン、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃

【研究題目】 原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究

【研究代表者】 荒井 和雄

(パワーエレクトロニクス研究センター)

【研究担当者】 奥村 元、福田 憲司、田中 保宣、石田 夕起、先崎 純寿、小杉 亮治、木下 明将、高橋 徹夫、鈴木 良一、木野村 淳 (常勤職員8名、他2名)

【研究内容】

Si よりも放射線耐性を有すると期待される SiC などの軽元素半導体材料のデバイス試作を行い、原子力エレクトロニクス・システムを構成する候補デバイスとして、pn 接合ダイオード、ショットキーバリアダイオード (SBD)、MOSFET、JFET 等のデバイスをとりあげ、その放射線耐性を評価し、回路構成における影響を含め、優劣を明らかにする。また、評価技術としては放射線ビームを用いた新しい評価手法を開発し、それらの手法を用いて各種デバイスを耐放射線性や放射線損傷の観点から評価する。

平成18年度は、前年度に試作・評価し、 γ 線照射量 20 Mrad までの試験で電気特性が変化しないことが分かったユニポーラ型スイッチング素子 SiC-JFET の大型チップ (1 mm 角) に、 γ 線を100 Mrad 以上まで照射し、耐放射線性評価を行った結果、94 Mrad の照射で、逆方向電気特性は照射前後で殆ど変化が見られないこと、順方向オン電流が僅かに減少すること、が分かった。但し、オン抵抗は殆ど変化しておらず、問題はないと思われる。

ダイオードについては、前年度に試作した耐圧600 V、電流1~2 A の SBD の耐放射線性評価を行った。その結果、 γ 線照射量160 Mrad までの試験範囲では耐圧、リーク電流、バリアハイト、n 値、オン抵抗いずれも照

射前と殆ど変わらないことが分かった。以上により、SiC-JFET と SiC-SBD が放射線環境下で使用できるスイッチング素子及びダイオードの有効な候補であることが明らかとなった。MOSFET については、引続き陽電子消滅法の SiO_2 -SiC 界面の欠陥評価の可能性検討を進めた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 シリコンカーバイド、耐放射線素子、放射線照射欠陥、素子化プロセス

【研究題目】 DNA マイクロアレイ技術を利用した放射線及び放射線物質の影響評価に関する研究

【研究代表者】 岩橋 均

(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】 岩橋 均、矢澤 彌、村田 里美、植村 浩 (常勤職員4名)

【研究内容】

メダカ、イネを中心にガンマ線照射の影響について、DNA マイクロアレイ技術を用いた影響評価を行った。またヒト細胞についても、条件検討を行った。酵母細胞については、ガンマ線感受性、耐性メカニズムの解析を行った。さらに、重粒子線の影響についても評価を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ヒト細胞、メダカ、イネ、酵母、DNA マイクロアレイ

【研究題目】 軟 X 線領域における蛍光収量分光分析法に関する研究

【研究代表者】 大久保 雅隆

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 大久保 雅隆、浮辺 雅宏、陳 銀児 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

高度な放射線源に超伝導 X 線検出技術を組み合わせ、先端的材料分析技術を構築する。放射線の利用は、計測、微細加工、先端的研究開発に必要な不可欠な手段であり、科学技術の発展の原動力と位置付けられている。放射光施設では、その高度なビーム技術を活用するために、検出技術との組合せが必要不可欠である。元素からの蛍光 X 線の測定は、先端半導体材料、鉄鋼材料等の分析において重要である。本課題は、優れたパフォーマンスをもつ超伝導検出器を備えた分光分析技術をビームラインに設置して実用に供することにより、放射線の高度利用を推進しようとするものである。

超伝導検出器の素子の上に X 線吸収体を乗せて X 線に対して高い検出感度を達成できる構造を作製した。この構造の作製には、反応性イオンエッチングとリフトオ

フといった微細加工技術を駆使した。トンネル接合の上
に吸収体を乗せても、センサーの動作として望ましい低
いリーク電流(10 nA 以下)を実現し、X 線光子の検出
を可能とした。従来の検出器より、10倍以上の X 線吸
収効率を達成した。既存の液体ヘリウムを使用する冷凍
器を使用して、1個の素子毎に、55 FeX 線源による X
線検出を試み X 線の検出に成功した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 先端分析機器、超伝導、X 線分析

【研究題目】 自由電子ビームを用いた広帯域量子放射
源とその先端利用技術に関する研究

【研究代表者】 山田 家和勝

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 山田 家和勝、清 紀弘、小川 博嗣、
安本 正人、渡辺 一寿、豊川 弘之、
(常勤職員6名)

【研究内容】

産総研では、小型電子蓄積リング NIJI-IV を用いた
広帯域(真空紫外-赤外)自由電子レーザー発振の研究
を進めており、発振波長は国内で最初に真空紫外
(VUV)域に到達した。また蓄積リングを用いたもの
としては世界初の、赤外(IR)FEL 発振も見込める状態と
なっている。この場合、FEL 発振器内でレーザーコン
プトン散乱を自動的に起こさせ、準単色エネルギー可変
硬 X 線(FELCS-X)を発生させることも可能である。本
研究課題では、VUV 域における FEL の短波長化を進
めるとともに、IR FEL 及び FELCS-X を発生させ、基
礎科学分野はもとより、材料診断・評価技術、選択的振
動励起等に応用するための研究開発を行うことを目標と
している。

平成18年度は、昨年度 NIJI-IV FEL システムに導入
した大容量型電磁石電源装置を動作させるとともに、リ
ング内への高エネルギー電子ビームの蓄積を確認した。
また IR FEL 用高安定型光共振装置を設計・試作して同
システムに導入し、赤外 FEL 発振を実現すべく実験を
進めている。VUV 域では、従来の最短波長(198 nm)
を195 nm 以下にするための誘電体多層膜ミラーの準備
を行った。FEL 利用研究では、これまで進めてきた
FEL-PEEM(自由電子レーザー励起光電子放出顕微鏡)
による遷移金属表面の触媒化学反応の実時間観測実
験において、より鮮明な画像を取得するため、PEEM
装置に差動排気用ターボ分子ポンプを追加して、反応ガ
ス圧力を高める試みを行った。FELCS-X の発生に関し
ては若干の遅れがあるが、当面は IR FEL 発振に集中し、
次年度に実現を目指したい。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 電子蓄積リング、自由電子レーザー、レ
ーザーコンプトン散乱、準単色エネルギー
可変硬 X 線、触媒化学反応、光電子

放出顕微鏡

【研究題目】 SR-X 線ナノメータビームによる革新的
生体試料分析技術に関する研究

【研究代表者】 小池 正記

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 小池 正記(常勤職員1名)

【研究内容】

リアルタイム・ナノメータサイズ分析法である透過型
X 線光電子顕微鏡(透過型 XPEEM)の開発において、
XPEEM を組み込む超高真空チャンバーの設計・製作
を行った。透過型 XPEEM は試料にビームを照射し透
過 X 線を変換面で光電子に変換し、静電レンズで光電
子の発生部位を拡大し分析を可能とする手法である。通
常の光電子顕微鏡ではこの試料から放出される電子を分
析するが、透過型では試料により吸収/透過される X
線のコントラストを光電変換面から放出される電子を画
像化することで実現する。真空装置のベキキングにおけ
る温度上昇から、光電変換面を保護する必要があり、光
電変換面にゲートバルブ機構を採用した。水銀ランプを
透過で照射することで、光電子顕微鏡の位置合わせが可
能なシステムとしている。また、XPEEM では、光電
変換面と光電子顕微鏡の間の距離が1 mm 程度で、そ
こに高電圧をかけるため、光電変換面と光電子顕微鏡の
間の位置の精度が空間分解能に影響を与える。これを解
決するために、透過型 X 線光電子顕微鏡にゴニオを組み
込み、前後と上下、左右のあおりの3軸パルスモータ
ー駆動できるようにした。また、装置の架台においても
3軸パルスモーター駆動できるようにした。透過型
XPEEM では、化学状態の異なる同一の元素の識別を
目標としているため、そのための基礎データとして、生
体内に含まれる化合物の X 線吸収微細構造スペクトル
の測定を行った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 透過モード光電子分光法、X 線微細ビー
ム、放射光、電子蓄積リング、元素状態
マッピング

【研究題目】 コンパクト偏光変調放射光源の開発とそ
れを用いた分光計測技術の高度化に関する
研究

【研究代表者】 渡辺 一寿

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 渡辺 一寿、田中 真人

(常勤職員2名)

【研究内容】

偏光アンジュレータは、高強度、波長可変、偏光可変
などの特徴を有する放射光挿入光源である。これは新た
な物質分析技術の開発など極めて有用な光源であり、世
界各地の放射光施設に於いて同様な装置の開発と利用研

究が進められている。偏光アンジュレータを利用した高感度真空紫外円二色性測定装置を実用化し、生体高分子立体構造解析等ライフサイエンスや物質・材料系科学技術等の分野における最先端研究手段として提供する事を目的とする。真空紫外円二色性スペクトルによる分子立体構造解析を実現するためには、円二色性強度の絶対値を得る必要がある。よって計測システムの感度校正を行うことが不可欠である。可視領域ではいくつかの標準試料が存在しこれによる較正が行われているが、真空紫外領域では透過型の光学素子が存在せず、よって標準試料となるものが存在しないためこの様な方法では較正は不可能である。そこで反射型の偏光解析装置を開発し、偏光度の実測から装置感度を見積もる手法を開発した。この方法により装置の較正が可能ではあるが、いくつかの問題が明らかになってきた。一つは測定時間が掛かることと、もう一つは測定装置に関するいくつかの不確定要素により、較正值に誤差が生じることである。そこで、この偏光解析装置を標準試料とみなして円二色性を測定することによる較正方法を考案し実施したところ、測定時間の大幅な短縮と測定精度の大幅な向上が得られ、この手法の有効性が実証できた。この結果実用的な円二色性絶対強度の測定が行えるようになった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】偏光、真空紫外、円二色性、アンジュレータ

【研究題目】高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究

【研究代表者】豊川 弘之

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】豊川 弘之 (常勤職員1名)

【研究内容】

さまざまな物質の CT データに対して、Filtered Back-Projection (FBP) 法と Maximum Entropy Maximum Likelihood (MLEM) 法で再構成して得られる情報の質について調べた。空間分解能は MLEM 法の方が劣っているが、CT 値の誤差は同手法の方が小さかった。低コントラスト分解能は密度差の小さなものを区別する能力であるため、画像ノイズが小さいことが重要となる。MLEM 法で求めた低コントラスト分解能は $7.4 \times 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ であり、これは銅に対して約3%であった。産業界からの要望はこれを1%以下にすることであるため、まだ若干の改良が必要であるが、データの統計精度を高め、適当な再構成手法、及び周波数フィルタを施すことによって実現可能であると考えられる。

本 CT システムが優れた空間分解能と低コントラスト分解能を有することを利用して、コンクリート構造体非破壊検査への応用を行った。被検査体として用いたのは、10 cm×10 cm のコンクリート柱に意図的に亀裂を導入したサンプルである。CT 像において亀裂の最小幅とし

て0.2 mm 程度まで確認できた。また、モルタルと骨材の小石が明瞭に識別できており、骨材が均一に配置されていること、及び亀裂の進展が小石を避けるように成長していることが確認された。この成果は東京大学生産技術研究所との共同研究によるもので、本成果によって国際会議で賞を受けた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】レーザーコンプトン、ガンマ線 CT、非破壊検査

【研究題目】トリチウム吸蔵材料における蓄積ヘリウムの非破壊観測技術の開発

【研究代表者】林 繁信 (計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】林 繁信 (常勤職員1名)

【研究内容】

核融合の燃料であるトリチウムを長期にわたり安全に保存するためには合金系吸蔵材料の使用が有望である。ところが、トリチウムの崩壊に伴って生成するヘリウム-3が材料内部に蓄積することにより吸蔵材料の特性が変化してしまうことが安全上問題となっている。蓄積ヘリウム-3の量は推定されているのみで実測されておらず、蓄積ヘリウム量をモニタリングする技術の開発が望まれている。

本研究では、トリチウム吸蔵材料における内部蓄積ヘリウムを非破壊・非接触で観測する技術を開発する。手法としては、固体核磁気共鳴 (NMR) 法を用い、蓄積ヘリウムの定量及び存在状態に関する観測手法を確立する。本研究によってヘリウム-3の非破壊観測技術を確立することにより、トリチウム吸蔵材料における内部蓄積ヘリウムのモニタリングが可能となる。この結果、トリチウムの安全な取扱技術の確立に貢献することができる。

平成18年度は、ヘリウム-3の状態分析を行うために、化学シフト基準の設定の仕方を決めたのち、化学シフトの測定を行った。シグナル位置が多孔質物質の骨格構造及び陽イオンの種類と量に依存して複雑に変化した。さらに、ヘリウム-3マジック角回転 NMR スペクトルの測定を行って、上述したシグナル位置の変化の大部分が体積磁化率の効果によるものであることを明らかにした。また、もう一つの重要な NMR パラメータである緩和時間の測定を行い、常磁性不純物が緩和に寄与していると考えられた。一方で、磁石・検出器の小型化を並行して進め、0.8 T の小型磁石を用い1時間以内の測定時間で NMR シグナルが得られることを示した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】トリチウム、ヘリウム、非破壊観測、核磁気共鳴、固体 NMR

【研究題目】小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究

〔研究代表者〕鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕鈴木 良一、大平 俊行、木野村 淳、
大島 永康 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

物性計測に適した短パルス陽電子マイクロビームを発生するため、陽電子発生用に最適化した小型電子加速器の開発と陽電子ビームラインの開発を行っている。小型電子加速器は、従来の高強度陽電子ビームで問題となっていた陽電子の蓄積ロスを低減するため高パルスレーターの電子ビームを発生することを目標とし、加速器の各コンポーネントの開発を行い電子ビームのエネルギーを増強し、陽電子ビームの発生に適したエネルギーの電子ビームを得る予定である。この高エネルギー電子ビームを陽電子コンバータに入射して陽電子を発生させ、陽電子減速材で減速することにより高強度低速陽電子を発生させる。この低速陽電子ビームを加速集束して再び減速材に入射し、高輝度化することにより、短パルスエネルギー可変陽電子マイクロビームを発生することができる。

平成18年度は、上記の目的・目標を達成するために、小型電子加速器の電子ビームのエネルギーを高めるためのマイクロ波源ピーク電力の増強、陽電子ビーム高輝度化・集束実験、既存の陽電子ビームラインを用いた物性評価を行った。特に、陽電子ビーム高輝度化・集束実験では、陽電子マイクロビームの実現に不可欠な陽電子ビームの高輝度化手法の開発を行い、10 mm 程度の磁場輸送陽電子ビームを0.2 mm 以下のビーム径に集束し、陽電子の寿命測定が可能であることを確認した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕小型電子加速器、陽電子、マイクロビーム

〔研究題目〕放射能表面密度測定法の確立に関する研究

〔研究代表者〕柚木 彰 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕佐藤 泰、原野 英樹、工藤 勝久、
畑 寿起 (常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

イメージングプレートは、極めて高感度に2次元の放射線イメージ像が得られるが、定量測定には指標となる標準が必要である。これまでの研究により、インクジェットプリンタを用いて、放射能表面密度を3桁から4桁程度変化させた帯状の指標線源が試作されている。そこで、イメージングプレートと、この帯状の指標線源を組み合わせ、精度の良い放射能表面密度測定手法を確立し、汚染検査をはじめとする、放射能表面密度測定の高精度化と信頼性の確保を目指す。そのため本研究では、対数目盛の表面密度線源にイメージングプレートを組み合わせた、放射能表面密度測定に関する新しい測定技術を開発し、汚染検査をはじめとする、放射能表面密度測定の高

精度化と信頼性を確保するため、検出効率のエネルギー特性の評価、ガンマ線バックグラウンドの影響評価、校正結果の自動管理システムの開発を行う。平成18年度は、工業用の自由度の高いインクジェットプリンタを導入し、Ca-45及びTl-204面線源を印刷により作成し、Tl-204について対数指標線源の放射能面密度と荷電粒子放出率を測定して、異なるβ線エネルギーでの標準線源が作成出来ることを確認した。また、Co-60線源とTl-204線源を使用して、イメージングプレートの検出効率をβ線のエネルギーの関数として測定した。さらに、放射能の線源印刷が、金属表面やビニールにも可能であること、及びインクと線源のなじみについても問題ないことを確認した。

〔分野名〕計測・標準

〔キーワード〕放射能表面汚染、放射性廃棄物、対数指標線源、イメージングプレート

〔研究題目〕放射線防護並びに医療応用における国際規格に対応した高エネルギー中性子・放射能標準の確立と高度化に関する研究

〔研究代表者〕柚木 彰 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、
下山 哲矢、工藤 勝久、森山 健太郎
(常勤職員5名、他2名)

〔研究内容〕

最近の大型加速器を用いた高度放射線利用の進展、J-PARC (原子力機構、KEK) に代表される高エネルギー・大強度の中性子利用計画の推進、また放射性同位元素を用いたがん治療の際の線量評価の高精度化の要求により、新たな中性子及び放射能標準の確立が要求されている。放射線防護上重要であり、ISO 8529で中性子エネルギー基準点と規定している19 MeV 付近の中性子フルエンス標準と線源ケースの自己吸収が大きな要素を持つ医療用密封小線源やPET用のF-18などの短半減期核種に対応できる標準の確立を目指す。そのため本研究では、中性子に関しては、加速器を用いて20 MeV 近傍のエネルギー領域において単色中性子発生技術とそのスペクトラルフルエンスの高精度絶対測定法を開発し、国際的に通用する中性子標準を確立する。一方、放射能に関しては、医療用密封小線源や短半減期核種の標準を確立し、線源「放射能」と「線量」の管理を可能とするシステムを開発する。さらには、医療用標準のトランスファ技術及び簡便な校正システムの開発を行い、その普及を図る。平成18年度は、中性子標準については、中性子フルエンスの絶対測定を行うために随伴粒子検出システムの作製、高エネルギー中性子計測のための基礎実験及び反跳陽子カウンタテレスコープ設計・作製のための計算コード開発を行った。放射能標準については、I-125密封小線源の線量と放射能に関し、線源の向きや、線源カートリッジによる放射線の遮蔽等に配慮しながら、ウェ

ル型電離箱に線量率と放射能の校正定数をトランスファした。

〔分野名〕計測・標準

〔キーワード〕高エネルギー中性子、短半減期核種放射能、放射線防護、医療用密封小線源

〔研究題目〕原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究

〔研究代表者〕馬場 哲也（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕馬場 哲也、渡辺 博道、高澤 眞紀子（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

原子力プラントの伝熱解析を行う上で、それらを構成する材料の1,000~3,000 Kにおける比熱容量、熱伝導率、熱拡散率、半球全放射率は必須の解析パラメータである。そこで、これらの物性値を1台の装置で高速測定する多重熱物性測定法を開発すると共に開発した装置による測定値や過去の文献値をデータベースに収録してインターネット上に公開することを目標とする。

開発した測定法では、加熱時間の増加に伴う伝導熱損失により試料温度分布が悪化することが問題であった。そこで、通電加熱過程を2段階に分けることにより、400 ms以内に試料を目標温度の定常状態に導く加熱制御方法を考案した。また、試料電圧降下を測定する電圧プローブ形状の改造と接触位置を変更し、伝導熱損失と試料変形の問題点を解消した。また、加熱・信号収録制御と物性値の解析プログラムの統合、熱拡散率算出プログラム CFP32の G 言語化により解析効率を向上させた。また、新しく考案した加熱制御を実行するプログラムを作成してその効果を実証し、特許出願を行った。さらに、熱物性データベースに123件のデータを登録した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕比熱容量、熱伝導率、熱拡散率、放射率、電気抵抗率

〔研究題目〕真空紫外-軟 X 線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発

〔研究代表者〕鳥塚 健二（光技術研究部門）

〔研究担当者〕鳥塚 健二、欠端 雅之、高田 英行、小林 洋平、植村 禎夫、吉富 大（常勤職員6名）

〔研究内容〕

目標：

レーザーによる高次高調波は高い時間分解能を持つコヒーレント短波長光源であり、最先端のフェムト秒レーザー制御技術と組み合わせることで、超高時間分解計測の方式に新しい展開が期待できる。本研究では、真空紫外-軟 X 線コヒーレント光パルスによるフェムト秒からサブフェムト秒レベルの時間分解現象計測技術を開拓することを目標とする。

研究計画：

パルス内光波位相（Carrier-envelope phase: CEP）を制御した高強度レーザーパルスの発生、及びそれを用いた真空紫外から軟 X 線領域パルスの時間特性制御を実現し、基本波電界と高調波パルスを組み合わせた時間分解計測手法を開発する。また、トンネルイオン化現象等を対象とした計測研究を行い、時間分解能の実証を目指す。

進捗状況：

これまでに、CEP を安定化した高繰り返し（1 kHz）チタンサファイア再生増幅システムを開発した。これは、回折格子パルス拡幅器を用いたチャープパルス増幅器としては初めての成功であった。また、増幅によるスペクトル幅狭窄（ゲインナローイング）補正等の独自技術により、レーザー増幅器の直接出力として最短のパルス幅 12 fs を得ている。

平成18年度には、チャープパルス再生増幅における短パルス化と CEP 安定化の両立する技術を開発するとともに、計測応用に向けて、CEP の長時間安定化(45 hour)を実現した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕超高速光計測、位相制御、軟 X 線

〔研究題目〕超高輝度 KHz プラズマ X 線源とその応用の研究開発

〔研究代表者〕富江 敏尚（光技術研究部門）

〔研究担当者〕富江 敏尚、松嶋 功、屋代 英彦（常勤職員3名）

〔研究内容〕

目標：

エネルギー keV の X 線発生の数 kHz 以上の超高繰り返し化を可能にする技術及び、生物応用技術の開発を通じて、新たな利用技術の開拓を行う。

研究計画：

超短パルスレーザー照射により生成されたプラズマから高輝度の硬 X 線を発生させるために、プラズマ生成の照射条件の制御、ターゲット形状、状態の選択などで硬 X 線への変換効率の向上を図る。さらに高繰り返し照射に対応可能なターゲットの供給装置を開発する。また、これを用いて生物・医療応用の実証実験を行う。

年度進捗状況

レーザープラズマ発生用の超短パルスレーザーとしてリング型共振器の Ti:S レーザー再生増幅器の開発を進めてきた。10 kHz システムで昨年度達成した40 W は世界最高値であるが、今年度は、究極の効率のための条件を追及した。kHz 繰り返し化には熱レンズの抑制が重要であり、このために極低温冷却を行っているが、180 W 励起での熱レンズ焦点距離を測定したところ2.2 m になり、励起パワーが大きくなると極低温冷却でも熱レンズ効果が無視できなくなることが分かった。この熱レ

ンズ効果を考慮して共振器の最適化を行ったところ、出力が54 Wに増大した。さらに、これまでの全データを詳細に解析し、何らかのパワー依存損失により、100 W以上で効率が低下することを見出した。一層のハイパワー化を行うにはこの問題を解決する必要がある。

1 kHz、10 mJ/pulse の Ti:S レーザーパルスを回転円筒ターゲットに照射して、X線発生実験を行った。パルスエネルギーがこれまでの10倍に大きくなった結果、大きな X線信号が発生した。しかし、ターゲットからの飛散粒子によってレーザー入射窓が汚染され、X線強度が急激に低下した。マルチ kHzX線源の実用化には、汚染の大幅抑制が最重要課題であることが確認された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造（ライフサイエンス）

【キーワード】 kHzX線、kHz フェムト秒レーザー、液体窒素冷却

【研究題目】 断層内水理モデルの確立に関する実験的研究

【研究代表者】 高橋 学（深部地質環境研究センター）

【研究担当者】 高橋 学、竹村 貴人（常勤職員2名）

【研究内容】

放射性廃棄物地層処分において、天然バリアの性能評価に必要となる断層破砕帯の透水係数は、原位置試験によると、場所毎の変動が大きく、幅広い分布（ $10^0 \sim 10^{-9}$ m/s）と強い異方性を示しています。断層の示すこうした性質は、原位置試験結果に基づく現象を解明、評価、予測できる妥当性の高い断層内水理モデルを要請するが、このようなモデルは世界的にも確立されていません。そこで、地層処分事業の安全評価手法の高度化を目指し、逆断層、正断層周辺の環境を模擬しながら室内実験を中心とした蓋然性の高い断層内水理モデルを構築することを目的とします。断層内流体移動特性（異方性）に及ぼす断層変位の影響に関する実験データ取得を行い、断層内の水理特性を高精度で予測することを目標とします。

現状の原位置水理試験結果からだけでは断層内の水理的特徴を解明することは出来ず、地質環境の隔離性能を高精度で評価するためには、断層内の地下水流れの不確実性（「異方性」）を解明、評価、予測できる手法を構築することが必要であります。このためには断層内の環境条件（地圧、異方性応力、間隙水圧、地温など）を再現できる断層内水理モデル実験装置を設計、導入し、異方性応力条件下における逆断層（圧縮応力場）及び正断層（伸張応力場）の水理的3次元構造（異方性）を把握します。断層内の水理挙動に関する実験データを元に、断層内の地質情報を加味した流体移動数値シミュレーションを実施し、断層内の地下水流れの不確実性（「異方性」）を評価、予測できる手法を検討します。平成18年度は断層内の環境条件（地圧、異方性応力、間隙水圧、

地温など）を再現できる断層内水理モデル実験装置を設計、導入しました。

【分野名】 地質

【キーワード】 断層水理、透水係数、逆断層、正断層、断層変位、間隙水圧

【研究題目】 TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価

【研究代表者】 鈴木 正哉

（深部地質環境研究センター）

【研究担当者】 鈴木 正哉、月村 勝宏

（常勤職員2名）

【研究内容】

目標：

ヨウ素ガスを安定な鉱物中に直接固定化する技術を確立し、及びヨウ素を取り込む鉱物に対して10重量%以上のヨウ素ガスを固定化する鉱物を探索することであり、また、長期安定性評価が必要となるため、その評価手法についての確立を目指します。

研究計画：

本研究では、以下の3項目において研究を進めていきます。

- (1) ハイドロソーダライトのヨウ素固定化性能評価を行います。高温状態においてハイドロソーダライトがヨウ素を固定化する際のガス濃度、反応温度、共存ガス雰囲気などによる固定化影響因子を明らかにし、ヨウ素固定化率を最大にする最適条件を探索します。
- (2) 新規ヨウ素固定化剤の探索とそのヨウ素固定化性能評価を行います。天然に安定した状態で存在し、かつヨウ素と同様な性質を持つハロゲン元素を含む安定鉱物の探索を行い、ハイドロソーダライト同様ヨウ素固定化率を最大にする最適条件を探索します。
- (3) ヨウ素固定化物質の長期安定性評価を行います。加速実験による長期安定性の評価に加え、固液比も考慮した溶解実験を行い、廃棄物処分を行う際における長期安定性評価を行います。さらに長期安定性評価手法を確立します。

年度進捗状況：

今年度は、ハイドロソーダライトの粒子径の制御及びその耐熱性についての検討を行いました。また、得られたハイドロソーダライトを用いて溶解実験を行うとともに、合成時にヨウ素を添加したヨウ素ソーダライトの合成さらには溶解実験も行い、両者の長期安定性についての比較検討を行いました。

ハイドロソーダライトの粒子径については、反応温度を60～140℃、反応時間を1日～7日の間で変化させて合成実験を行ったところ、反応温度については温度が高くなるほど粒子径が大きくなり、また反応時間が長くなるほど粒子径は大きくなっていました。X線回折において

ハイドロソーダライトのピークが確認され、かつ粒子径が最も小さかったのは、反応温度80℃、反応時間4日のときでありました。この試料において耐熱性の評価を示差熱分析法装置を用いて行ったところ、耐熱性は900℃までであることがわかりました。

また今回合成したハイドロソーダライト試料を用いて溶解実験を行ったところ、pH 10、反応温度25℃におけるSiの溶解速度は、その対数値が -14.2 (mol/cm^2 、 sec^{-1})であり、2年前に行ったカオリナイトから合成されたハイドロソーダライトに比べ約3倍溶解速度が小さいことが明らかとなりました。さらに溶解実験から求められたヨウ素ソーダライトの溶解速度は、その対数値が -13.8 (mol/cm^2 、 sec^{-1})であり、ヨウ素を含有することによって溶解速度は大きくなることがわかりました。

【分野名】地質

【キーワード】TRU 廃棄物、ヨウ素ガス、固定化、ハイドロソーダライト、長期安定性

【研究題目】原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究

【研究代表者】神徳 徹雄（知能システム研究部門）

【研究担当者】音田 弘、北垣 高成、中村 晃、
尹 祐根、安藤 慶昭、清水 昌幸
（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

原子力関連プラントで必要とされる盤開閉、スイッチ操作、バルブ操作、計測・検査作業、サンプリング、結線作業など多数の作業技能の教示/蓄積/再実行を自律遠隔融合で実現する技術の研究開発を行う。具体的には多種多様な作業を実行して見せることで、従来の研究で確立された環境モデルと作業技能に基づく作業の自律実行技術が多くに適用可能であることを示す。また、あらかじめ用意されていたスキルの不足などスキルに基づく手法が適用困難な場合でも作業が容易に続行できるように操作者の介入を積極的に許す自律遠隔融合手法を開発する。さらに、そのときの操作者による操作を再利用可能な形で蓄積(技能の蓄積)し、半自律システムが経験を積むに従って段階的に使いやすくなるシステムを構築する。

平成18年度は、前年度までに開発した人の遠隔操縦データからロボットの接触作業技能を抽出する手法を用いて、原子力プラント保守に必要な種々の作業の作業技能をプログラムとして再実行することを検討した。具体的には、昨年度までは作業技能を抽出した遠隔操作システムと同じ作業アームを使って獲得した技能動作を適用してスキルの自律動作を実現していたが、今年度からは技能抽出に使用した作業アームと異なるロボットシステムにおいてスキル動作の再実行を実現する作業技能蓄積手法の研究開発を進めた。また、提案手法の有効性を検証するために、提案手法を実装した自律遠隔融合装置の開

発を進めた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】原子力ロボット、マニピュレーション、技能蓄積、スキル、自律遠隔融合

【研究題目】放射性廃棄物地層処分における長期空洞安定性評価技術の研究

【研究代表者】當舎 利行（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】當舎 利行、及川 寧己、相馬 宣和、
竹原 孝（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

原子力発電所から排出される高レベル放射性廃棄物は、地層中にて超長期保存され放射性物質の減衰を待つことになる。そのために安定した地下岩盤に空洞は開削されるが、この岩盤空洞周りでは、応力の緩み域とよばれる応力が解放されることにより変形などの変化の生ずる領域が発生する。この応力の緩み域では、潜在き裂等の開口により天然バリアの遮蔽性能が長期的には低下することが考えられる。本研究では長期安定性評価の観点からこの緩み域を経時的に評価することにより、天然バリアの長期安定性に関するフィールドデータを得るとともに、緩み域を含む空洞周りの地層環境で想定される温度、圧力条件における岩石のクリープ特性のデータを蓄積し、長期安定性予測のためのシミュレーションやモデル解析の基礎データとすることを目的としている。この研究では、下記の3つのサブテーマの研究を実施している。

1) 深部岩盤空洞周り緩み域における3次元応力計測

長期安定性評価の観点から、実際の深部岩盤における空洞周り緩み域において、コア法等による3次元応力計測を経時的に実施して3次元応力場と緩み域の広がりを経時的な変化を明らかにする。

予備試験として、深度約100 mの岩盤中に開削された坑道壁面から水平ボーリングによって採取された砂岩質のコア試料を用いて応力計測を実施した。

2) 空洞周り緩み域の簡便な地質構造評価技術の研究

簡便な手法による空洞掘削影響領域や周辺不連続構造の評価法についても検討する。ここでは、坑井掘削音や施工に伴う弾性振動の受動観測など坑道内で実施できる小規模な物理探査の手法についての活用を検討し、その適用性について明らかにする。

3) 空洞周り緩み域における岩盤長期変形挙動に関する研究

緩み域での環境条件を模擬した温度、圧力条件における、三軸圧縮応力下での岩石（種々の堆積岩）の長期変形特性に関する実験的研究を実施し、緩み域での長期変形予測技術の確立を目指す。具体的には、温度は常温から100℃の範囲内で最低3条件、圧力条件は大気圧から10 MPaの範囲内で3種類の条件を組み合わせ、2段階以上の応力レベル（強度の80%以上と50%以下）のクリープ実験を行う。

堆積岩である珪藻土とベレア砂岩を供試体として、一軸及び三軸圧縮試験を実施し、圧縮強度と破壊形態及び載荷速度依存性を明らかにした。また、クリープ試験実施の予備試験を行い、軸ひずみを精度良く計測する手法を検討し計測システムの問題点を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】岩盤、長期変形挙動

【研究題目】地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究

【研究代表者】内田 利弘（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】内田 利弘、光畑 裕司、松島 潤、横田 俊之、中島 善人、西澤 修（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物地層処分場の適地選定や建設においては、深度2 km 程度までの地質構造、亀裂分布、力学的強度、透水性などに関連する物性分布を詳細に把握し、総合的な岩盤特性評価を行う必要がある。本研究では、それらに密接に関連する比抵抗、地震波速度等の物性の3次元分布を高精度にイメージングするため、地表及び坑井を用いる物理探査（電磁探査、地震波探査等）の測定装置及び解析技術を開発する。平成15年度から19年度までの5年計画の中で本年度は、ハイブリッド人工信号源電磁探査法システムの開発として、開発中のGPS 時刻同期24ビット測定システムについて、これまでの現場実験の結果を踏まえ、(1)より広範囲な調査領域の設定、(2)各測点での周波数領域及び時間領域の連続した測定、(3)送信電流波形モニタソフトウェアの改良、(4)調査作業効率化のための測定システムの追加、(5)測定現場でのデータ処理ソフトウェアの整備、(6)1 Hz 以下の低周波数成分の周波数領域での測定、に着目して実証フィールドにおける適用実験を実施した。地震波データ3次元解析法の開発については、3次元地震探査ボリュームを用いて、弾性波に関する速度情報と減衰情報を組み合わせた地層評価法としてハイブリッド3次元アトリビュート解析のため、本年度は3次元地震探査ボリュームから速度情報を高分解能で抽出する手法を検討した。速度情報を抽出する際に音響インピーダンスアトリビュートを抽出する方法を採用した。音響インピーダンスの相対変化と反射係数列の関係から音響インピーダンスを導出する方法であり、波長程度での垂直分解能が期待できる。相対的に高い音響インピーダンスを抽出することにより、高速度帯を高分解能で抽出することができた。

【分野名】地質

【キーワード】物理探査、電磁探査法、地震探査法

【研究題目】深部岩盤掘削時の高精度破壊制御技術に関する研究

【研究代表者】緒方 雄二（爆発安全研究センター爆発利用環境安全研究チーム）

【研究担当者】緒方 雄二、和田 有司、久保田 士郎、青木 一男（常勤職員4名）

【研究内容】

地下高レベル放射性廃棄物処分場を安全かつ効率的に開発するために機械掘削方法と同程度の発破工法を開発する目的として、深部地下岩石の動的破壊特性を解明し、高精度破壊制御技術を開発するために以下の研究を行った。

深部地下岩石の動的破壊特性に関する研究では、岩石試料（内径20 mm、長さ200 mm）の内部亀裂の状態を明らかにするために、X線CTスキャン法による岩石内部の可視化を行った。実験では、ホプキンソン効果を利用した実験の前後で岩石試料内部の亀裂状態をX線CTスキャンにより可視化し、新たに発生した亀裂の評価を行った。実験計測結果からホプキンソン効果により発生した内部の微小亀裂を可視化できることを示した。また、岩石試料の直径の影響については、岩石試料の直径により衝撃波の持続時間が異なるが、その再現性があることを確認した。さらに、破断した岩石試料の弾性波速度の計測し、弾性波速度の減衰から損傷状態を推定できることを示した。

高精度破壊制御技術に関する研究では、岩盤内に存在する亀裂及び微小空間と衝撃メカニズムの関係を明らかにするために、アクリル板及び岩石ブロックも用いた実験を実施した。実験では、アクリル板及び岩石板にφ8 mmの爆破孔を設置し、爆発し試料材料内に発生する亀裂の状況を高速度ビデオによる観察した。観察結果から爆源から放射状に進展する亀裂を計測した。また、アクリル板による実験では、爆源近傍に空孔の影響について検討するために、爆発中心から2.0、3.0、4.0、5.0 mmの位置に空孔を設置し亀裂の制御方法について検討した。実験結果から設置した空孔から放射状に進展する亀裂を観察し、空孔により亀裂の進展を制御できることを示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】発破、動的破壊、高精度破壊制御、深部岩石

③【環境省】

ー地球環境保全等試験研究費ー

【研究題目】吸着濃縮機能を持つ光分解法による極微量な残留性有機汚染物質(POPs)の高効率無害化処理技術に関する研究

【研究代表者】王 正明（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】王 正明、魯 保旺、彭 文琴、劉 勇軍、相澤 麻実（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

本研究は、ナノプロセッシング技術を駆使して、極低濃度領域に於いて、代表的な吸着剤・光触媒等の典型的な残留性有機汚染物質(POPs)に対する吸着濃縮挙動及び光分解挙動を解明し、独自の吸着濃縮効果及び光分解能を併せ持つ新型の多孔質炭素/TiO₂ナノコンポジットを開発し、省エネで極低濃度においても顕著な効果を有する無害化技術を提供することを目的とする。この研究によって環境基準設定のための基盤知見を提供すると共に、限定水域や特殊な超高度処理に応用することを目指す。平成18年度は、吸着・光分解評価システム及び残留性有機汚染物質の分析技術を確立・確定すると同時に、8 ppb 程度の濃度を有するビスフェノール A (BPA) (DDT、PCB 等の構造類似物)に対する、数十種類の既知の吸着剤等の吸着濃縮効果/光分解活性を評価し、疎水性吸着剤である炭素類、層間疎水化粘土、高シリカ/アルミ比ゼオライトの吸着性が優れていることを明らかにした。特に層間疎水化粘土を用いた研究では、層間疎水性の程度が極低濃度の POPs の除去率と密接に関係し、完全除去するためには層間を一定の疎水性程度まで処理する必要があることを明らかにした。また、炭素のナノシートとチタニアナノ粒子を複合化させる合成ルートを初歩的に探索することができ、単独な光触媒より性能の優れた新型複合体を得つつある。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】吸着剤、光触媒、残留性有機汚染物質、炭素

【研究題目】生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究

【研究代表者】相羽 誠一(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】中山 敦好、山野 尚子、山下 桂子(環境化学技術研究部門)、常盤 豊、土井 明夫、平栗 洋一(生物機能工学研究部門)(常勤職員6名、他1名)

【研究内容】

生分解性マルチフィルムなどの生分解性資材の使用量拡大が予測される。長期間、局所的に投入した場合、分解菌の増大が土壌微生物の種類と割合のバランスを崩し、生態系への負の影響が懸念される。そこで、本課題では安全で安定的な自然環境を維持しつつ、循環型社会の中で生分解性資材を効率的に活用していくことを目的に、生分解資材を投入した土壌の健全性を維持するための指針の確立を目標とする。

マルチフィルムを使用した農地の土壌を対象に、分解の進行に伴う微生物集団の種類と割合の変動の解析の1年目のデータ収集と土壌の分解活性の評価試験を行った。用いたマルチフィルムは代表的で普及が予想される全く異なったタイプの3種類(合成樹脂系、スターチベース系、ポリ乳酸系)を選定した。農地は大阪府下で3箇所、宮崎県下1箇所で行い、別途、プランターでの試験も行

った。今後もこれを継続して、データを蓄積する。マルチの分解を促進するためのモデル環境を構築した。5℃から45℃までの各種温度における分解試験の結果から分解促進の最適温度が25℃であり、土壌の水分率についても最適値を得た。その結果、最速の条件下では合成樹脂系マルチは12週ではほぼ100%分解された。

一方、生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の微生物への影響を調べるため、土壌の生分解性資材分解能を評価する手法を検討した。単に、土壌の懸濁液を濾過した液では、資材の分解能は認められなかった。そこで、ゼラチンやエチルアセト酢酸を添加した培養液に土壌を加えて7日間培養し、その培養上澄液の分解能を評価したところ、ゼラチンの方が前処理として適切であるとの結論を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、分解菌、土壌微生物叢、マルチフィルム

【研究題目】石油流出事故等海洋の汚染や浄化に係わる環境微生物の分子遺伝学的解析・評価に関する研究

【研究代表者】丸山 明彦(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】丸山 明彦、北村 恵子、他(常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

本研究は、日本周辺海域における環境汚染や環境変動の把握、油濁環境修復技術の開発やその評価等に、微生物学的側面から寄与することを目的としている。初年度である今年度は、主に微生物・遺伝子マーカーの開発を目的とし、沿岸環境微生物群集及び石油分解微生物群集に関するデータ収集を行った。北から南まで日本沿岸の港湾に6つの調査点を設け、夏季と冬季の2回、それぞれ好天の続く日を選び、微生物の現存量や多様性に関するデータの収集、人為的な石油添加の影響解析、石油分解菌の分離・培養等を実施した。その結果、1000以上の環境クローンデータ(微生物多様性情報に相当)及び5種類もの培地を用い100以上の炭化水素分解菌株等の取得を達成した。その多くはまだ解析の途上だが、北と南では環境要因の違いをよく反映し微生物相にも違いが見られそうなこと、石油汚染を想定したバイオレメディエーション処理では、どの港湾試料でも明確な群集シフトが起こることなどが明らかになりつつある。また、これまでに解析を行った分離株の中には、日本周辺域からまだ分離の報告例のないものも2、3見出されている。次年度も同様の調査研究を予定しており、その調査結果も踏まえ、これらの再現性や信頼性、海域毎の共通性や特殊性などを検討するとともに、各種モニタリング用途に有効なマーカー成分の選択などを行う。また、今後に予定する模擬石油汚染実験系や解析系の基盤整備を図った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】 微生物、遺伝子、多様性、環境、モニタリング、海洋、日本沿岸、汚染、石油

【研究題目】 単層カーボンナノチューブを用いた高性能ガスセンサーの開発に関する研究

【研究代表者】 南 信次（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 南 信次、Annamalai Karthigeyan、Konstantin Iakoubovskii（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

セルロース誘導体を分散剤兼マトリックス剤とするカーボンナノチューブ分散膜を作製し、それに更に適切な処理を加えることにより、ナノレベルで分散したカーボンナノチューブネットワークを作製する。このネットワーク構造に電極を取り付けて、ガスセンサーを構築し、代表的な有害ガスである二酸化窒素ガスの検出特性を評価する。また、ガス検出特性、応答特性を改善させるために、紫外線照射の効果を検討する。これらに基づき、ppb レベルの濃度の二酸化窒素ガス検出を試みる。

セルロース誘導体溶液を用いて作製したカーボンナノチューブ分散液を基板上にスピコートし、更に真空加熱処理を行うことにより、ナノレベルで分散したカーボンナノチューブネットワーク構造を形成することに成功した。この上に金のくし形電極を付けることによりガスセンサーを構築した。このような手法で作製したガスセンサーが、ppb レベルの二酸化窒素ガスを検出できることを実証できた。二酸化窒素の環境基準は、例えば40-60 ppb（環境庁）、53 ppb（米国 EPA）等となっており、本ガスセンサーは、その様な基準にも十分対応可能であることが期待される。本作製手法は、極めて簡便かつローコストで、スケールアップも容易であり、実用的なカーボンナノチューブガスセンサーを実現する上で大変有用な基盤技術になり得るものである。作製手法の高度化による更なる性能向上や、素子のコンパクト化が今後の重要課題である。

【分野名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 カーボンナノチューブ、ガスセンサー

【研究題目】 低周波騒音と苦情者感覚特性の現場同時計測・評価法の開発に関する研究

【研究代表者】 佐藤 洋（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 佐藤 洋、倉片 憲治、蘆原 郁、堀内 竜三（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究は低周波騒音問題の解決手法を提案するため、以下の4つのサブテーマに分けて研究を行っている。

(1) 現場における低周波騒音の多点同時計測及び苦情者の反応の長時間モニタリングシステムの開発：測定システムを試作し予備実測を4件の苦情者宅において行ったその結果、以下のケースが存在した。1)騒音源が特定

しにくいケース、2)騒音源が明確に特定できるが低周波音成分のみではないケース、3)低周波騒音は存在するが存在時刻と苦情反応が一致しないケース。これらのケースは本システムによる測定結果より低周波騒音のみならず苦情者の騒音に対する受け止め方などを現場において指摘できる可能性を示唆している。(2)現場における聴覚特性の簡易測定手法及び測定システムの開発、及び(3)現場における騒音特性の操作による苦情原因の特定手法及びシステムの開発：これら2項目の測定を可能とするため、低周波域の信号を安定して呈示できる可搬型低周波信号発生装置を構築した。開発したハードウェアを用いてヒトの聴覚閾値を測定するプログラムを作成し、簡便に閾値測定ができるものとした。さらに実測された騒音信号を用い、その発生パターンを操作することにより、苦情原因特定に用いることができるように配慮されている。(4)実験室実験による低周波複合音及び低周波成分を含む広帯域音に対する評価方法の開発：苦情現場で測定される低周波騒音は、より高い周波数成分を含む広帯域音であることが一般的であることから、高い周波数帯域の騒音を発生させる新たな系統の音響装置を導入した。聴力正常な若齢者20名及び苦情者の多くを占める高齢者7名を対象として、低周波音の聴取閾値等の基礎的な評価実験を実施した。その結果、若齢者の閾値は、ISO 389-7に記述される基準聴覚閾値にきわめてよく一致し、妥当性の高い測定が可能であることを確認した。また、高齢者であっても低周波音に対して十分な感度を有し、平均的な若齢者と同様に低周波音を聞き取れる者も存在することが明らかとなった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 低周波騒音、苦情感覚、音響計測

【研究題目】 メタボロミクス技術を用いた化学物質による環境ストレス評価・予測技術の開発に関する研究

【研究代表者】 岩橋 均

（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

【研究担当者】 田中 喜秀、東 哲司、Randeep Rakwal、柴籐 淳子、脇田 慎一、岩橋 均（常勤職員6名）

【研究内容】

CE/MS 解析法を用いたメタボロミクス解析技術の確立を行っている。実験材料には、酵母、イネを用い、代謝物質の抽出法、CE/MS 解析法の技術的な問題点を解決した。当該年度内において、数十種類の代謝物の定量が可能であることを証明した。特にカドミウムストレスについては詳細解析を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 CE/MS、メタボロミクス、酵母、イネ

〔研究題目〕粗悪燃料を用いる船用及び固定発生源からの大気汚染物質除去

〔研究代表者〕 山田 裕介
(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 山田 裕介、上田 厚、藤井 秀治 (三菱重工業)、勝木 将利 (三菱重工業)
(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

ディーゼルエンジンは内燃機関の中で最も熱効率が高く、省エネルギーによる CO₂削減に有効であり、その経済性や信頼性のゆえに、発電用、船舶・トラック・バス用の主要な動力源として世界中で幅広く用いられている。近年、地球環境保護意識の高まりから、日欧米を中心に、ディーゼルエンジンから排出される窒素酸化物 (NO_x) や粒子状物質 (PM) の規制が段階的に強化されつつある。これまで、脱硝触媒の研究は、軽油燃料を使用する自動車、建機用の小型ディーゼルエンジンの排ガス浄化用触媒として、国内外で開発が進められてきた。これらの触媒は耐硫黄性が低いため、硫黄分を多く含む重油を燃料とする内燃機関には用いることが出来ない。本研究では、硫黄含有量の多い重油や軽油を燃料として用いる中大型エンジン機種 (船用及び発電用固定ディーゼルエンジン) から排出される NO_x を低減するための触媒開発を行い、現在の硫黄分を多く含む重油・軽油を燃料として用いることが出来るようにするための技術の開発を目的とする。

触媒探索にはコンビ触媒技術を用い、ペロブスカイト系材料の触媒機能開発を行う。探索により得られた高活性触媒は、実際にエンジン開発を行っている企業へ試料を提供し、実用化における問題点 (耐久性、ハニカムへの成形加工の難易等) の洗い出し並びに実用化の可能性、システムの成立性について検討する。

平成18年度はペロブスカイト触媒の高性能化を検討した。ペロブスカイト構造の A サイトに Ba を含有し B サイトに Ti または W を含有する触媒系が、良好な脱硝性能を示すことを明らかにした。粉末 X 線回折による分析から、A サイトに La を含有する触媒がよりペロブスカイト構造に成りやすいことを確認した。

〔分野名〕 エネルギー・環境

〔キーワード〕 脱硝触媒、コンビナトリアル手法、ペロブスカイト

〔研究題目〕廃水中の POPs の高効率回収及び無害化処理に関する研究

〔研究代表者〕 山本 拓司 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 山本 拓司、遠藤 明、大森 隆夫、中岩 勝、金 成益、井上 多佳子、Eiad-ua Apiluck
(常勤職員4名、他3名)

〔研究内容〕

本研究では、ナノ細孔性炭素「カーボンゲル」を触媒担体として利用し、「担持条件の最適化による高機能カーボン系触媒の創製」、「触媒表面における POPs の吸着・分解メカニズムの解明」、並びに「極低濃度の POPs 含有廃水を効率的に処理可能な新規水処理システムを開発」を検討する。第1に、カーボンゲルに触媒を分散させる際の乾燥条件やカーボンゲルを作製する際の炭化条件・表面処理条件を検討し触媒担持条件を最適化する。第2に、触媒表面における POPs の吸着状態や酸化分解機構を *in situ* で解析することで、廃水処理システムの高効率化を実現するための運転条件を明らかにする。第3に、バッチ式の POPs モデル物質処理装置を開発し、オゾン酸化剤としてカーボンゲル触媒材料と併用してモデル廃水中に含まれる POPs の除去特性を評価する。本年度は、粒子径と細孔構造を制御したカーボンゲルにナノサイズの金属微粒子を担持した触媒を用いた、吸着・触媒酸化法による廃水処理プロセスを開発した。モデル汚染物質として p-クロロフェノールやノルフェノールを用いてカーボンゲル担体への吸着等温線を測定した結果、モデル物質の吸着挙動は担体の細孔特性に強く依存することを確認した。得られた結果を元にカーボンゲル担体の最適な細孔構造を決定し、細孔内に遷移金属 (鉄、ニッケル、マンガン、コバルト) を担持して触媒を作製し、それらの触媒を使用してオゾン促進酸化処理法による水中フェノールの分解挙動を明らかにした。金属触媒を担持したカーボンゲルとオゾンと併用することで、それぞれを単独で用いた場合に比較して高い処理効果が得られることを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 残留性有機汚染物質、オゾン促進酸化処理、次世代型水処理技術

〔研究題目〕高い分子移動拡散性を有するマイクロメソ多孔体を利用した VOC 処理技術の開発に関する研究

〔研究代表者〕 竹内 浩士 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 竹内 浩士、菊川 伸行、小菅 勝典、竹森 信、久保 史織、小渕 存、内澤 潤子、難波 哲哉、松沢 貞夫、根岸 信彰 (常勤職員10名)

〔研究内容〕

高い分子移動・拡散性を有するマイクロメソ多孔体と呼ばれる機能性ナノ材料の環境技術への応用を図ることにより、広い濃度範囲の多様な揮発性有機化合物 (VOC) 発生源に適応できる処理技術を提供する。このため、VOC を捕捉できるマイクロメソ構造を有するシリカ系多孔体の開発を行い、高濃度での処理に適した吸着・回収技術、中程度の濃度での処理に適した触媒燃焼処理技術、低濃度での処理に適した光触媒分解技術の開発を行う。今年度は、新規多孔体の開発に関して、シ

リカ純成分並びに Si の一部を他金属で置換した数種類のマイクロメソ多孔性シリカの合成条件を明らかにした。数百 μm の繊維状シリカ多孔体は、マイクロ孔による高い VOC 吸着能を有すると同時に、マイクロ孔と連結した1次元チャンネルメソ孔が高い粒子内拡散を実現するため、吸着速度が極めて早く、従来のシリカ吸着剤と比較し格段に優れた吸着能を有していることを明らかにした。触媒燃焼処理技術に関しては、トルエン酸化触媒として、Cu/SiO₂への金属添加の影響を調べた結果、Ti が最も触媒反応を促進することが分かった。また、触媒担体の細孔径最適化を目的とし、細孔径3~100 nm の種々の多孔性シリカを担体とした Pt 触媒による VOC 酸化を行ったところ、トルエンやトリメチルベンゼンなど大きな分子の分解反応では細孔径が大きい担体ほど高活性を示すことがわかった。光触媒分解技術に関しては、マイクロメソ構造を有する多孔性シリカと光触媒との混合系光触媒材料において、アセトアルデヒドとトルエンの光触媒分解挙動を調べたところ、両者の吸着・分解の傾向が異なることが明らかとなった。特にトルエン処理では、混合により除去性能が向上することが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロメソ多孔体、機能性ナノ材料、揮発性有機化合物、VOC、吸着、触媒燃焼、光触媒、繊維状シリカ、トルエン

【研究題目】臭素系難燃剤の簡易迅速分析法の開発と放散過程の解析

【研究代表者】佐藤 浩昭（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】佐藤 浩昭、田尾 博明、中里 哲也、加茂 徹、赤坂 幹男、田村 守孝、吉池 里和（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

近年、臭素系難燃剤の一種であるポリブロモジフェニルエーテル（PBDE）の人体中濃度は着実に増加しており、暴露経路の解明と低減対策が喫緊の課題となっている。また、EU で2006年から施行された RoHS 指令に対応するために、PBDE の簡易スクリーニング法の開発が必須である。本研究では、PBDE の前処理及び分析に関する要素技術を確立し、各要素技術を融合して PBDE の簡易迅速分析法を開発する。各プラスチック中に含まれている難燃剤量や各使用環境下での放散量等の基礎的な物性データを体系的に取得し、PBDE による人体への臭素系難燃剤の暴露量を推定するためのデータベースを構築する。

本年度は、a) 高速分解抽出法、b) ソフトイオン化質量分析法、及び c) ガスクロマトグラフィー/誘導結合プラズマ質量分析法（GC/ICP-MS）の各要素技術の最適化を図った。高速分解抽出法の開発では、プリント基板に使用されるエポキシ樹脂板を有機溶媒中で加熱す

ることにより可溶化する条件を検討し、反応温度及び有機溶媒の効果を検討し、可溶化率がほぼ100 %となる条件を最適化した。ソフトイオン化質量分析法を用いて、PBDE を内標準法により迅速簡易に定量する方法を開発した。GC/ICP-MS による PBDE の定量分析精度が低下する問題点を明らかにし、膜厚の薄い GC 分離カラムの選択と、酸素ガス透過膜を利用する酸素導入方式及び内標準物質の使用によって、この問題を解決した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】臭素系難燃剤、ポリブロモジフェニルエーテル、簡易迅速分析、高速分解抽出、誘導結合プラズマ質量分析、ソフトイオン化質量分析

【研究題目】二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究

【研究代表者】原田 晃（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】原田 晃、鈴木 昌弘、鶴島 修夫、山田 奈海葉、柴本 陽子（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

大気中二酸化炭素濃度の抑制のための対策として、二酸化炭素（CO₂）の海洋隔離が極めて有効な技術と考えられている。海洋隔離技術の確立にあたっては、特に海洋環境に与える影響の評価が今後解決すべき大きな課題である。具体的には、CO₂の放出によってできる高CO₂、低pHの海水による生物個体や生態系への直接的影響の評価、表層から運ばれてきた粒子が分解・溶解して化学成分が海水へ戻る過程を経て間接的に生態系へ及ぼす影響の評価、など海洋環境の変化に対する科学的評価を行うことが重要になる。

CO₂の放出によって作り出される高CO₂・低pH海水の上記過程への影響を、室内及び現場実験で求めるとともに、西部北太平洋での実施を想定して、その影響の程度を時間的・空間的に評価する。この結果から、より海洋環境影響の少ない海洋隔離に関する提言をまとめ、国際的コンセンサスに向けた情報提供を行う。

海洋中深層へのCO₂隔離技術による炭酸カルシウム沈降粒子の溶解促進効果を定量的に把握するために、これまで蓄積してきた擬似現場実験データの解析を行い、溶解速度を見積もるための経験式を得た。さらにその式に基づく数値シミュレーションを構築し、任意のCO₂隔離量（海水中濃度増加量）に対する溶解促進効果を定量的に予測する手法を提案した。例えばCO₂隔離によって現場の全炭酸濃度が10 %増加した場合、粒子の沈降フラックスが-30 %減少するという結果を得ている。また、中深層の有機物循環を駆動する細菌群集の生理活性に対するCO₂隔離の影響評価では、低pHが細菌群集の生物量に顕著な影響を与えることなく、逆に生産速度を増加させる可能性を示唆する結果を得ている。

〔分野名〕 環境・エネルギー

(常勤職員2名、他1名)

〔キーワード〕 二酸化炭素、海洋隔離、海洋酸性化、炭酸カルシウム、有機物分解

〔研究題目〕 環境中での嫌気性アンモニア酸化活性の測定と廃水及び自然浄化機能の最適化の研究

〔研究代表者〕 諏訪 裕一 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 諏訪 裕一、山岸 昂夫
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

嫌気性アンモニア酸化反応 (ANAMMOX) は省エネルギーな廃水処理技術のシーズとされさまざまな廃水種への適用と技術普及が期待されているが、ANAMMOX 反応を担う微生物の増殖は極めて遅いためプロセス立ち上げには膨大な時間が要る。その解決に有効なひとつの手段は、より高い ANAMMOX 活性を有する微生物資源を探し出しそれを種 (接種源) としてプロセスを立ち上げることである。自然環境での ANAMMOX 活性も最近測定され、ある生態系では全窒素消失の2/3が ANAMMOX 由来であったとも推定され、ANAMMOX の窒素循環への貢献度の大きさが知られるようになった。自然生態系での重要性が明確になりつつあり、しかも廃水処理プロセスの「タネ」微生物資源として重要であるにもかかわらず、淡水自然環境における ANAMMOX 活性の知見はほとんど明らかになっていない。本研究ではすでに、安定同位体である ^{15}N を用いたトレーサー実験を基本原理とした、環境中での ANAMMOX 活性の簡便かつ迅速な測定方法を確立した。さらにこの方法を利用して自然環境での ANAMMOX 活性の測定というパイオニア的な成果を残した。

本年度はある淡水湖沼を対象に、ANAMMOX 活性とそれを担う微生物群集構造解析を主な課題とした。検討の結果、活性は湖沼全般に均等に分布しているのではなくむしろ局在し、活性のホットスポットと言える箇所が存在することを発見した。活性が検出された地点では分子生物学的方法によっても ANAMMOX 微生物の存在が裏付けられ、逆に活性が検出されなかった地点では分子生物学的方法を用いても ANAMMOX 微生物を見出せなかった。つまり、われわれは ANAMMOX 微生物の検出について一致する結果を与える独立な2つの手法を得た。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 窒素汚染、アンモニア、硝酸、亜硝酸、嫌気性、アンモニア酸化

〔研究題目〕 都市域における局所的高濃度汚染の高精度予測手法に関する研究

〔研究代表者〕 近藤 裕昭 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 近藤 裕昭、飯塚 悟、武藤 勝彦

〔研究内容〕

1. 自動車影響のモデル化

昨年度作成した自動車走行風モデルを用いてトンネル内自動車走行風の計算を行い、実際に通過した大型車・小型車の時間当たり交通量との関係を調べた。その結果、自動車走行風は時間交通量の1/4乗にほぼ比例することがわかった。実測と比較してモデルパラメータの調節を行った。実際に誘起される自動車の走行方向の風に自動車から与えられるエネルギーは、自動車が空気全体に与えるエネルギーの約40%程度であることがわかった。

2. 現地調査

2006年7月20日～8月1日の間、川崎市池上自排局周辺で気流の詳細観測と自動車交通量の測定を行った。観測は昨年度冬の観測と同じ地点で行い、自排局、中央分離帯、土壌浄化装置に超音波風向風速計を設置し、土壌浄化装置には日射計、下向き赤外放射計を設置した。また、ビデオ撮影により24時間交通量を計測した。中央分離帯での測定ではかなり大きな平均鉛直風速が測定されており、自動車走行風を考慮しない計算モデルとは大きく異なる結果となった。

3. メソスケールモデルの改良

昨年度計算を行った2003年12月8日のケースについて、計算と観測の結果を比較した川崎市大師局では、メソスケールモデルにより計算された風速が過大評価となり、窒素酸化物の計算濃度を低く評価した。このため、都市キャノピーの効果を東京23区と川崎市について GIS データから求めて導入した。東京の大手町 (東京管区気象台、業務街区) の76 m の高度での測定と、練馬区 (住宅街区) の6 m の高度での計算との比較では、計算風速が都市キャノピーモデルを導入しない場合に比べてかなり弱くなり、計算と実測値の一致度がかなり改善された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 CFD モデル、沿道大気汚染、マルチスケールモデル、川崎市池上新町

〔研究題目〕 パーフルオロカルボン酸類の環境中変換・除去過程に関する室内実験研究

〔研究代表者〕 忽那 周三 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 忽那 周三、小池 和英、瀬戸口 修、堀 久男、山本 亜理
(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

パーフルオロカルボン酸類 (PFCA) による汚染が地球規模で広がっている。PFOA ($\text{C}_7\text{F}_{15}\text{C}(\text{O})\text{OH}$) などの PFCA は健康や生態系への影響が懸念されており、PFCA 及びその前駆物質の環境動態 (濃度分布、発生源、輸送経路、除去過程) を明らかにする必要がある。

PFCAs の気液分配係数や硫酸イオンラジカル (SO_4^-) との反応速度は PFCAs の長距離移動性や環境中残留性の評価に不可欠な物理化学定数であるが、ほとんど実測値がない。本研究は、PFCAs の気液分配係数、 SO_4^- 反応速度定数などを室内実験により測定するとともに、環境中 SO_4^- 濃度推定や PFCAs の前駆体となる可能性が指摘されているフルオロテロマーアルコール類 (FTOHs) の変換過程の理論計算を行い、PFCAs の長距離移動性、環境中残留性、環境中二次生成に関わる基礎データを提供することを目的とする。

本年度は、PFOA の気液分配係数 K を硫酸酸性下で測定した。 K のイオン強度依存性は Setchenow 式で整理され、イオン強度 0、298 K の K と salting-out 係数を得た。測定結果は、PFOA は従来推定されていたよりも大気中により分布することを示唆する。また、相対速度法により、 $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}(\text{O})\text{O}^-$ の SO_4^- 反応速度を 298 K で測定した。 $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}(\text{O})\text{O}^-$ ($n=1, 2, 3$) で n が大きくなると SO_4^- 反応速度が小さくなる傾向が昨年度までにみられたが、 $n=4$ の場合は $n=3$ より SO_4^- 反応速度の大きいことがわかった。一方、FTOHs から PFCAs が生成する反応の重要な中間体であるパーフルオロアルデヒド (PFA、 $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}(\text{O})\text{H}$) について理論計算を行い、 n が大きくなると生成するアシルラジカルの熱分解速度が大きくなるため PFCAs 生成率が減少することを示した。また、最新の PFA の Cl 酸化反応実験データを再解析し、三体衝突による熱分解反応に加えて時間スケールの短いプロンプト分解反応が起こっている可能性を指摘した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PFOA、地球規模汚染、気液固分配、溶液反応速度、輸送過程

【研究題目】内湾窒素循環過程における干潟・浅海域—湾中央生態系の相互作用の解明

【研究代表者】左山 幹雄 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】左山 幹雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

水深の浅い東京湾等の半閉鎖性内湾では、窒素の流入負荷の削減にもかかわらず、富栄養化問題は依然として深刻な状況にある。その原因として、堆積物からの窒素の溶出負荷の増大と、堆積物表層における脱窒 (自然浄化) 能力の低下が指摘されている。本研究では、干潟・浅海域と湾中央を空間的に相互に関連した複合生態系として把握し、湾全体を動的に統合した総合的な内湾複合生態系窒素循環モデルを構築する。そして開発したモデルを用いて、干潟・浅海域及び湾中央底生生態系が有する自然浄化機能 (脱窒) が、湾全体の水質改善効果に与える寄与を定量的に把握する。また自然浄化機能 (脱窒) のメカニズムを解析し、自然浄化機能の促進に重要な生物・化学・物理過程を推定する。平成18年度は、米

国ヴァージニア大学 P. Berg 博士及びデンマーク国立環境研究所 H. Fossing 博士と共同して、これまでに得られている知見をもとに、NA-SOB を環境勾配に応じて自律的に運動し代謝する粒子 (automaton) として記述した生物数理モデルを構築し、それを既存の堆積物表層の生物地球化学数理モデルと結合することにより NA-SOB を組み込んだ湾中央底生生態系窒素循環モデルを開発した。そしてそのモデルを用いて、東京湾湾中央底生生態系における脱窒の促進と窒素溶出負荷の低減に重要な生物・化学・物理過程について検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】湾中央底生生態系、窒素循環、脱窒

【研究題目】高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究

【研究代表者】山下 信義 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】山下 信義、谷保 佐知
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

PFOS や PFOA は発生源から遠く離れた魚類や海洋ホ乳類から検出されているが、多数の製造及び使用されているパーフルオロアルキルスルホン酸アミド、アルコール類 (Perfluoroalkyl sulfonamidoalcohols) やフルオロテロマーアルコール (FTOHs、 $\text{C}_x\text{F}_{2x+1}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) などの前駆体が環境中や生物中で PFOS や PFOA 等に変換するため、PFCs の環境動態は複雑で、未だ解明されていない。PFCs の環境動態を把握するためには、短鎖から長鎖の PFCAs やフルオロテロマー等の前駆体に適用可能な抽出・測定方法が必要である。平成18年度は対象となる PFOS 関連物質を増やし、揮発性テロマーアルコールも含めた24種類の多成分超高度分析法を開発した。また暴露量評価のための環境試料採集・分析と、第一の発生源である関連企業の工業製品中の不純物質分析や、工場周辺の調査を平行して行い、国内主要企業と協力し、PFOS 関連フッ素化合物の合成法・用途他の基礎データを収集した。また、DNA チップを用いた PFOS 毒性試験法の基礎を確立し、薬物動態学・バイオマーカーの基礎データ蓄積を行った。これについては米国 EPA の要請により国際データベースへ研究成果を提供した。また開発した分析法が ISO 国際標準法として採択され、代表研究者がコンビナーに任命された。現在委員会ドラフトとして完成しており、世界30機関程度が参加した国際ラウンドロビン試験を開始、分析法の信頼性を国際的に証明する基礎データを蓄積した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PFOS、外洋汚染、地球規模モニタリング、長距離輸送

〔研究題目〕固定発生源 PM10/PM2.5/CPM 測定方法の開発に関する研究

〔研究代表者〕小暮 信之（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕小暮 信之、島本 聡
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

現在直面している環境中微粒子（PM10/PM2.5及び凝縮性粒子（CPM））の問題や研究動向に対処するため、環境への影響を考慮した新しい発生源微粒子測定方法について研究を行った。本研究では、1) 定流量等速吸引自動化システムの研究、2) PM10/PM2.5/CPM 測定システムの研究を行い、最終的に3) 全体測定システム化の研究で1)と2)を組み合わせ、測定精度の向上、測定操作の簡易化及び効率化を達成できる固定発生源PM10/PM2.5/CPM 自動測定装置を開発し、JIS/ISO標準化を目指す。

平成18年度には、定流量等速吸引自動化システムについて熱風ドライヤと試験粒子発生装置を用いた基本的特性試験を行った結果、急激な排ガス流速の変動でも瞬時に口径可変信号を取り出せ、定流量等速吸引等速吸引による自動制御が可能なることを明らかにした。また、自動化システムの高精度化に重要な排ガス物性連続測定システムについて、基準水分量0%を長時間安定して確保するため、必要な各種条件を究明して急冷除湿部の改造を行った。その結果、試験水分発生装置を用いた特性試験で、最高水分量約38%まで JIS 法と高い相関性が得られること、及び連続して測定監視が可能なることを明らかにできた。一方、PM10/PM2.5分級システムについては、同様に試験粒子発生装置によって等速・非等速吸引の分級特性試験を行った結果、ISO で検討中の2段式インパクタの粒子再飛散が及ぼす PM2.5測定値への影響や定流量等速吸引操作の重要性などが解明できた。さらに、PM10/PM2.5分級システムと定流量等速吸引自動化システムを組み合わせ、重油燃焼ボイラとセメントキルンにおける実証試験を行った結果、既存の粒径分布測定装置に比べてシステム操作の大幅な簡易性や迅速化を確認するとともに、実用化に一定の用途を立てることができた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕固定発生源、微粒子、PM10/PM2.5/CPM 測定、定流量等速吸引法

〔研究題目〕固定発生源由来複合揮発性有機化合物分解技術に関する研究

〔研究代表者〕二タ村 森（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕二タ村 森、尾形 敦、永長 久寛、菅澤 正己（常勤職員4名）

〔研究内容〕

目標：

本研究では、中小固定発生源用 VOC 分解装置の開発をめざしている。低温プラズマにより空気中の酸素を活性化し、プラズマ反応器と複合化した触媒により VOC の酸化分解活性の高い活性酸素種を室温下で高濃度に生成させ、少ない電力消費量で VOC の完全酸化を達成することを目標とする。

研究計画：

本研究では下記の研究項目について詳細な検討を行い、固定排出源由来の混合系 VOC を高効率に分解し、無害化する低コストで小型の分解装置の開発をめざす。(1) 低温プラズマによる混合系 VOC 分解：低温プラズマ反応器単独で分解処理可能な混合系 VOC の限界濃度についての知見を収集し、VOC 組成に応じた分解反応条件を明らかにする。さらにプラズマ反応器と触媒を複合化することにより、分解・無害化のためのエネルギー効率の高いプラズマ反応器を開発する。(2) 副生成物分析：低温プラズマ・触媒分解プロセスで生成する副生成物の同定を詳細に行い、毒性の高い反応中間体や NOx の生成量を測定する。この知見を有害副生成物が生成しない反応条件の設定にフィードバックし、反応器の設計に役立てる。(3) 低温作動型励起酸化触媒の開発：VOC やその反応中間体の酸化分解活性が高い触媒を探索し、その作用機構を解明する。さらに、大表面積で、機械的強度が大きく、寿命の長い触媒を開発し、プラズマ反応器との複合化を試みる。(4) 混合系 VOC 分解システムの設計：(1)～(3)の研究成果をふまえて、低コストで小型の中小固定発生源用の混合系 VOC 分解システムの設計指針を示す。

年度進捗状況：

実際の VOC の除去プロセスにおいて、水は VOC 含有排ガス中に含まれる。したがって、低温プラズマ技術に基づく VOC 分解における水の添加効果は、分解率と副生成物生成の制御の観点から解明しなければならない重要な問題である。今年度は、ジクロロメタン、トルエン、メタノールの低温プラズマ分解において、VOC 分解率、CO、CO₂濃度、炭素収支に及ぼす水の添加効果について検討し、以下の知見を得た。室温において0.25～2.0%の水を添加した場合、ジクロロメタン、トルエン、メタノールの分解率は低エネルギー領域で低下した。ベンゼンの場合のみ高エネルギー領域では水による抑制効果が現れなかった。水は物理的にプラズマの反応領域を減少させる一方、OH ラジカルを発生させることにより VOC の酸化分解を促進するが、双方の効果が相殺されたために見かけ上、水の添加効果が確認できなかったものと考えられる。しかしながら、各 VOC の分解において CO₂の選択率が上昇し、炭素収支が改善された。水は不揮発性中間体の酸化反応を促進するものと考えられる。排ガス中に含まれる湿分が VOC 分解除去において有効な酸化剤として作用することが確認された。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕揮発性有機化合物、固定発生源、低温プラズマ、水、分解率、炭素収支

〔研究題目〕自動車排ガス現場計測用超音波流量計の実用化に関する研究

〔研究代表者〕森岡 敏博（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕高本 正樹、中尾 農一、森岡 敏博（常勤職員3名）

〔研究内容〕

目的：

中央環境審議会答申「今後の自動車排ガス低減対策のあり方について」では、ディーゼル排ガス中に含まれる粒子状物質に重点を置いた対策の強化を求めている。その中で、実際の都市内における車両種別・使用実態・走行実態を反映した加速度変化の激しい過渡運転試験モードの適用が定められ、本研究では、粒子状物質等の有害汚染物質の測定において必要とされる、高精度で排ガス流量を直接測定することができる超音波流量計を開発し、自動車排ガス汚染物質総量の実態に即した規制を可能にすることを目的とする。また、開発した流量計の特性評価技術についても研究を行うとともに、流量計の国際比較試験を行うことで自動車排ガス流量計測の国際整合性を確認し、規制における国際的な障害を取り除く。

目標：

自動車排ガスの高温に対応できる超音波センサを開発するとともに、自動車排ガス特有の強い脈動や偏りのある流れの影響を受けない排ガス流量計測システムを開発する。また、開発した流量計の特性評価試験方法と排ガス流量測定方法の規格化を推進する。

平成18年度の進捗状況：

①自動車排ガス用超音波流量計の開発

自動車排ガス用超音波流量計の高温用超音波センサについては、これまでの特性評価試験結果から効果的な耐熱化・放熱化を考慮した構造のもの選択し、小型化に成功した。本年度は、超音波到達時間の高精度化並びに高応答性のためのデジタル信号処理を導入し、特性評価試験を実施した。デジタル信号処理は、超音波信号の伝播時間を求めるために、参照信号と観測信号の相関演算を行い、相関係数をベースに処理を行う。粗精度・高精度の二段階にすることにより、演算速度の高速化を図った。その結果、高速化へ向けた本デジタル信号処理手法の妥当性の確認はできたが、実用化へ向けては依然として多くの改良すべき点が残った。

②排気脈動シミュレータの整備

自動車排ガス流量計の校正装置として整備を進めている排気脈動シミュレータの耐熱化を実施した。昨年度までの特性試験結果を踏まえて、高温脈動流の脈圧振幅の減衰を改善するために加熱温度変動装置と脈動流発生装置の入れ換えを行ったが、シール部の耐熱構造が不十分で加熱することができなかった。本年度は、加熱温度変

動装置下流の各配管接続部のガスケットと回転円盤駆動部のメカニカルシール部に耐熱化を施し、特性試験を実施した。その結果、加熱温度変動装置から測定部までの距離がこれまでより5倍程度長くなってしまったために、温度降下が激しく、設定温度より50%降下する結果となってしまった。しかしながら、耐熱化を施したことにより、脈動流発生装置のシール及び駆動に問題がないことが確認できた。今後はより詳細な高温脈動流の周波数特性、脈圧特性、及び流量特性を調査し、本シミュレータが脈動流量標準の校正装置として整備できるよう校正方法などを早急に確立する。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕自動車排ガス、脈動流量、超音波流量計、排気脈動シミュレータ

〔研究題目〕海藻バイオフィルターとナノ空間制御吸着剤による魚類養殖場の水質浄化に関する研究

〔研究代表者〕垣田 浩孝（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕垣田 浩孝、小比賀 秀樹、坂根 幸治、上嶋 洋、佃 聡子、奥村 日都美（常勤職員3名、他3名）

〔研究内容〕

a) 海藻が増殖する際の物質収支に関するパラメータをさらに取得するために、海藻増殖に関する窒素、リンの物質収支への日長時間、サリニティ（海水塩分濃度）、海藻密度の影響を評価する。b) 海水中の栄養塩類の吸着用として選定した吸着剤について大量合成を行う。得られた吸着剤について、成形方法を検討する。成形吸着剤の吸着性能を評価する。吸着剤の再生方法をバッチ法で検討する。c) 海水中の窒素、リンを吸収して増殖した海藻から抽出した有用成分と海藻抽出液に多量に存在する海藻色素との分別法を検討する。a) 長日（14時間明期-10時間暗期）の方が短日（12時間明期-12時間暗期）よりも窒素及びリンの取り込みが約1.2~1.3倍高いことを明らかにした。サリニティ20%、30%、40%で栄養塩類吸収能があり、当該海藻が広い塩分濃度範囲で栄養塩類吸収に利用できることを示した。当該大型海藻は高密度培養状態（海藻湿重量1.66 g/l）でも、低密度培養（海藻湿重量0.20 g/l）時のアンモニウムイオン吸収能の約46%を維持出来ることを明らかにした。b) 液中硬化法による造粒では、内径0.9 mmのニードルにスラリーをペリスタポンプにより3 mL/minの速度で供給し、ニードルの外側にシースガスとして窒素を流して、空気中の湿気を遮断することにより、粒径が2~3 mmで、大きさのそろった成形体を得られた。c) 水質浄化に使用し、栄養塩類（窒素、リン）を吸収した増殖海藻の利用法を確立するため、海藻粗抽出液中の色素除去を疎水性相互作用、イオン交換、ゲルろ過高速液体クロマトグラフィで検討した。イオン交換クロマトグラフィでの

NaCl 濃度ステップワイズ溶離により海藻粗抽出液中の海藻色素を25 %除去できた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔研究題目〕 難透水性汚染地盤を対象とする音波-動電ハイブリッド原位置方式による汚染浄化技術の研究開発

〔研究代表者〕 張 銘（深部地質環境研究センター）

〔研究担当者〕 張 銘、中島 英夫、澤田 章、駒井 武（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、難透水性地盤から重金属と有機化合物を原位置除去できる処理技術としての音波-動電ハイブリッド浄化技術の実行可能性を検討することを目的とし、室内要素試験、室内模型試験及び原位置検証試験に分けて段階的に研究を進めています。第一段階の平成18年度では、室内要素試験に必要な実験システムを設計、開発し、動電及び音波付与に関する基礎特性の解明を行いました。具体的に、要素試験システム及び計測プログラムの作成、試験に用いる粘性土試料についての化学及び物理的諸物性（化学組成、ゼータ電位、pH、比重、圧密特性、吸着特性及び透水性）試験を行いました。動電試験と加振状態での透水試験を個別に並行して行い、各手法（振動、動電）による物質移行性、除去効果を観測しベースラインとなるデータを取得しました。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 土壌汚染、原位置浄化技術、動電的手法、音波-動電複合作用

〔研究題目〕 日本沿岸海域地球化学図による有害元素等のバックグラウンドと環境汚染評価

〔研究代表者〕 今井 登（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、久保田 蘭、立花 好子、寺島 滋、池原 研、片山 肇、野田 篤（常勤職員8名、他2名）

〔研究内容〕

本研究では、日本の全沿岸海域底質中の微量有害元素（As、Be、Cd、Hg、Mo、Sb等）のバックグラウンド値を明らかにし、有害元素等の起源や海洋環境における動態を解明するための沿岸海域地球化学図を作成する。本年度は九州北部～北陸の主要な地域の既存試料の収集を行うとともに、試料の存在しない北海道南部～青森県～岩手県南部において海底堆積物の採取を実施した。新たに海底堆積物試料を採取した海域は北海道内浦湾、青森県周辺と津軽海峡、八戸～久慈周辺海域である。いずれも約10 km 間隔で200 m 以浅の海域で試料を採取した。

これまでに収集・採取した試料のうち、沖縄を除く日本全国の沿岸海域について分析が終了した。試料数は約4,800個である。これらのデータを基に沿岸海域地球化学図を作成した。クロムの沿岸海域地球化学図においても最も顕著なことは北陸の姫川河口の海側の延長方向にクロムの高濃度域があることである。これは陸側の姫川流域のクロムの高濃度域と連続するもので、姫川からクロムを高濃度に含有する蛇紋岩の碎屑物が海域に流れ出していることを示している。このクロムの高濃度域は、北海道日高沖、静岡県南部、四国東部などでもみられ、姫川と同様に陸域の超塩基性岩が河川を通して影響しているものと考えられる。カリウムとカルシウムは背景の地質を反映した沿岸海域地球化学図が得られ、カリウムは西日本沿岸海域で高濃度域がみられ、カルシウムは石灰岩の分布地域で高濃度域がみられる。マンガンについては日本海の深海部で顕著な高濃度域がみられる。マンガンは沈殿・溶出・再溶出を繰り返して水深の深いところに濃縮する性質があり、深海部で高濃度になると考えられる。鉛については北陸から北海道にかけての日本海で顕著な高濃度を示し、銅については日本海と房総沖及び伊豆半島沖で高濃度域がみられる。伊豆半島沖の銅の高濃度域は銅を高濃度に含有する富士山の玄武岩が分布していることによる。亜鉛については富山湾、秋田沖、仙台湾、東京湾、伊勢湾、大阪湾などで濃度が高い。富山湾と秋田沖については陸の鉱床の影響によるものと考えられ、仙台湾、東京湾、伊勢湾、大阪湾では人為的な影響が考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地球化学図、有害元素、バックグラウンド、環境汚染、元素分布

〔研究題目〕 都市環境騒音対策の最適選択手法と数値地図を活用した騒音場の簡易推計技術に関する研究

〔研究代表者〕 今泉 博之（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 今泉 博之、高橋 保盛、藤本 一寿（九州大学）、穴井 謙（九州大学）（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

本研究は、環境騒音の管理者である国や自治体が環境騒音低減のために行う施策を支援するシステムを構築することを目的とする。すなわち、個々の騒音対策による低減効果を広域的に考慮しながら最適な騒音対策を選択するためのソフトコンピューティング手法を開発し、都市域の数値地図を活用した騒音マッピング技術に適用することによって、都市広域の環境騒音を面的に把握・推計し、環境騒音管理者が効率的な騒音対策の施策を立案するための支援システムを開発することを目指す。最適騒音低減対策の選択に用いるソフトコンピューティング手法及びGISとの統合化に関する検討として、本手法

が地方自治体ごとに利用されることを想定し、我が国において一般的な規模と思われる自治体に対して本手法を用いる際の適切な GA の動作パラメータの値を整理した。その結果、福岡市の規模の都市に対して本手法を用いる場合には、世代個体数は1,000~1,500程度が適しており、また交差率は0.6~0.8、突然変異率は0.2~0.4程度とすることが望ましいことが分かった。簡易推計モデル構築のための既存予測モデルの検討及び拡張として、都市広域にわたる騒音推計の簡易モデル構築の一部として、建物群背後における既存の3つの騒音予測モデルについて、それぞれの特徴及び予測式中のパラメータなどを整理した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 騒音制御、環境騒音、騒音マッピング、GIS、リスクマップ

〔研究題目〕 海洋ゴミ対策の確立に向けた情報支援システムの構築に関する研究

〔研究代表者〕 星加 章（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 星加 章、高杉 由夫、谷本 照巳、橋本 英資（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

瀬戸内海では漂着ごみによる景観の悪化や、浮遊ごみ・海底ごみによる漁業への悪影響が社会問題となっている。このため瀬戸内海における海洋ごみ対策の政策提案のため、海洋ごみの漂流・漂着モデル実験により、海洋ごみの漂流経路と漂着場所を明らかにする。本年度は、東部瀬戸内海を対象として、浮標の移動を明らかにするための瀬戸内海3次元粒子追跡数値モデルを構築した。また、水理模型により大阪湾奥の淀川・大和川沖合より流出した浮標の移動を追跡し、その分布形態を検討した。さらに現地検証実験として、大阪湾において GPS 携帯を利用した漂流ブイの追跡調査を実施し、ブイの移動が風の影響を強く受けることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 瀬戸内海、海洋ごみ、漂流経路、粒子追跡数値モデル

〔研究題目〕 現場調査用高感度蛍光 X 線分析装置の開発に関する研究

〔研究代表者〕 丸茂 克美（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 丸茂 克美（常勤職員1名）

〔研究内容〕

土壌汚染現場に現場調査用の高感度蛍光 X 線分析装置を持ち込み、環境省告示第18号の公定法溶出量試験に準じた分析、環境省告示第19号の公定法含有量試験に準じた分析を行った。具体的には、公定法簡易溶出試験に準じた方法で作成した検液200 ml に0.5 g のアクリル酸ナトリウムポリマーを加え、検液中に含まれる溶存元素を吸収させ、蛍光 X 線分析した。蛍光 X 線分析でア

クリル酸ナトリウムポリマーのひ素量と鉛量を測定した結果と、環境省告示第18号で検液を作成して原子吸光分析装置を用いて測定した結果とを比較した結果、蛍光 X 線分析のひ素や鉛量は、原子吸光分析の約60%に留まることが判明した。この原因としては、アクリル酸ナトリウムポリマー自身や、ポリマーによって吸着された検液の主成分元素（カルシウムや鉄など）に起因する蛍光 X 線の減衰が挙げられる。

公定法含有量試験方法に準じる方法で作成した検液30 µl を2.5 µm の厚さのマイラーシート上に滴下し、乾燥させてひ素と鉛を蛍光 X 線分析した結果と、環境省告示第19号に従って原子吸光分析した結果を比較すると、両者は良い相関を示すものの、蛍光 X 線分析で得られる値が原子吸光分析の値よりひ素で30%、鉛で10%程度高めであることが判明した。この原因としては蛍光 X 線分析では検液を0.45 µm メッシュのろ紙を用いてろ過していないため、コロイド粒子として存在するひ素や鉛が検液に残存し、分析されてしまうためと考えられる。原子吸光分析では公定法含有量試験方法に基づいてろ過処理が行われるため、検液中のコロイド粒子が排除される。

鉛を使用したバッテリー工場跡地では、土壌調査用に実施した38本のボーリングのコア試料（合計1,000試料）を現場調査用の高感度蛍光 X 線分析装置で分析し、為汚染による鉛や硫酸が地下にどのように浸透したかを明らかにし、地下での土壌汚染状況を把握することができた。また自然由来の汚染と人為汚染の識別も可能であった。この1,000個の分析に要した日数は20日であり、1日約50試料の分析が行われたことになる。土壌汚染状況調査でボーリング調査を実施した場合、10 m の掘削に約1日を要すると仮定すると、回収された長さ10m のコア試料を20 cm 間隔で分析できるペースとなる。この1,000個のすべてを対象として環境省告示第19号に基づく鉛の含有量試験を実施した場合の経費は約2千万円程度であると仮定すると、現場調査用の高感度蛍光 X 線分析装置を用いる分析は極めて低コストになる。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 土壌汚染、蛍光 X 線分析装置、現場分析、ヒ素、カドミウム、鉛

—地球環境研究総合推進費—

〔研究題目〕 地上フラックス観測データの総合的解析

〔研究代表者〕 三枝 信子（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 三枝 信子、近藤 裕昭、村山 昌平、飯塚 悟、谷田部 裕美（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

目標・研究計画：

アジア/北東ユーラシア地域の各種陸上生態系に展開された地上観測サイトのフラックス観測データ、及び土

壤・植物生態学的観測データをデータベースに集約し、サイト間比較研究と手法間比較研究に基づいて、アジア/北東ユーラシア陸域生態系の炭素収支、及びその広域評価に関する統合的な知見を得る。特に、北東ユーラシアの生態系ごとまたは気候帯ごとに炭素収支の観測データを取りまとめてサイト間比較解析を行う。同時に、長期的に観測を継続しているサイトにおいて微気象学的方法と生態学的方法による生態系純生産量の相互比較を行う。さらに、複数の重点的観測サイトにおいて炭素収支の長期的な変動を求めることにより、アジア/北東ユーラシア地域の陸域植生の活動と気象変動の関係について統合的な知見を得る。

年度進捗状況：

平成17年度までに構築されたデータベースを利用し、東アジア亜寒帯から熱帯に及ぶ広範囲の生態系で蓄積された各フラックスタワーの観測データと土壌・植物生態学的観測データを集約して総合的な解析を行った。特に、(1)当研究課題で実行した、東アジア十数地点に及ぶ地上観測サイトについて、生態系ごと及び気候帯ごとに炭素収支の観測データを取りまとめ、生態系純生産量、光合成総生産量、生態系呼吸量の季節変化パターンとその年々変動についてサイト間比較を行った。その結果、生産量の振幅は年平均気温の上昇とともに増大すること、生態系呼吸量の季節変化は主として温度の影響を最も強く受けることなどの定量的な知見を得た。また、(2)高山、富士吉田、苫小牧、パソなどの重点的長期観測サイトにおいて、微気象学的方法と生態学的方法による生態系純生産量の相互比較を実施した。さらに、地上におけるフラックス観測及び生態学的観測グループが獲得した東アジア地域における炭素フラックスの空間・時間変動のデータと知見を、陸域生態系モデル開発グループ及び衛星リモートセンシンググループが実施する広域炭素収支評価の検証・改良に供用し、陸域炭素循環モデルと衛星リモートセンシングによる炭素収支評価手法の確立に貢献した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】北東ユーラシア生態系、炭素収支、年々変動、フラックス観測、クロスチェック

【研究題目】熱帯森林生態系における炭素収支に関する研究

【研究代表者】近藤 裕昭（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】近藤 裕昭、前田 高尚、蒲生 稔
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

タイの2サイト（サケラート、メクロン）では、引き続き、渦相関法における炭素収支の連続観測を行った。熱帯林の3サイト（サケラート、メクロン、ブキットスハルト）についてデータの再解析を行い、生態系純交換量（NEE）について再検討を行った。サケラートについ

ては、毎木調査によるバイオマス収支の計測から求められた生態系純生産量 NEP がほとんどゼロで、二酸化炭素の放出と吸収がバランスしているのに対し、NEE の計算値は u^* 補正後でも $5-9 \text{ tCyr}^{-1}\text{ha}^{-1}$ の吸収を示し、熱帯地域における渦相関法の精度についてさらなる検討が必要なることが明らかにされた。

観測塔における渦相関法による詳細な二酸化炭素フラックス測定で得られる情報を周辺群落の生物季節の観測により面的に分布する情報に展開する手法を開発する目的で、タイ・メクロン観測地の落葉樹林において記録した樹冠の写真映像データの数値的解析から生物季節の状態に関する情報を抽出する試みを行った。その結果、乾季と雨季の入れ替わりに伴う展葉及び落葉などの季節変化を群落の平均的な値としてある程度検出できることが分かった。しかし、熱帯林群落には季節変化のパターンが異なる非常に多種の樹木が混在して生育しており、樹種個別の解析が必要であることもわかった。

今年度は本研究の最終年度であるが、終了後もタイの2サイト（サケラート、メクロン）における現地観測を可能な限り継続すべく、現地協力研究者との打ち合わせを密に行い、設置観測機器の再整備調整、データ収集体制の再整備を行い、渦相関法によるフラックス観測のための技能及び基本的なデータ処理を引継ぎ準備を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱帯季節林常緑林、熱帯多雨林、熱帯季節林落葉林、炭素収支、フェノロジーメータ

【研究題目】福江・沖縄・小笠原におけるエアロゾルの変動の観測と放射強制力の推定

【研究代表者】兼保 直樹（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】兼保 直樹（常勤職員1名）

【研究内容】

アジア大陸からの汚染物質の輸送・変質及びその気候影響を評価するため、中国本土を含む広域観測の一部として、配置測点のなかで輸送経路の最も東端（風下）に位置する小笠原父島におけるエアロゾルの地上観測を実施した。父島の高度240 m 地点で従来から観測が行われている散乱係数、エアロゾル光学的厚さ、エアロゾル吸収係数といった光学的特性・光学量に加えて新たに硫酸塩の高時間分解観測のための連続測定装置（Sulfate Particulate Analyzer, SPA）を導入した。2007年春季の集中観測では、SPA の出力値を PM 2.5インパクト付きサンプラーによる48時間フィルターサンプルの分析結果と比較することにより、良好に値付けした。2007年春季の集中観測（3～4月）では、 SO_4^{2-} の輸送イベントが高い頻度で測定され、高い濃度（最大 $20 \mu\text{m}^{-3}$ ）かつ幅広（3日～）の輸送パターンは昨年とは異なったものであった。そのなかで、3月18～25日の輸送イベント

は、黒色炭素粒子に対して SO_4^{2-} 濃度割合が高く、高気圧辺縁を廻ることで海上に長く滞留したため SO_2 酸化が進行した古い気塊であると考えられる。このデータと沖縄辺戸岬のデータを併せて解析することで、硫酸塩エアロゾル形成に関する変換速度や他成分粒子との混合状態に関する知見を得ることができると期待される。また、沖縄辺戸岬においては、国立環境研究所のエアロゾル質量分析計の運転に平行して低圧型インパクターにより主要エアロゾル成分の粒径分布を測定した。これにより、従来報告されている硫酸塩の粒径分布よりモード径の大きな分布が継続的に観測され、droplet mode と呼ばれる雲過程を経た粒子の特徴と類似する点が注目される。この結果は、従来 global model として一般に用いられてきた硫酸塩の粒径分布モデルがアジア太平洋岸地域では不適切であるかもしれない可能性を示唆し、放射強制力の計算結果等にも影響を及ぼす可能もある。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】父島、エアロゾル、硫酸塩、粒径分布、放射強制力

【研究題目】亜寒帯林森林生態系における炭素収支に関する研究

【研究代表者】三枝 信子（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】三枝 信子、近藤 裕昭、村山 昌平、飯塚 悟、王 輝民、谷田部 裕美、
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

目標・研究計画：

本研究では、地球温暖化の影響を強く受けると予想されている亜寒帯林生態系において、陸域炭素収支を生態学的手法と微気象学フラックス観測に基づく手法によって測定することにより、アジア/北東ユーラシア地域の炭素収支推定結果の精度向上をはかる。特に北海道苫小牧と中国東北部（老山）のカラマツ林生態系において、気象条件の変化が亜寒帯生態系の炭素収支へ及ぼす影響を定量的に明らかにするとともに、各生態系において炭素収支を特徴づけるパラメータを求めることにより、気象変動に対する陸域炭素収支の敏感度を明らかにする。

年度進捗状況：
北海道苫小牧（環境省苫小牧フラックスリサーチサイト）のカラマツ林で2000年8月から2004年9月まで、中国東北部・中国東北林業大学の老山実験場（老山サイト）のカラマツ林で2002年5月から2007年3月まで、気象観測タワーを用いた微気象学的方法（渦相関法）による二酸化炭素収支の観測を行った。これらの観測結果に基づき、各森林における生態系純生産量の季節変化と年々変化を算出するとともに、複数のカラマツ林サイトで観測された光合成総生産量、生態系呼吸量、及び生態系純生産量の季節変化について比較を行った。

本研究課題で得られた観測データに加え、他の研究グ

ループから提供されたデータを利用して、北東ユーラシアのモンゴル山岳地域、中国東北部、北海道苫小牧のカラマツ林で観測された生態系純生産量を比較すると、年平均気温-3℃のモンゴルから+8℃の苫小牧にかけて、年平均気温が高くなるにつれて森林の生育期間（NEP>0の期間）は長く、生産量の最大値は高くなるという空間分布の傾向が明瞭に示された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】亜寒帯針葉樹林、カラマツ、炭素収支、フラックス観測、クロスチェック

【研究題目】温帯森林生態系における炭素収支に関する研究

【研究代表者】村山 昌平（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】近藤 裕昭、三枝 信子、飯塚 悟、
村山 昌平、蒲生 稔、武藤 勝彦、
宇佐美 哲之、高村 近子（東北大学）、
小泉 博（岐阜大学）、村岡 裕由（岐阜大学）、
近藤 美由紀（岐阜大学）
（常勤職員4名、他7名）

【研究内容】

目標・研究計画：

本課題は、大気中 CO_2 濃度上昇の抑制を目指して、アジア地域の大气-陸域間の CO_2 の交換の実態を統合的に明らかにすることを研究目的としたプロジェクト研究「21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究」の研究テーマ「ボトムアップ（微気象・生態学的）アプローチによる陸域生態系の炭素収支解析」のうち、温帯森林生態系の炭素収支に関する研究を実施するものである。本研究では、岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林においてタワー観測を継続して行い、微気象学的手法により、当森林による炭素固定量の年々変動の把握し、その変動要因を明らかにする。同時に、生態系成長量データを取得して比較を行う。更に、生態学的手法や安定同位体比手法を用いて当森林における炭素循環の素過程を分離し定量的な把握を図る。得られた結果は、生態系炭素収支モデルやリモートセンシング解析手法の開発に利用される。なお、一部は岐阜大学に再委託して実施する。

年度進捗状況：

タワー観測によるフラックス、 CO_2 濃度、気象データ取得、同位体比測定試料の採取、林冠・林床木の光合成・呼吸特性等の測定を継続して行った。1994年から2005年までの日別生態系純生産量（NEP）の解析結果から、年間 NEP の年々変動は、展葉開始時期を左右する4-6月の平均気温と、梅雨期の生産量を左右する6-7月の日射量の年々変動と関連づけることができた。個葉レベルの光合成・呼吸特性及び分光反射・吸収特性の測定、クロロフィル含量の分析により、森林の光合成能力とその季節性を表す衛星リモートセンシングデータ解析手法

を見出し、従来型の解析アルゴリズムよりも高い精度で森林の光合成パラメータの抽出が可能であることが示唆された。光合成特性及び葉面積指数の測定データ、CO₂フラックスデータ、衛星データの相互解析の結果、森林レベルの総光合成量の衛星リモートセンシングによる評価においては、植物生理生態の季節性の考慮が重要であることが確認された。森林生態系多層モデルを用いて、森林内における光合成・呼吸によるCO₂吸収・放出の高度・時間変動を分離評価するために、成長期に大気試料の高頻度・多高度採取を実施してCO₂濃度・同位体比の詳細な時空間変動データを蓄積するとともに、多層モデルに導入する呼吸・光合成時のCO₂の酸素同位体の同位体分別効果のパラメータ化を進めた。得られた結果は、当プロジェクトの他テーマの結果と組み合わせて統合的解析に用いられ、アジア域における炭素収支の変動に関する知見とデータの蓄積に貢献した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】炭素循環、森林生態系、生態系純生産量、安定同位体、リモートセンシング

【研究題目】二酸化炭素収支分布推定のためのデータ同化手法の開発

【研究代表者】田口 彰一(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】田口 彰一(常勤職員1名)

【研究内容】

四次元データ同化システムを開発し、一つの地点の一年間の仮想濃度を用いてその動作を検討した。データ同化システムは昨年度に引き続き全球大気輸送モデルNIRE-CTM-96及びそのアジョイントを用いて作成した。データ同化を行う濃度(ここでは背景濃度と呼ぶ)はNIRE-CTM-96が化石燃料、陸上植生、海洋におけるフラックスの推定値から生成する全球濃度分布とし、気柱積分した一定濃度に同化する実験を1979年の一年間に対して行い、収束に要する反復回数等を統計した。まず、気柱積算濃度を背景濃度の気柱積算量と比較し観測濃度の誤差2 ppm(約5%)以上の場合、その食い違いの濃度を全球大気輸送モデルが作る分散に応じて高さ方向に配分する。背景濃度にこの食い違いを生成するのに必要となる6時間前の濃度分布の修正量は最小自乗法型の評価関数を定義しそれを最小にするような濃度として求めた。更に修正した濃度分布を初期値として順方向に輸送モデルを走らせ観測との食い違いを修正するという手続きを誤差が2 ppm以下となるまで反復した。この結果年間濃度が365から380 ppmとなる地点を用いて365 ppm、380 ppmへのデータ同化を行った所およそ20-30回の反復計算で2 ppmの誤差に収束する事が分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、アジョイント、連続観測、ベイズ統計

【研究題目】2050年IT社会におけるITシステムの環境負荷低減に関する研究

【研究代表者】増井 慶次郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】増井 慶次郎、松本 光崇、近藤 伸亮
(常勤職員3名)

【研究内容】

環境省「脱温暖化2050プロジェクト」のサブテーマ「IT社会のエコデザイン」では、2050年の我が国におけるITと社会システムのグランドデザインについて調査研究を実施している。その分担課題である本研究項目では、IT化進展にともない、IT機器の製造・使用等に起因した直接的な環境負荷、及びIT化進展によるシステムの高度化等で間接的に削減される環境負荷について、その影響評価を実施した。なお、影響評価に用いたIT社会進展シナリオについては、サブテーマ全体で共同作成したシナリオを用いている。本研究では特に上記の直接的環境負荷影響の部分について、IT機器のグローバルなリユース・リサイクルが考えられることから、中国を対象とした国際協調の可能性を検討した。

ITの直接的環境負荷影響については、文献データを中心に調査を行った。調査より米国や日本、欧州のCO₂排出量の約1%がIT機器使用に由来すると推定されていることを明らかにした。IT機器のアジア国際循環の可能性について情報交換・意見交換を行うことを目的に中国を訪問し、研究者や政府関係者と会談を行った。会談より、中国で使用済み機器の処理に携わっている人々が2,000万人近くに及び、その多くが技術水準の低い処理法で処理を行っていることの実態等を把握した。一方、ITの間接的環境負荷影響についても、サブテーマ内のシナリオに基づき試算を行い、ITの直接的・間接的環境負荷影響も分析した。IT進展に伴う環境負荷低減効果の可能性を最大に生かした場合には、2020年段階で今日の約6%のCO₂削減、2050年には約15%の削減の可能性を示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】IT社会進展、CO₂排出量削減、資源国際循環

【研究題目】衣服の影響に関する研究

【研究代表者】都築 和代(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】都築 和代、佐古井 智紀、高岡 美弥子(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

業務オフィス内の冷房の設定温度には28℃が推奨されており、夏季の軽装としてノーネクタイ、ノー上着ファッションのいわゆるCOOL BIZが政府主導で実施された。しかし、COOL BIZによる軽装がヒトの温熱感覚や快適感、オフィスでの生産性に与える影響に関しての検証は十分でない。そこで、衣服の影響について衣服

そのものの断熱性、気流による断熱性の減少と人体への影響、湿度の衣服に及ぼす影響などについて研究することを目的とする。衣服の温熱環境制御性能について詳細に検討した。夏服を対象に、単品衣服、組合せ衣服の部位の有効熱抵抗 R_{clei} を風速が0.15 m/s 以下の人工気候室でサーマルマネキンを使用して測定した。サーマルマネキンは20部位分割の表面発熱方式であり、椅座姿勢に配置し測定を行った。均一環境、椅座姿勢、熱的にほぼ中立状態にある人体の皮膚温分布を、サーマルマネキン各部位の設定表面温度に与えて PI 制御した。人工気候室の気温は、椅座、中立状態での乾性放熱量に近い放熱量となるように、裸のサーマルマネキンでは27 °C、単品衣服を着用したサーマルマネキンでは25 °C、組合せ衣服を着用したサーマルマネキンでは24 °Cに設定した。相対湿度は40±20 %であった。定常状態に至ったデータを用いて、胸部、背部、腹部、臀部、上腕部、前腕部、大腿部、下腿部、足部、計9部位の有効熱抵抗 R_{clei} を得、また、全身の面積平均値を用いて、全身の有効熱抵抗も計算した。結果として、49の単品衣服、97の組合せ衣服について、全9部位の有効熱抵抗 R_{clei} データベースが得られた。全身としての有効熱抵抗値は、単品衣服で0.02~0.24 clo、組合せ衣服で0.13~0.60 cloであった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】衣服、クールビズ、着衣量

—環境技術開発等推進事業—

【研究題目】鉱物油等に起因する複合的な土壤汚染の環境リスク評価手法に関する研究

【研究代表者】駒井 武（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】駒井 武、川辺 能成、竹内 美緒、原 淳子、内田 利弘、光畑 裕司、横田 俊之、神宮司 元治、井上 千弘、須藤 孝一（常勤職員8名、他2名）

【研究内容】

鉱物油等に起因する土壤汚染の環境リスクを、科学的かつ客観的に評価するためのリスク評価手法、及び各種データベースの開発を行う。このため、国内各地で採取した実汚染土壌を用いた実験や分析などを実施し、現場環境における鉱物油に対する微生物分解の特性や、高精度調査により移流・拡散特性を明らかにし、リスク評価システムの開発に反映させる。

本年度は、鉱物油等に起因する土壤汚染の環境リスクを科学的かつ客観的に評価するための方法論について検討し、環境リスク評価システムに必要なプロトコル（数式、基本パラメータ等）の作成を行った。この中で、石油系炭化水素に起因する土壤汚染の環境リスクを、科学的かつ客観的に評価するための数学モデルの開発を行った。また、実汚染土壌や模擬汚染土壌を用いた室内実験や化学成分分析などを実施し、現場環境における鉱物油

と微生物の相関を把握した。さらに、汚染現場における高精度3次元物理探査手法により油分の存在状態を明らかにし、リスク評価システムの開発に反映させた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】土壤汚染、地圏環境、鉱物油、環境リスク、リスク評価

④【その他省庁】

【研究題目】大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析

【研究代表者】飯笹 幸吉（地質情報研究部門）

【研究担当者】飯笹 幸吉、石塚 治、岸本 清行、柵橋 学（常勤職員 名、他 名）

【研究内容】

今年度採取基盤岩試料の分析及び過年度採取試料の再分析と、既存データの解析より、以下のようなことが明らかになった。

1) 紀南海山列は、アルカリ玄武岩の活動により形成された。そのマグマは、スラブ起源物質の影響をうけない、MORB に似たマンツルの溶融によって形成された可能性が高い。したがって島弧火山活動とは無関係である可能性が高い。2) 一方、四国海盆東側に分布する海山から採取された岩石は、いわゆる島弧マグマの性質を示し、スラブ起源物質の寄与が認められる。その寄与の度合いは、火山フロントに比べてかなり小さい。紀南海山列より東側の海山は、伊豆小笠原弧の背弧域における島弧火山活動により形成された可能性が高い。3) Urdaneta Plateau における玄武岩質マグマの活動は、約3,460万年前から約3,800万年前の間であった4) 大東海嶺上には、時代の大きく異なる火山岩が露出していることが明らかになった。この海嶺の成因を採取試料から検討する上で、非常に重要な知見であり、制約となる。特に、大東海嶺西部からは、再分析の結果約115 Ma の島弧火山岩の特徴を持つ玄武岩の存在が明らかになった。この年代は奄美海台の火成岩から得られた年代と類似し、これらの奄美海台、大東海嶺とも白亜紀の島弧火山活動の場であったことを示唆する。5) 小笠原海台を形成する玄武岩類は、周囲の海洋島を構成する海洋島玄武岩類とは起源物質が異なる可能性がある。また海洋島が示すホットスポットトラックに当てはまらない。6) 九州ーパラオ海嶺の火山岩類の年代測定の結果、この海嶺上での火山活動が25-26 Ma に収束したことが明らかになった。現在海嶺南部の試料について、27.5-28 Ma の年代が得られており、火山活動終息時期に南北変化があったのか検討する必要がある。一方、大東海嶺との会合部では、上記の年代範囲より古い年代(36、43 Ma)が得られた。大東海嶺地域の他の火山活動との関連、なぜこの地域のみ古い活動が突出しているのか、検討課題である。7) 沖縄海膨及び沖大東海嶺西部地域からは、島弧的ではなく、より海洋島玄武岩的な組成の玄武岩類が得られ

た。化学組成上の特徴は類似している。同位体的特徴は、特に Pb 同位体比について、2つの地域で異なる。なかでもかつては一体であったと考えられる Benham Rise の玄武岩類の同位体比と異なることが明らかになった。一方、沖大東海嶺西部の火山岩類の同位体比の範囲は、Benham Rise や、南大東海盆の海洋島玄武岩的な特徴を持つ火山岩類とオーバーラップする。

年代については、沖縄海膨からは34.3、37.56 Ma の年代が得られ、Benham Rise から報告されている年代値の範囲に一致する。一方、沖大東海嶺西部の玄武岩類からは、45 Ma 前後の年代値が得られ、沖縄海膨の火山活動より数百万年前に活動していたことが明らかになった。また DSDPsite446のアルカリ玄武岩について得られている年代の範囲にオーバーラップする。

地球科学情報3次元可視化では、小型ステレオプロジェクターを利用した解析及びプレゼンテーション用可搬型の3次元可視化システムの構築と、3次元可視化システムを利用した地球科学情報の地質解析を行い、科学可視化 (Scientific Visualization) ・仮想現実 (Virtual Reality) 技術を応用した高度地質解析システムの概念設計を行った。

【分野名】地質

【キーワード】アルカリ玄武岩、スラブ起源物質、島弧、マグマ、四国海盆、年代、同位体、大東海嶺、沖大東海嶺、白亜紀、沖縄海膨、ホットスポット、海洋島、可視化、3次元

【研究題目】塩淡境界面形状把握調査

【研究代表者】楠瀬 勤一郎 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】楠瀬 勤一郎、丸井 敦尚、内田 利弘、奥山康子、光畑 裕司、宮越 昭暢、松林 修、麻植 久史、伊藤 成輝、ガヤルド アドリアン、古宇田 亮一 (産学官連携推進部門)、岸本 清行、二宮 芳樹、坂野 靖仁 (地質情報研究部門) (常勤職員13名、他1名)

【研究内容】

本調査では、塩淡境界面の形状把握・境界面変動挙動の観測を通じ、概要調査で用いることが可能な、野外調査と地下水等データベース構築による、確度の高い広域塩淡境界面推定手法の開発を目的としている。特に調査地の地形改変や地下水に係る負荷が増加する中で地下水流動や塩淡境界面の形状変化、地下水流動を解析する。1) 試験地における地下水観測；大規模揚水工事の終了に伴って、地下水 (塩淡境界) が復元する様子を観測するため、観測井の連続観測を開始した。取得データは地下水の流動状況を水文学的に解析し、有限差分法における解析にも利用した。2) 地下水流動解析；東海村試験地で実施した地下水観測

結果に他機関のデータ、工事の揚水記録や降水量等の水文記録、潮汐変動記録等をまとめて、解析用のデータセットとし、有限差分法の解析コード (MODFLOW) と (DENS-TRANS AMR) による解析を実施した。

3) 沿岸域における地質の把握のための高精度物理探査；沿岸域帯水層への塩水浸入域調査を目的に、千葉県山武郡蓮沼実験地域において、各種物理探査により、上総層群中に閉じ込められた化石塩水の存在に起因する深部の低比抵抗領域と、現世の海水浸入に起因する浅部の低比抵抗領域、縄文海進以後の塩性湿地による浅部低比抵抗領域の存在を明らかにした。

4) 深部岩盤データベースの構築；地下水データベースを作成し、岩石-水反応実験を実施した。基盤として、深部岩盤データベースを構築している。本年度は各種データを簡易型 GIS ソフトウェア上で統合し、計測データと地質情報データを併せ持つデータベースを開発した。

5) 海域と陸域では、調査に用いることができる手法が違うため、範囲・深度・精度等が異なる陸域断層調査文献と海域断層調査文献を、調査により総合的に検討した。陸域断層が海底に延伸する不知火海海底電気探査データを再解析し、深度・手法・精度の異なる陸域・海域断層・大規模破碎帯データの結果を統合する際の技術的な問題点について検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】塩淡境界面、沿岸域

【研究題目】世界最先端のエネルギー需給構造に関する調査

【研究代表者】赤井 誠 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】赤井 誠、近藤 康彦、伊藤 博、前田 哲彦、丸山 康司 (常勤職員5名)

【研究内容】

我が国においては、エネルギーセキュリティの確保の重要性はさらに高まってきており、平成18年5月に公表された「新・国家エネルギー戦略」においても、「国民に信頼されるエネルギー安全保障の確立」が、この戦略によって実現を目指す3つの目標の1つとして位置づけられている。本研究では、資源小国ではあるが、高い技術力を有する我が国を対象として、エネルギー供給リスクや社会的制約リスクに強い「ロバスト」な需給構造を描くことを目的とし、まずロバスト性を表す指標を検討し、様々なシナリオの下に、1) その時間断面でロバストであること (リスクに強い)、2) 将来の自給・持続社会に対する接続性が良好であることの2点を考慮して、これらの指標を満たし得る将来 (2050年) のエネルギー需給構造を検討し、以下のような結果を得た。BAU ケース (Business As Usual: なりゆきケース) でも、火力発電所の効率向上、運輸部門の効率改善・代替燃料普及、石油依存度の低減等の効果により、2050年に向けてロバ

スト指標は改善し、また省エネケースでは一段のロバスト性の改善が見られる。また、電気自動車の普及は、運輸部門の多様化・効率改善に寄与するとともに石油消費量を大きく低減させる。太陽光発電は、現在想定されている再生可能エネルギーの中で最もポテンシャルが高く、究極的には日本の電力需要を全て供給することも可能である。これらの技術は、単に各部門の指標を改善するだけでなく、電力の需給構造の変化を通して、需要端での需給の安定性としての「自活度向上」の効果も持つ。このように、部門の壁を越えた需給構造全体の改善を実現し、環境制約、資源制約などを乗り越えることが必要となる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー戦略

〔研究題目〕 ナノテク製造中核人材の養成プログラム

〔研究代表者〕 横山 浩、秋永 広幸

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 横山 浩、秋永 広幸、若山 貴行、

坂倉 由賀里、三谷 みどり

(常勤職員2名、他3名)

〔研究内容〕

目標：

我が国が優位性を有する情報家電、燃料電池、ロボット、医療機器、バイオ等の応用分野において、その産業の基盤と創出を支える中小企業を対象に、「基礎加工技能・技術特殊な要素技能・技術に習熟し、製造技術の高度化を図る人材」及び「豊富なナノ加工プロセスの知識や先端機器を使いこなすノウハウ等を習熟し、製造現場の技能・技術を統括できる人材」の育成を行う。

計画：

これまで、特殊要素技術や特殊加工・計測技術は、個別企業がそれぞれのノウハウの向上・発展に努めるか、あるいは、学術・研究機関が産業界のニーズとは必ずしも合致しないのでその研究に取り組んできた。一方、FS調査によって、ナノテク分野における特殊加工・計測技術の浸透が特に中小企業においては不十分であると同時に、そのボトルネックとして「特殊な要素技能・技術に習熟し、製造技術の高度化を図る人材」及び「豊富なナノ加工プロセスの知識や先端機器を使いこなすノウハウ等を習熟し、製造現場の技能・技術者を統括できる人材」が不足し、個々の中小企業による自助努力ではそれら人材育成を図ることが非常に困難であることが明らかになった。現状の教育では、以上のように、(1) 実際の製造現場に必要な技術を習得することを想定した知識の習得を目指すプログラムがないこと、(2) 特に中小企業製造現場における恒常的な人的資源不足を考慮したプログラムがないこと、という欠陥がある。

そこで、本事業においては、そのギャップを埋めるために、新たに開発するカリキュラムの特徴として、「講

義＝演習（PBL→ケーススタディ）＝実習＝自己・客観評価＝インターンシップ（E-ラーニング援用 OJT）」を一連のものとしたカリキュラムを開発する。実習とインターンシップを、派遣元製造現場におけるボトルネック課題解決のために行うことが出来る実践的カリキュラムとすることが、最大の特徴である。当事業においては、作成されたカリキュラムに対して、製造現場からの評価が随時行われるが、その際には、製造現場における当該カリキュラムの有効性について、産業支援機関による追跡調査が行われる。また、講義・実習は短期集中型とし、実習とインターンシップの日程は派遣元と受入先機関の利便を合わせる事が出来るようにアレンジすることで、現状の教育プログラムへの参加を断念せざるを得ない潜在的受講生への窓口を大きく広げることができる。さらに、当該カリキュラムを全て修了した人材に対しては、当コンソーシアムからインセンティブが与えられることになっている。

年度進捗状況：

平成18年度は、まず、平成17年度に実施した実習とインターンシップにおいて実施したアンケート結果をフィードバックさせて開発した実証講義と実習、そしてインターンシップカリキュラムを「電子線リソグラフィⅠ」と「表面極微細加工技術」に関して実施した。また、「電子線リソグラフィⅠ」の修了生に対して、更に「電子線リソグラフィⅡ」のカリキュラムを実施した。それら全てのカリキュラムにプロジェクトマネージャーが同行し、各カリキュラム実施直後に、再度アンケートを実施して、開発カリキュラムの評価を行ったところ、講義、実習、インターンシップのどれにおいても、受講生から高い満足度が得られていることが明らかになった。講師は、産学官の第一線で研究開発にたずさわる方々にご着任いただいたが、その中でも、製造現場にて指揮をとられている方の割合を高めた。実践的な講義を行うことで、実習とインターンシップにおける育成效果を高めることが出来るので、当事業の目的を達成するためには必要不可欠なことであった。これらは、実証講義における演習に対する評価が高かったことから端的に示される。また、特に、当事業にて開発したインターンシップカリキュラムが、実証講義の受講生にとってその学術的理解を体得することによってより深化させるという極めて高い相乗効果を生み出したことがわかった。

実証講義に関するより詳細な評価事項を記載すると、まず、電子線リソグラフィに関しては、(a) 既経験者、(b) 仕事に取り入れる予定者、(c) 勉強して応用分野に取り入れたい人、(d) 関連分野に携わっており知識向上を図る者など様々な受講生がいた。受講生(a)はレジスト材料、(b)はレジスト及びプロセス、(c)は全ての講義に関心をもっていった。また講義内容、テキストは、これだけ広範囲な受講者層であったにもかかわらず、(a)から(d)まで好評であった。さらに、受講生(c)は電子

線を利用して新しい仕事を開拓したい人であり、全体の約半数であった。これは産業活性化の目標に適合していると言える。次に、表面極微細加工に関しては、(c) 勉強して応用分野に取り入れたい人、が最大人数であり、全体の約三分の一であった。また講義レベルは、(a) から(d)までの受講者にとって丁度良いという評価であった。本科目の技術範囲は非常に広いため、講義内容、テキストの評価は技術経験の違いにより分かれた。すなわち受講者(a)には易しく、受講者(d)には難しかったようである。また、演習における受講生と講師、報告会における受講生同士の質疑応答が極めて活発であったことを反映して、受講生同士の横のつながりが形成され、そのような機会が得られたことを高く評価する受講生の声が多数寄せられた。これは実習、インターンシップを通して同様な評価であった。

なお、当該カリキュラムを全て修了した人材に対しては、産業技術総合研究所より理事長名での修了証が授与され、ナノプロセッシング施設の優先的利用が可能になるなどのインセンティブが与えられた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 人材育成、極微細加工、ナノ造形

【研究題目】 平成18年度「農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発」委託事業

【研究代表者】 脇坂 昭弘（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 脇坂 昭弘、岩上 透
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

残留性有機汚染物質（POPs）の地球規模の拡散移動を予測するマルチメディアモデルの開発研究において、オクタノール/水分配係数は重要なパラメータとして利用されている。本研究では、POPsの拡散移動予測精度の向上に寄与することを目的として、このオクタノール/水分配係数と水中の溶存状態との関係をクラスター構造に基づいて検討した。

POPsの水中の溶存状態を明らかにするため、ピリジン、ジアジン系化合物（ピリダジン、ピリミジン、ピラジン）をモデル化合物として、質量分析法を用いてクラスター構造を解析した。水分子とこれら有機化合物との相互作用により生成した水和クラスターの生成量は、有機化合物の双極子モーメントと良い相関が見られ、ピリダジン>ピリジン=ピリミジン>ピラジンの順で水和が減少した。これらモデル化合物のオクタノール/水分配係数をOECDテストガイドライン10⁷フラスコ振とう法に従って求めたところ、ジアジン系化合物の分配係数はピリダジン<ピリミジン<ピラジンの順に増加し、オクタノール相への分配が増加することが分かった。これは水和クラスターの生成と相関があり、水和し難いほどオクタノール相への分配が大きいと言える。しかし、

ピリジンの分配係数はジアジン系化合物に比べて大きく、水和クラスターの生成よりも炭素骨格に対するオクタノールによる溶媒和が分配係数を支配することが明らかになった。今後、化合物の構造と溶存状態とオクタノール/水分配係数との関係について、さらに系統的に検討する。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 残留性有機汚染物質、質量分析法、オクタノール/水分配係数

【研究題目】 生物機能の革新的利用のためのナノテクノロジー・材料技術の開発

【研究代表者】 清住 嘉道

（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 清住 嘉道、長谷川 泰久、
長瀬 多加子（常勤職員3名）

【研究内容】

前年度までに強アルカリ電解水を用いることにより、水熱合成原料ゲルの溶解度を上昇させることが可能となり、ゼオライト及び層状ケイ酸塩の結晶化が促進されることを明らかにした。また、非極性溶媒であるジオキサンを用いた水熱合成を行うことにより、新規の層状ケイ酸塩が合成可能であることを明らかにするとともに、従来のゼオライトに比較して、耐酸性・耐熱性に優れていること（6-N-酢酸及び塩酸水溶液中で1週間以上構造が安定であり、800℃-20時間処理にも構造変化なし）を確認した。さらには、親水性ゼオライト膜材料として、フィリップサイト（PHI）及びマーリノアイト（MER）型膜の合成にも成功した。

現在、これらのゼオライト膜を用いたバイオマス原料からのエタノール連続発酵プロセスへの適応、膜支援型蒸留システムへの応用、低分子ガス（CO₂、CH₄など）の分離、食品加工への応用などを検討している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 水クラスター、電解水、ゼオライト、層状ケイ酸塩、分離膜

【研究題目】 平成18年度干潟水質浄化計測調査検討委託事業

【研究代表者】 左山 幹雄（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 左山 幹雄（常勤職員1名）

【研究内容】

干潟生態系は、沿岸生態系の自然浄化能力が機能するための重要な場であると認識されている。「自然浄化能力」の評価には様々な視点があるが、窒素循環について言えば、脱窒が最も重要な過程である。干潟生態系は、高い現場脱窒活性が発現していると想定されているが、干潟の現場脱窒活性を実際に定量的に測定した例は極めて少ない。本研究では、有明海の塩田川・鹿島川河口域の泥質干潟において、異なるいくつかの方法を用いて堆

積物表層における現場脱窒活性の推定を行い、沿岸域生態系の自然浄化の場としての干潟の機能についての定量的な情報を得ることを目的として研究を行う。平成18年度は、平成17年度の調査結果の確認と季節変化の影響を把握することを目的として、有明海泥質干潟堆積物表層における現場脱窒活性について、梅雨明け直後の2006年7月下旬に現場調査を行った。その結果、梅雨末期の集中豪雨により増水した河川水の干潟域への多量の流入が、干潟堆積物表層における現場脱窒活性に大きな影響を与えていることが明らかになった。また平成17年度の調査で確認された、有明海泥質干潟堆積物表層に存在している細胞内硝酸態窒素プールの実体とその生物学的側面について検討を行い、この時季にも懸濁態粒子中及び干潟堆積物表層に非溶性硝酸態窒素プールが存在していることを確認した。さらに有明海に特徴的な、水中に高濃度に懸濁している懸濁態粒子における物質代謝活性（酸素消費、窒素代謝）について検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】干潟、自然浄化機能、脱窒

【研究題目】CDL(Concept Description Language)の仕様策定と標準化 (053103002)

【研究代表者】橋田 浩一 (情報技術研究部門)

【研究担当者】橋田 浩一 (常勤職員1名)

【研究内容】

コンテンツの意味構造 (概念構造) の記述を行うための言語 CDL (Concept Description Language) のコア部分と自然言語共通部分の仕様を確定し、その国際標準化を実現することを目指す。特に自然言語で表現されたテキストコンテンツを主たる対象にして最初の仕様策定と国際標準化を進める。平成17年度には、CDL. core 及び CDL. nl (自然言語表現のテキストコンテンツ用の CDL) の基本仕様を用いた文書作成支援ソフトウェアを試作・試用し、その使用経験を通じて仕様の改善にフィードバックする。

産総研で開発中のセマンティックオーサリングシステムの機能を拡張することにより、CDL. nl の関係概念をオントロジーとして定義し、それに基づくコンテンツの作成ができるようにした。セマンティックオーサリングシステムにはグループウェアの機能及び応用プラグインを開発するための API を備えているので、これを用いて本プロジェクト内で CDL. nl の仕様を継続的に保守管理できるとともに、CDL. nl に基づく応用プログラムを共同開発し共有することが可能になった。

【分野名】情報通信

【キーワード】セマンティックコンピューティング、CDL、概念記述

【研究題目】サブバンド間遷移超高速光スイッチの研究開発

【研究代表者】秋本 良一

(超高速光信号処理デバイス研究ラボ)

【研究担当者】秋本 良一、Cong Guangwei

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

大容量フォトニックネットワークシステムを実現するためのキーデバイスとなる小型の超高速半導体光スイッチの実現が望まれている。本研究では、これを実現するため1ピコ秒以下の超高速光応答が期待できる半導体量子井戸中のサブバンド間遷移を応用した光スイッチデバイスの研究開発を行っている。具体的には光通信波長帯においてサブバンド間遷移を実現するため、II-VI族化合物半導体材料ベースの大きな伝導帯不連続を有する半導体ヘテロ構造の結晶成長技術、及びその光導波路作製等のプロセス技術の開発を行い、1テラビット/秒級の動作が可能なサブバンド間遷移超高速光スイッチデバイスを開発することを研究目標としている。平成18年度は、サブバンド間遷移光スイッチの低スイッチングエネルギー化に向けて、光導波路構造及びキャリア緩和制御の検討を行った。作製プロセスの改善により低損失かつサイズ制御された導波路を作製できるようになった。これにより、サイズ制御性も向上し、狭メサ化した導波路構造において、消光比10 dB を5 pJ 以下のエネルギーで、Cバンド帯で実現することができた。結合量子井戸を用いた緩和時間制御による低エネルギー動作化については、理論的な検討を行うとともに、結合量子井戸試料を作製し結合効果を確認した。DFB 構造中の光パルス伝播を、キャリアダイナミクスを取り入れて評価できるシミュレーターを開発した。また DFB 構造の作製に着手し、基盤となる作製技術を概ね確立した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、結合量子井戸、屈折率、周期構造

【研究題目】超ギガビット磁気メモリの基盤技術の開発

【研究代表者】宮崎 照宣 (東北大学)

【研究担当者】宮崎 照宣 (東北大学)、久保田 均、福島 章雄 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

スピン注入磁化反転を磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) の書き換え技術として用いる場合、スイッチング電流密度 (J_{c0}) の低減のみならず、長期にわたる情報保持の観点から磁化の熱擾乱耐性 (Δ) の確保も重要である。スピン注入磁化反転は熱活性化型であることが示されており、単純に強磁性体の磁化を減少させて J_c を低減すると、 Δ が損なわれる危険性があるため十分に配慮する必要がある。 Δ の評価手法として幾つか方法があるが、異なる手法で求めた Δ の値の整合性に関する検討がなされていないのが現状である。そこで、一般的に

用いられているスイッチング電流パルスの長さやスイッチング電流の関係から Δ を求める手法（手法1）と繰り返しパルス電流を与えて、スイッチング確率の分布から Δ を求める手法（手法2）の2種類の手法を用いて比較を行った。その結果、手法1ではパルス幅が短くなるほど Δ が減少する場合は認められた。従って、パルス幅が短くなると単純な熱活性型のスイッチングから外れることがわかった。一方、手法2で得られた Δ は、手法1の1 ms 前後の長いパルス幅の領域のデータから求めた値と良く一致した。以上の結果から、メモリ情報の保持時間の目安としては手法2が有効であると結論した。また、実際のデバイスで用いるナノ秒～マイクロ秒の短パルス領域では単純な熱活性型スイッチングではないことが明らかになった。今後、短パルスでのスイッチングのメカニズムの詳細な解明を行う必要がある。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、磁気ランダムアクセスメモリ（MRAM）、スピン注入磁化反転

【研究題目】光で時を刻む新 Cs 原子“光時計”の研究開発

【研究代表者】池上 健（計測標準研究部門）

【研究担当者】渡部 謙一、萩本 憲
（常勤職員3名）

【研究内容】

従来の2重共鳴方式ルビジウム原子時計やセシウムビーム型原子時計より高安定な実用基準周波数源の開発が産業界及び基礎・実用科学の分野から期待されている。本研究では、周波数安定度が平均時間1秒で約 1×10^{-12} のガスセル型セシウム原子時計をコヒーレント・ポビュレーション・トラッピング（CPT）技術を用いて実現するために、ガスセルの組成、レーザー光のパワー、スペクトル、励起方式などによる CPT 信号のスペクトル線幅や信号対雑音比などの特性を調べ、最適条件の抽出を行うものである。さらに、実際にマイクロ波発振器を CPT 信号に周波数同期して安定度の評価を行うことにより、原子時計としての性能を調べる。

平成18年度は、励起状態のスペクトル構造がより単純で大きな信号対雑音比が期待されるセシウム D_1 線（波長894 nm）を用い、各種のパラメーターを変化させながら CPT 信号のスペクトル線幅や信号対雑音比の変化を調べた。導波路型電気光学変調器（EOM）を用いて、外部共振器型半導体レーザーからの光に変調周波数約4.6 GHz でサイドバンドを立て、 ± 1 次の2本のサイドバンドを CPT 信号を観測するための周波数差約9.2 GHz の二つの光とした。また、セシウムガスセルに入射するレーザーのパワー安定化を音響光学素子（AOM）を用いて行った。窒素（ N_2 ）をバッファガスとして用いたセシウムガスセルを用い、バッファガス圧とレーザービー

ムの径を変化させ、スペクトル線幅の変化を測定した結果、バッファガス圧20 Torr で光のビーム径が19 mm ϕ の時に約200 Hz の最小スペクトル線幅が得られた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】原子時計、基準周波数源、コヒーレント・ポビュレーション・トラッピング、セシウム

【研究題目】重度難聴者用の聴覚コミュニケーションツールの開発のための骨導超音波知覚現象の解明

【研究代表者】中川 誠司（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】中川 誠司、藤坂 洋一、保手浜拓也、神原文、山口 雅彦
（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

骨導超音波（骨伝導で呈示された周波数20 kHz 以上の高周波音）が、重度感音性難聴者（内耳以降の傷害に起因する重度難聴者）にも知覚されることを利用した、重度難聴者用の聴覚コミュニケーション・ツールの開発が試みられている。しかしながら、骨導超音波の知覚メカニズムの多くが未解明のままとなっており、効率的な開発に不可欠な理論的基盤が構築されていない。本課題では、ヒトを対象とした各種の感覚機能計測・推定手法（聴覚心理学計測、神経生理学的計測、音響物理計測、コンピュータ・シミュレーションなど）を統合的・相補的に駆使して骨導超音波知覚メカニズムの解明を図り、応用機器開発に有用な知見を得るとともに、その理論的基盤を確立することを目的とする。

平成18年度はまず、骨導超音波が呈示された際の、頭部や耳周辺部位などの頭蓋表面での生体振動を加速度ピックアップやプローブ・マイクロフォン等により測定し、その伝搬の経路や振動のスペクトル特性について調査した。その結果、刺激音に相当する超音波領域の信号成分が捉えられたのに対し、可聴音帯域には被験者のピッチ感に相当する十数 kHz の帯域を含めて目立った信号は観察されなかった。この結果は、骨導超音波知覚においては超音波そのものが受容されていることを示している。

さらに、聴覚末梢機能（内有毛細胞・外有毛細胞の働きなど）の推定を目的として、骨導音の等ラウドネス曲線の推定を行った。その結果、可聴音知覚から骨導超音波知覚へと変化する転換点を示す15～18 kHz での出力レベルの急激な上昇が見られた。また、骨導超音波知覚においては周波数に関わらずにダイナミックレンジが小さいことが示された。これらの結果は、骨導超音波知覚には外有毛細胞の寄与が小さい可能性を示唆している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】骨導超音波、知覚モデル、有毛細胞

〔研究題目〕超伝導転移端マイクロカロリメータを用いた単一光子計測技術の開発

〔研究代表者〕福田 大治（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕福田 大治、R.M.T.Damayanthi
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

平成18年度は、前年度までに得られた成果を元に、本研究の最終目標を達成するために必要な要素技術の開発について推進した。具体的には、(A)光子数識別を行うための常温側信号処理系の構築、(B)受光素子を安定に動作させるための冷凍機温度の安定化、(C)受光素子へのパルスレーザ入射による光子数識別能力と時間特性評価の三つの要素である。まず、(A)については、広帯域の常温側アンプによる磁束フィードバック回路の導入と、低温側の配線インダクタンスの低減に取り組んだ。これにより、信号読み出し帯域が400 kHz から5.1 MHz へと拡大し、素子の熱的な安定性向上を図ることに成功した。(B)については、PID 制御機構による温度安定化と循環ガス比の最適化に取り組み、最低到達温度52 mK、温度安定度200 μ K 以下の極低温環境を得ることに成功した。(C)については、本研究で集中的に取り組んだ研究内容であり、上記の信号処理系、及び低温環境を用いて、作成した受光素子に光パルス照射し、通信波長帯光子の観測実験を行った。その結果、超伝導体チタニウムを用いた素子としては世界で初めて光パルスのエネルギーに応じた応答信号波形を観測することに成功した。性能として、応答速度0.3 μ m（計数率600 kcps に相当）、量子効率28 %を達成した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕極低温、高速応答、信号帯域

〔研究題目〕モバイルアドホックネットワークにおけるスケラブルグループメンバー確認技術に関する研究開発

〔研究代表者〕戸田 賢二（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕戸田 賢二、片下 敏宏、堀 洋平
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

無線通信機能を持つモバイルノード間でリアルタイムに互いに位置などの基本情報を交換するための通信プロトコルを開発するために、無線 LAN の PHY チップを FPGA で直接制御できる専用実験ボードの開発を行った。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕モバイルアドホックネットワーク、リアルタイム通信、無線 LAN、PHY チップ、FPGA

〔研究題目〕超高感度広波長域量子細線フォトディテクタアレイの開発

〔研究代表者〕小倉 睦郎

（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕小倉 睦郎、王 学論

菅谷 武芳（光技術研究部門）

宮川 俊哉、磯村 尚友（京セミ株式会社）

本城 和彦、石川 亮（電気通信大学）

（常勤職員3名、他4名）

〔研究内容〕

平成18年度は量産に適した長波長系光ディテクタの設計、試作、動作原理の検討を行い、フォトダイオードと微細 FET とを組み合わせた64素子程度の1次元及び12 \times 10素子程度の2次元ア InGaAs/InAlGaAs/InP 系広帯域光 FET アレイを開発した。この光 FET は、フォトダイオードと FET がエピタキシャル層内部で結合した構造を持つため、可視から近赤外域において高い感度を持ち、かつ光ディテクタそのものにスイッチ機能を有するため、アドレッシング可能な2次元光ディテクタアレイとして有効である。並行して、積分機能やロックインアンプ機能を有したシリコンチャージアンプを開発し、光ディテクタとのハイブリッド実装により USB インターフェイスを介して PC と接続した。

本プロジェクトによる光 FET は、従来のシリコン素子や化合物半導体素子単体では対応不可能である広範囲な波長域を単一素子で検出可能であり、また従来の化合物半導体撮像素子で用いられている FPA (Focal Plane Array) 構造が不要となるため、シリコン2次元チャージアンプアレイとの貼り合わせを含む複雑な工程が不要となり、平面的なハイブリッド実装により、製造コストを抑えながら高感度広波長域撮像素子を実現できる。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕光ディテクタ、化合物半導体

－その他－

〔研究題目〕ETBE のリスク評価

〔研究代表者〕吉田 喜久雄

（化学物質リスク管理研究センター）

〔研究担当者〕吉田 喜久雄、納屋 聖人、牧野 良次、
神谷 貴文、手口 直美

（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

二酸化炭素排出量の削減等に寄与すると期待されているバイオエタノールを原料とするガソリン添加剤の ETBE を7 %混合したガソリンを全ガソリンの2割相当量を全国規模導入した場合に想定される吸入暴露経路と経口暴露経路の健康リスクを評価した。

(1) 吸入暴露経路のリスク評価

油槽所、給油所及び自動車（燃料蒸発ガス）からの ETBE 排出量をメッシュ別に推計し、この排出量推計値を基に、広域と排出源近傍の局所域での大気中濃

度分布を大気拡散モデル (AIST-ADMER Ver. 2) で推定した。さらに、ETBE に関する既報の有害性情報し、暫定的な NOAEL を決定し、推計した大気中濃度の分布と比較することにより、予備的な吸入暴露経路の健康リスクを判定した。

(2) 経口暴露経路のリスク評価

給油所の地下タンクから土壤中に漏洩した ETBE が地下水に流入する場合を想定した経口暴露経路のリスクを推定するための検討を行った。まず、いくつかの漏洩シナリオを設定し、全国を対象に地下タンクから ETBE 混合ガソリンが漏洩した場合に給油所周辺で飲用される可能性がある井戸水中の ETBE 濃度を地下水環境モデルで推定し、経口暴露経路のリスクが懸念され得る井戸と井戸に影響を及ぼし得る給油所を抽出した。さらに、スクリーニング評価でリスクが懸念される個別地域について、詳細な地質・水文情報に基づく ETBE 濃度を推計し、井戸水飲用率や暴露人口に基づく現実的なリスク評価を行なうため使用する詳細な地下水環境モデルについても検討した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] バイオエタノール、健康リスク、吸入暴露、経口暴露

[研究題目] グリッドコンピューティング標準化調査研究事業

[研究代表者] 関口 智嗣 (グリッド研究センター)

[研究担当者] 伊藤 智、小川 宏高、竹房 あつ子、伊達 浩一 (常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

産業界において、グリッド技術を利用したシステムを設計・構築する際のガイドラインを作成し、国際標準規格化することを目的とした活動を進める。このガイドラインは、グリッドシステムの設計・構築を行う場合に、検討すべき要件項目をリストアップするものであり、仕様書の作成におけるチェックポイントとなるだけでなく、構築するシステムの用途に合わせて、各要件の重要性を参照することが可能である。また、これにより、仕様書を読むベンダや SI 事業者との情報共有の効率が向上させる。

平成18年度は2年目の委員会活動として、ガイドライン作成に必要なグリッドシステムのモデリング、ガイドライン項目の候補となる典型的なグリッドシステムの要件抽出、モデリングやガイドラインで使用する用語の定義、グリッド技術の標準化団体における動向の調査を実施した。グリッドシステムのモデリングでは、システムに関わるプレイヤーの役割、システムが提供するサービスの構造や構成、サービスのライフサイクルなどに関してモデル化を行った。典型的なグリッドシステムとしては、企業内技術計算のためのコンピューティンググリッドと PC グリッド、大学や研究所同士が計算リソースを共有

し合う学術共同コンピューティンググリッド、サーバリソースを提供する商用データセンタの例としてディザスタリカバリシステム、ストレージリソースを提供する商用データセンタの例としてストレージ基盤サービスを取り上げた。

また、国際標準規格の提案に向けて、グリッド技術関連の標準化団体として、OGF、OASIS、W3C、DMTF、SNIA、ISO/IEC JTC1の動向を調査した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] グリッド、標準化

[研究題目] 新しい MH 濃集・賦存モデルを考慮した地化学調査の有効性再検討：追加分析解析

[研究代表者] 棚橋 学 (地圏資源環境研究部門)

[研究担当者] 棚橋 学、池原 研、松林 修、森田 澄人、後藤 秀作、坂田 将、金子 信行、松本 良、芦 寿一郎 (東京大学)、安田 尚登 (高知大学) (常勤職員7名、他3名)

[研究内容]

南海トラフ域で実施された2004年基礎試錐「熊野灘～東海沖」における掘削試料を用いて、間隙水、堆積物サンプルの塩素、臭素、ヨウ素濃度同位体比を測定した。堆積・侵食、構造変形の指標である堆積物の物性測定として、古地磁気キューブ試料を用いたかさ密度の測定値、及び電極プローブを用いた比抵抗の直接測定値と MSCL による「かさ密度」及び比抵抗データの比較を行った。地化学調査で採取されたコアについて、マルチセンサー・コアロガー装置及び CT スキャンなどを用いて、取得したコアの微細堆積構造を中心とした基礎物性データと、個別キューブ試料の解析結果との対比を行い、コアの詳細な堆積速度を連続的に把握することを目的として酸素同位体比を測定した。平成14～16年度の地化学調査航海で採取されたコアの岩相と火山灰分析や浮遊性有孔虫の放射性炭素年代測定結果から求められる堆積速度の結果についてまとめ、この海域の堆積作用について考察し、海底下からのメタンフラックスの指標とされる SMI (硫酸メタン境界面) 深度と堆積速度との関係について検討した。南海トラフ付加体で断層が動いた場合を想定し、断層変位後のハイドレートの生成・分解に伴う潜熱と断層の形状がどのような影響を与えるかを検討した。熊野海盆泥火山域の地震探査データ処理を実施し、第6熊野海丘の下位に「傘状」の構造の存在を示した。東海沖3次元地震探査データの3次元可視化、アトリビュート解析による地質構造解析、岩相情報解析により、本海域における多数の断層の発達状況、ダブル BSR を含む BSR の特性、地層流体移動特性の推定が可能であることが示され、海底下地質地化学環境のモデル化に対す

る重要な制約条件を与えうることが判明した。新しいメタンハイドレートの濃集・賦存モデルを考慮した新しい地化学調査の仕様の検討のため、既存地質地球物理情報のGISによる統合化を行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ガスハイドレート、地化学調査、間隙水化学分析

【研究 題目】 測位用擬似時計技術開発

【研究代表者】 岩田 敏彰（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 岩田 敏彰、村上 寛、岩崎 晃、福島 聡、堤 陽介、Fabrizio Tappero、松沢 孝、高崎 直人、高橋 靖宏、高橋 忍、國府 健嗣（常勤職員2名、他9名）

【研究 内容】

測位衛星に搭載される原子時計に替わり、低コスト、維持が容易な水晶時計を搭載し、地上の原子時計を用いて衛星の時刻管理を行う手法に関する研究を実施している。対流圏遅延データ、電離層遅延データを盛り込んだ実験を行った。また、衛星搭載ソフトウェア、地上評価試験用地上設備については仕様検討・設計を終了した。静止衛星を用いた実験において、通信実験や遅延量測定を実施し、推定遅延量との比較を行い、軌道推定や遅延量推定の方法について検討を行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 測位衛星、時刻同期、原子時計

【研究 題目】 基準認証研究開発事業「微生物酸化分解試験法」におけるシステムの炭素バランスの解析

【研究代表者】 国岡 正雄（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 国岡 正雄、船橋 正弘（常勤職員2名）

【研究 内容】

保有する微生物酸化分解評価装置を用い、生分解性プラスチック研究会が提案し、ISO/TC-61/WG-22で議論されたISO14855-2法を利用した炭素バランスの解析を行った。自然界に存在する放射性炭素14がコンポスト中には含まれていて、石油由来の生分解性プラスチックであるポリブチレンサクシネートに含まれていないことを利用して、ISO14855-2法による微生物酸化分解評価装置で生分解試験を行い、発生した二酸化炭素を収集し、加速器質量分析により、その放射性炭素の割合を詳細に調べることで、当該生分解における炭素バランス、炭素フローを詳細に検討した。その結果、活発に生分解が起こった後で、そこに存在する微生物の増殖によるものと思われる呼吸活性が増加し、二酸化炭素の発生量が増加することを明らかにした。

【分 野 名】 標準

【キーワード】 生分解、ISO14855-2、微生物酸化分解、放射性炭素14、加速器質量分析

【研究 題目】 活断層等周辺地下地質調査に関する研究

【研究代表者】 山口 和雄（地質情報研究部門）

【研究担当者】 山口 和雄、横倉 隆伸、加野 直巳、牧野 雅彦、田中 明子、大滝 壽樹、伊藤 忍、住田 達哉（常勤職員8名）

【研究 内容】

「近接活断層間調査」という課題の2年次調査として、近接する活断層の相互関係を評価するための調査法の検討と実地調査を実施した。関東平野北西縁断層帯（群馬県～埼玉県）と元荒川断層帯（埼玉県）との間隙部をモデル地域として地下地質調査を行い、両断層間の地下構造を明らかにした。また、研究実施最終年度として、地下地質調査でこの5年間に実施した研究の総括を行った。

【分 野 名】 地質

【キーワード】 活断層、調査法、関東平野北西縁断層帯、反射法地震探査、伏在断層

【研究 題目】 炭鉱用データ収録システムの評価

【研究代表者】 野田 和俊（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 野田 和俊（常勤職員1名）

【研究 内容】

石炭鉱山の保安対策技術の向上を図るため、各種センサデータを記録・回収するデータ収録システムの有効性について評価・開発を行う。ここでは、本質安全防爆構造の多チャンネル・多種類・多機能を有するデータ収録システムの評価・開発のため、各種調査を行い坑内適応化に関する諸問題を明らかにすると共に、防爆に関する各種要件を満たす諸条件を確立することにより、災害リスクを減らすために実用化を目指すものである。

国際規格に適合した本質安全防爆構造のデータ収録システムの評価・開発を行うために、本システムの機器開発の評価に関する内外の関係企業、研究機関、大学等で関係技術の調査を行う。また、本システムの機器開発を行う上での、基本構成を明らかにし、機器の信頼性、安全性、防爆機器としての構造等の検討及び評価を行う。その結果、石炭鉱山の保安対策技術の向上を図るため、各種センサデータを記録・回収するデータ収録システムについて、高分解能型ADコンバータを利用して、坑内のどこでも使用可能な本質安全防爆構造のデータ記録システムを開発に寄与した。各種試験の結果、問題なく坑内で使用可能な機器であることを明らかにした。また、国際規格に適合した本質安全防爆構造のデータ収録システムの評価を行い、防爆検定機関による合格証を得ることができた。本システムの完成によって、小型軽量で坑内のあらゆる場所で計測可能となり、重大災害を未然に防止するため有効に活用され、実用化が期待されている。

【分 野 名】 環境・エネルギー、地質

〔キーワード〕 ロガー、センサ、安全、防爆、IEC

〔研究題目〕 鉄鋼構造物の FBG マルチセンシング非破壊検査技術の開発

〔研究代表者〕 津田 浩（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 津田 浩、秋宗 淑雄、高坪 純治
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

光ファイバセンサを利用した鉄鋼構造物の健全性評価システムの構築を研究の目標とし、ファイバ・ブラッグ・グレーティングセンサ（FBG）によるひずみ、及び超音波・AE 計測システムの開発と非破壊検査への適用に関する研究を行っている。これまでに FBG センサを用いた高速ひずみ計測、並びに超音波・AE 検出システムを構築している。

平成18年度はこれまでに構築したシステムの有効性の実証と将来的な FBG マルチセンシングシステムの展開のために、①き裂位置標定技術の確立、②非接触型超音波励起源を用いた超音波検出能評価技術の確立、③石油備蓄タンクを模擬した構造物への適用試験を実施した。以下にそれぞれの研究結果を記す。

①き裂位置標定技術の確立

FBG センサが検出した超音波応答はき裂進展に伴い、時間遅れが生じる。この応答信号の時間遅れを相互相関解析により容易に評価する手法を提案した。

②非接触型超音波励起源を用いた超音波検出能評価技術の確立

レーザで励起された超音波を FBG センサで検出できることを実証し、同センサの高温環境下、または複雑形状部位での非破壊検査への適用可能性を明らかにした。

③石油備蓄タンクを模擬した構造物への適用試験の実施

厚さ20 mm 以上の実構造物を模擬した試験体に疲労負荷をかけて、疲労き裂を進展させて FBG センサによるき裂進展検出を試みた。従来超音波検査に多用されている圧電素子と同程度の疲労き裂検出能を FBG センサが有することを明らかにした。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 光ファイバセンサ、非破壊検査、疲労き裂、超音波

〔研究項目〕 植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発

〔研究代表者〕 新聞 陽一

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 地神 芳文、岡 拓二、齋藤 扶美恵

（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

植物由来のセリン残基への糖転移酵素の網羅的同定とその抑制による O-結合糖鎖付加抑制法の開発を目指し、

酵母発現系を用いたセリン残基への、シロイヌナズナ由来 O-結合型糖鎖付加遺伝子の同定を行っている。

真核生物の糖タンパク質に付加している糖鎖は、N-結合型糖鎖と O-結合型糖鎖が代表的であり、N-結合型糖鎖は進化的に強く保存されているのに対し、O-結合型糖鎖は生物種ごとに構造が大きく異なっている。植物では、ヒドロキシプロリンへの O-Gal 及び O-Ara、セリン残基への O-Gal 構造が知られている。植物を利用して有用ヒト由来糖タンパク質の生産を行う上では植物特異的糖鎖構造の付加は障害であるが、触媒する糖転移酵素遺伝子は全く不明である。そこで、全ゲノム配列が解読されているシロイヌナズナの細胞壁合成に関与するとされる約450 ORF、そのうち糖転移酵素の特徴である膜貫通領域を N 末端側に持っている160 ORF を抽出し、糖転移酵素活性解析を行うことで、植物特異的 O-結合型糖鎖付加関連遺伝子の同定、さらには植物特異的糖鎖付加の抑制を目指している。糖転移酵素候補遺伝子の詳細なアミノ酸配列比較を行うことで、7 GT 遺伝子ファミリーに属する候補 ORF を50程度まで絞り込みを行い、全候補 ORF について PCR により ORF をサブクローニングし、Gateway システムのエントリークローンの作成を行った。酵母細胞で発現し、糖転移酵素活性の測定を行っている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖、糖転移酵素、植物

〔研究題目〕 地層処分における光ファイバセンサを利用したモニタリングシステムの適用可能性研究

〔研究代表者〕 秋宗 淑雄

（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 秋宗 淑雄、津田 浩

（常勤職員2名）

〔研究内容〕

光ファイバセンサの地層処分環境下における適用性を確認するため、昨年度に引き続き、地層処分環境を模擬できる小型試験装置を作成して光ファイバセンサ及び既存の電気式センサによる温度、圧力計測を行い、光ファイバセンサ機能の評価を行った。今年度は、新規に製作した光ファイバ温度・圧力センサを用いた。小型試験装置はベントナイトを封入した立方体形状の金属容器で構成され、容器中心部にはヒータを取り付けてベントナイトを昇温できるようにし、容器壁面に設置された焼結金属を介してベントナイトに水分を与えることができるようになっている。ヒータはオーバーパックを、供試体は緩衝材を模擬している。この小型試験装置を恒温器に入れて、周囲温度を制御した雰囲気で行った。

本試験の結果から、温度計測については、25 mm 間隔の隣接した3点の温度を1本のセンサで測定することに成功し、FBG 温度センサによる同時多点計測が技術的

に可能であることを示した。また、40日程度連続計測を行っているが不具合は見られていない。このことから当初の目標を達成できたものと考えられる。圧力計測については、膨潤圧力を測定することができ、こちらも40日程度連続計測を行っているが不具合は見られていない。圧力測定については、センサの圧力検知機構の関係で今回は、1本のファイバでの多点計測は行うことができなかったが、原理的には可能である。1本のファイバによる圧力の同時多点計測はセンサの製作を含めて今後の課題である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 光ファイバセンサ、波長計、広帯域光源、温度センサ、圧力センサ

【研究題目】 地層処分における光ファイバセンサを利用したモニタリングシステムの適用可能性研究

【研究代表者】 内田 利弘（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 神宮司 元治、内田 利弘
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

緩衝材中に設置された FBG センサによる熱伝導率を利用した含水率分布の測定手法を確立する。今年度の目標としては、基本的なセンサについて試作を行い、含水率の異なる複数のベントナイトブロックを用いて、試作センサの性能及び特性について検討を行った。その結果、含水率14 %以下においては、核燃料サイクル機構が過去にまとめた JNC TN8430のデータと比べて良い一致を示すが、それ以上の含水率領域では不一致となっている。この理由として、FBG センサの分解能が低く（約0.1 °C）、今回のように供給加熱量が小さい場合、高熱伝導率領域での対数温度勾配が小さすぎるため、対数温度勾配を精度良く決定できないからであるためと考えられる。この問題を解決するためには、より分解能の高いFBG センサを用いるか、センサへの供給熱量を増やす必要があると考えられる。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地層処分、光ファイバ FBG センサ、含水率分布測定

【研究題目】 メタンの海洋生態系による固定・消費メカニズムの定量的把握に関する基礎的研究

【研究代表者】 山崎 哲生（地質情報研究部門）

【研究担当者】 山崎 哲生、中村 光一、坂田 将
（地圏資源環境研究部門）
（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム（MH21）が取得・所有する、東海沖南海トラフにおけ

る地化学調査及び環境影響調査等の実海域データ、また、これに類する既存データを利用して、海底及び海水柱に漏出したメタンの、生態系による固定と消費を定量的に把握する基礎的数値モデルの有用性を検証するとともに、モデル改良と機能追加を行い、メタンハイドレート開発時の環境影響を定量的に予測・評価するための基礎モデルを構築することを目的として研究を実施した。本研究で想定している海底の活動的な冷湧水系周辺におけるメタン消費モデルは以下の5つの過程から構成される。

1) 堆積層経由のメタン供給作用

BSR 下部のメタン溜まりから、メタンが流動と拡散によって海底面まで供給されるという簡易的メカニズムを考え、後述する「炭酸塩岩形成を含む嫌氣的酸化・硫酸還元生態系作用」にこれを接続して、2つの経路にメタンを配分する役割を与えた。

2) 炭酸塩岩形成を含む嫌氣的酸化・硫酸還元生態系作用

堆積層下部から湧出してきたメタンの化学合成微生物による嫌氣的酸化・硫酸還元作用と、海水から供給されるカルシウムによる炭酸塩岩の形成を数値モデル化した。

3) バクテリアマットと共生系によるイオウ酸化作用

前述の嫌氣的酸化・硫酸還元作用は堆積層内部で行われるが、その直上の海底面では、海水から供給されるイオウと酸素を利用する好氣的イオウ酸化が、バクテリアマットとシロウリガイやハオリムシなどの体内で、イオウ酸化菌によって行われ有機物が形成される。前述の「炭酸塩岩形成を含む嫌氣的酸化・硫酸還元生態系作用」から受け取る硫化水素が、バクテリアマットとシロウリガイによって有機物に変換されるメカニズムを数値モデルで表現した。

4) バブルジェット上昇作用

バブリングによって放出されたメタンが、周辺海水との密度差によって、ある高さまで海底面から上昇する現象をジェット流の上昇という形で表現した。

5) ブルーム溶解・拡散・酸化作用

ジェット流が密度差を失った後、メタンの溶解・拡散とメタン酸化菌による消費が行われると想定し、設定した流れ場、水温・塩分等の条件下でのブルーム挙動を数値モデルで表現した。

これら5つの過程から構成されるモデルに、既存観測データや模擬データを入力し、テストシミュレーションを実施し、現場観測データ等との比較を行った。

【分野名】 地質

【キーワード】 メタンハイドレート、嫌氣的メタン酸化、嫌氣的硫酸還元、炭酸塩岩形成、化学合成生態系、ブルーム拡散

〔研究題目〕海洋性メタン酸化細菌の微生物学的解析

〔研究代表者〕丸山 明彦

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕丸山 明彦、布施 博之、中村 孝道、
他(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

本研究は、メタンハイドレート開発促進事業(環境影響評価に関する研究開発)の中のモニタリング技術開発の一環とし、メタン代謝に係わる微生物・遺伝子を対象に、それらを用いた効率的なガス漏洩モニタリング手法の開発に寄与することを目的として実施された。今年度は、(1)南海トラフ等海底堆積物の微生物・遺伝子データの収集という研究課題において、南海トラフの熊野灘及び第二渥美海丘より鉛直的に採取した海底堆積物試料を用い、バクテリアやアーキアの多様性解析や定量的な鉛直分布解析、好氣的メタン酸化遺伝子(*pmoA*)やメタン生成・嫌氣的メタン酸化遺伝子(*mcrA*)の分子系統解析等を行い、各々で指標性の高い成分の特定化を図った。また、北米西海岸沖メタンハイドレート海域試料の解析結果との比較を行い、両海域間での共通性や違い、指標成分の有効性等について解明を図った。(2)低温・高圧耐性なメタン酸化細菌等の分離培養という研究課題では、海洋由来のメタン酸化細菌の分離例が世界的に極めて少ないという現状を克服すべく、南海トラフ海底堆積物試料を対象に海洋性メタン酸化細菌の分離を試みた。また、メタン酸化細菌を上記モニタリングの指標として利用するための基盤整備の一環とし、沿岸域から分離したメタン酸化細菌及びその近縁種を対象に、その分類学的性状や関連遺伝子の分子系統学的位置について比較解析を実施した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕微生物、遺伝子、多様性、メタン、エタン、ハイドレート、環境、海洋、南海トラフ、カスカディア

〔研究題目〕環境分野における標準物質の実態調査及び開発研究(中小企業知的基盤整備事業)

〔研究代表者〕加藤 健次

(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕渡辺 卓朗、清水 由隆、北牧 祐子、
日置 昭治(常勤職員5名)

〔研究内容〕

土壌汚染対策法に対応する有機標準ガス(四塩化炭素等12種混合標準ガス)、及び室内空気汚染に対応する有機標準ガス(アセトアルデヒド等7種混合標準ガス)のうち、基準物質の整備されていないアセトアルデヒド及びスチレンの2物質について、JCSS用の基準物質の開発を行った。平成18年度は高純度の市販品より基準物質として適した物を選定し、基準物質としての利用や保存に適するように、小分け瓶詰めを行った。これらの試料

について、示差走査型熱量計、ガスクロマトグラフ、ガスクロマトグラフ質量分析計、カールフィッシャー水分計等をもちいて均質性試験及び純度測定を行った。その結果、純度、均質性とも概ね良好であり、特定標準物質の原料として利用可能な物であった。

また、水道法等に対応した有機標準液(ホルムアルデヒド標準液)の原料となるホルマリンは、メタノール等の溶媒に溶解した形で存在するため、高純度物質を基準物質として供給するのではなく、別の基準物質からの値付けによりトレーサビリティをとる形になっている。そこで、溶媒中のホルムアルデヒド濃度測定及び不純物測定を行った。複数の原理の異なる手法での値付けが望ましく、本研究においては、化学物質評価研究機構で行った滴定法とは異なる原理の手法であるクロマトグラフ法をもちいた値付け法について検討した。高純度のDNPHを基準として溶液の濃度を測定した結果は、化学物質評価研究機構で測定した結果と、よく一致した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕有機標準液、標準物質、環境分析、室内空気汚染

〔研究題目〕二酸化炭素の海洋隔離に伴う環境影響予測技術開発(Moving Ship方式による液体CO₂の海水中への溶解・拡散に関する数値解析)

〔研究代表者〕竹村 文男(エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕竹村 文男(常勤職員1名)

〔研究内容〕

大量隔離技術による二酸化炭素排出削減量評価手法に関連して、本研究では二酸化炭素を直接海洋に放出した際の深さ方向に形成される初期二酸化炭素濃度分布が与える貯留効率について数値シミュレーションを用いて検討を行った。本シミュレーションは3次元OGCMシミュレーションコードを基本にして行われ、二酸化炭素放出は一つの計算グリッドに濃度変化を与えることで行った。深さ方向の初期二酸化炭素濃度分布の解析ソフトは、最新のニアフィールドモデルを参考にした二相流モデルの新しいバージョンが導入されており、合理的な初期二酸化炭素濃度分布を予測できる。本研究によって、二酸化炭素液滴の上昇速度と溶解速度の評価の精度が大きく改善された。実験室レベルの結果とフィールド実験の結果との比較から、上昇速度と溶解速度を求める相関関数を得ており、その関数によって求められた値は実験データとよく一致している。これらを用いて、液滴サイズ、海洋温度、二酸化炭素放出方法等が二酸化炭素貯留効率にどのような影響を及ぼすかを数値的に検討した。シミュレーション結果によると、二酸化炭素貯留効率は深さ1500 m付近で30 mm以上の大きな二酸化炭素液滴を放出することにより、10%程度低下する可能性があることがわかった。海底が浅い場合や海洋温度が高い場合

には、液滴サイズは二酸化炭素貯留効率により影響を与える。逆に深い位置で二酸化炭素を放出した場合には、液滴サイズの影響は無視できる程度に小さくなる。一定の二酸化炭素放出割合のもとでは、より大きな液滴サイズで放出した方が、局所的にも二酸化炭素濃度が減少し、生物へのダメージは小さくなる。また、シミュレーションによれば、液滴サイズや二酸化炭素放出方法の最適化により、十分な二酸化炭素貯留効率を確保した上で生物学的なダメージを極小化する理想的な二酸化炭素濃度分布を形成できる可能性があり、今後の検討課題である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 二酸化炭素隔離、液滴、拡散、溶解

【研究 題目】 金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化

【研究代表者】 大橋 隆弘

(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】 大橋 隆弘、尾崎 浩一、伊藤 哲、澤井 重信 (常勤職員3名、他1名)

【研究 内容】

現在自動車製造業において、工場の24時間稼働が重要な課題の一つとなっており、プレス加工においても、金型にセンサーを組み込み、運転の無人化や不良検知による無人の製品管理が重要な技術開発テーマとなっている。そこで、西日本工業大学(坂田豊教授)、福岡県工業技術センター機械電子研究所、株式会社高山プレス製作所、森尾プレス工業株式会社と産業技術総合研究所は、抜き曲げ加工順送金型と絞り金型について、製品個体毎に不良を金型内で検知することにより、成形不良品の発生を防止するとともに、センサー情報を基に不良要因を分析し、不良防止のための生産工程の改善と万が一不良が発生した場合でも、個々の製品に関するトレーサビリティを確立し、原因究明や以後の生産に反映できるようにする技術開発を行った。産業技術総合研究所においては、多点のロードセルによって金型を支持・モニタリングするセンシング技術の研究開発を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金型、深絞り、デジタルエンジニアリング、CAT、技能の技術化

【研究 題目】 超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発

【研究代表者】 大橋 隆弘

(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】 大橋 隆弘、尾崎 浩一、伊藤 哲、澤井 重信 (常勤職員3名、他1名)

【研究 内容】

金型を利用した加工を含む生産工程のコストダウンのため、金型を利用した工程の後工程の加工プロセスを金型の中で行い、工程を集約的に収縮することが重要な技

術テーマとして注目され始めている。そこで、九州工業大学先端金型センター(センター長・鈴木裕教授)、福岡県工業技術センター機械電子研究所、三泉化成株式会社、九州池上金型株式会社、株式会社高城精機製作所、シバタ精機株式会社、株式会社サンテック、日立マクセル株式会社、株式会社精工技研と産業技術総合研究所は、射出成形時に金型内で高品質なメッキを行う技術開発を行うことにより、複数工程の同時処理によって、高品質メッキ・プラスチック部品の短納期化・低コスト化を実現する研究開発を行った。産業技術総合研究所においては、成形実験・型に関する評価のテーマを分担した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金型、射出成形、めっき

【研究 題目】 環境対応型非鉄金属鑄造技術に関する研究開発

【研究代表者】 岡根 利光

(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】 岡根 利光 (常勤職員1名)

【研究 内容】

水質基準改正、RoHS規制等、鉛・カドミウム等の環境負荷物質に対する規制が進められている。非鉄金属鑄造業では、これらの新たな環境基準に対応したものづくりを迫られており、課題に対応するために以下の開発を進めている。①材料設計技術を活用して、銅合金中の鉛量を低減させ、かつ油圧ポンプのシリンダブロック等に要求される高速・高面圧下での摺動特性を満足する環境配慮型軸受合金開発、②分析トレーサビリティ確保のために鑄造用非鉄合金(アルミ合金・銅合金)の鉛、カドミウム分析標準試料開発、③鑄造・加工の過程での鉛の混入状況を管理する技術を開発するとともに、鑄物から水への鉛溶出評価を短時間で行える加速鉛溶出試験装置の開発。平成18年度は(社)日本非鉄金属鑄物協会より受託し研究を分担して行い、全体としてそれぞれ以下の成果を得た。①鉛青銅代替材としての軸受用銅合金開発について、合金組成の検討、合金溶製、金属組織試験、引張試験、耐摩耗性試験により、基本合金成分系の確立を行った。②銅合金(主要元素)及びアルミ合金(環境規制不純物元素)2種類の材料の分析標準製作に向けて標準試料の化学成分検討、試験片の鑄造・加工、試験分析を行った。③鉛混入管理技術の開発を目的に、鑄物砂・ショット等の鑄造設備に対する鉛汚染状況を評価するための計測手法の開発を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 銅合金鑄物、アルミ合金鑄物、水質基準、RoHS規制、鉛、カドミウム、鉛溶出試験

【研究 題目】 サービスロボット分野における機械安全概念の有効性分析調査研究

【研究代表者】山田 陽滋 (知能システム研究部門)

【研究担当者】山田 陽滋、虫明 磨毅

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究の目標は、平成18年度経済産業省による「機械安全技術の普及促進事業」で掲げられたカテゴリ・マトリクス法の有効性を、去る2005年3月25日～9月25日の「愛・地球博」の会期期間の間、継続的にデモンストレーションを行うことをミッションとして(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)により事業化された「次世代ロボット実用化プロジェクト」で扱われた5分野(掃除ロボット、警備ロボット、チャイルドケアロボット、接客ロボット、インテリジェント車いす)のロボットを主な対象として検証することと設定した。

その結果としてまず、同手法の定義に従えば、守秘義務を伴ってメーカーから収集された事故やインシデント(いわゆる「ひやりはっと」)が事前に予見可能であったかを問う予見可能性については、専門性の高い安全規格への準拠によってはじめて予見可能であったであろうとする事例の割合がおよそ80%を占め、リスクアセスメントをベースとしたメーカーへの安全管理の啓蒙、安全技術の教育が、サービスロボット分野ではすでに展開されていると思われる結果となった。また、事故・インシデントが回避できたであろうかという可能性(回避可能性)については、短時間の開発期間での安全技術構築では負えないところを、安全管理に頼る傾向もおよそ半数を占めるといふ、結果を反映した分析が可能となった。さらに、安全対策によって後に再発防止ができたか否かを情報として収集することにより、カテゴリ・マトリクス法における再発防止可能性そのものを統計的に評価できることを示した。

【分野名】情報通信

【キーワード】次世代ロボット、事故・インシデント、予見可能性、回避可能性、再発防止可能性

【研究題目】石油プラント保守・点検作業支援システムの開発のウェアラブルセンサ情報の理解・解析手法の開発

【研究代表者】松岡 克典(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】松岡 克典、北島 宗雄、渡邊 洋、梅村 浩之、吉野 公三、吉岡 松太郎
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

作業者が装着したウェアラブルセンサで得られる作業時情報から作業内容を理解して、普段と異なる作業が現れた場面を自動検知する解析技術の開発を目的に、昨年度までに開発した作業行動解析アルゴリズムの改良及び新しい解析アルゴリズムの開発を行い、実働プラント作業情報に適用し、その性能を評価した。その結果、作業

時の注視時間の判定精度の向上及び異なる作業の検知精度の向上が達成できた。

(1) 作業行動解析アルゴリズムの改良

ウェアラブルセンサからの情報は無線 LAN を通じて収集されるため、作業者の移動に伴って発生する無線 LAN 基地局の切り替え時に短時間の通信途絶が発生する。通信途絶時には映像が止まることから、作業行動解析アルゴリズムでは注視状態として誤判定されてしまう。そこで、通信途絶状態を自動判別して、誤判定を取り除くことができるようにアルゴリズムを改良した。

(2) 普段と異なる場面の自動検知アルゴリズムの開発

昨年度までに開発した作業行動解析アルゴリズムでは、作業姿勢と注視状態の継続時間長から普段と異なる場面を検知した。そのため、作業内容が同じであるにもかかわらず検知されてしまう場合が多くあり、後処理の負担が大きくなる問題があった。

そこで、作業姿勢、身体傾斜角、注視状態を組み合わせた作業状態の時系列を比較して、普段と異なる作業場面を検知する新しいアルゴリズムを開発した。実働プラントで得られた作業データ(12名のフィールド・オペレータの延べ127時間の作業情報)に適用した結果、1回のパトロールに対して平均14.6件の普段と異なる場面が検知された。この検知結果は、昨年度までのアルゴリズムで得られる平均81.5件よりも大幅に少なく、かつ大切な意味をもつ場面を見逃すこともなかった。これにより、普段と異なる場面の検知性能を大幅に向上することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】作業ログ、作業理解、姿勢検知、注視検知

【研究題目】イオン液体(IL)を用いるCO₂物理吸収・再生プロセスに関する研究

【研究代表者】金久保 光央

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】金久保 光央、横山 敏郎、川波 肇、鈴木 明、成田 真理

(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

地球温暖化対策技術の一つとして、二酸化炭素を分離・回収し、地中や海洋に貯留・隔離する技術開発が進められている。これまで、化学吸収法、吸着法、膜分離法等を用いる様々な二酸化炭素分離・回収技術の研究開発が行われているが、消費エネルギーやコストの大幅な低減などが重要な課題とされている。本研究では、上記の課題を解決すべく、イオン液体(IL)を吸収液として用いた物理吸収法について検討する。特に、イオン液体による二酸化炭素分離・回収プロセスを幾つかの素過程に整理・分類し、各課程におけるイオン液体の特性、

並びに、その有効性について検討し、実用化に必要なバックデータの集積を図る。

イミダゾール系イオン液体を中心として、二酸化炭素吸収量に関する文献データを広く収集し、イオン液体のカチオンやアニオンの分子構造により吸収特性がどのように変化するか調査した。また、吸収液であるイオン液体は二酸化炭素の溶解によりどのような影響を受けるか実験的に検証し、吸収液として適切な分子設計の指針を導き出した。さらに、最適化されたイオン液体が吸収液として実際に使用可能であるか耐久性など種々の観点から調べた。それらに基づき、イオン液体を用いた二酸化炭素吸収・再生プロセスの消費エネルギーの試算を行ったところ、イオン液体法は従来のアミン法と比較して、単位体積当たりほぼ同程度の二酸化炭素回収能力をもち、消費エネルギーも約1/3近くに削減できることが示唆された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオン液体、二酸化炭素、物理吸収、分離・回収技術

【研究 題目】 オンディマンド市場促進のためのヒューマンメトリクス計測技術

【研究代表者】 持丸 正明

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 持丸 正明 (常勤職員1名)

【研究 内容】

個人の体形を獲得し、それに適応したファッション製を選定・製造するオンディマンドサービス市場を促進する為、人体3次元形状を対象として、その計測・モデル化・データベース化・データ配信を行なうための拠点モデル「ヒューマンメトリクススタジオ (HMS)」の創設を目指し、その基盤となる技術を開発する。産総研は、プロジェクトの一部である人体3次元形状のデータベース仕様設計とその具体的な応用ソフトウェア (体形変化の可視化 Web) の開発に参画した。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 デジタルヒューマン、人体形状、健康科学

【研究 題目】 金属光造形複合加工法の高度化による医療機器製品への適応製造技術の開発

【研究代表者】 寺岡 啓

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 寺岡 啓 (常勤職員1名)

【研究 内容】

本事業では、骨欠損部と同一な外部形状、機能的な内部構造を有し、かつ生体組織との高い親和性 (骨との癒合、軟部組織との共存) を発揮するチタン製インプラントの開発を目指している。チタンと骨との早期の結合を望む場合、リン酸カルシウム系材料を表面にコーティン

グすることが有効である。そこで担当課題では、チタン表面にリン酸カルシウム被膜を形成する方法を新に開発した。具体的には、リン酸カルシウム粉体とチタンブロックを浸漬した塩酸酸性水溶液の諸条件を制御することにより、チタンブロック表面にリン酸カルシウム被膜を形成させることに成功した。チタンブロック表面に形成したリン酸カルシウム被膜は、構成結晶の形態から OCP であると考えられた。

本方法によれば、本事業が想定する複雑な表面形状、及び内部構造をもつチタン加工品表面に対しても、容易にリン酸カルシウム被膜を形成することが可能になると想定される。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 粉末積層造形、表面修飾、インプラント

【研究 題目】 グリーン製造技術を目指したドライプレス金型の実用化

【研究代表者】 清水 透

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 清水 透 (常勤職員1名)

【研究 内容】

本研究は、打ち抜き、深絞りの実生産試験条件による評価試験をおこない、ドライプレス成形の可能性の評価研究を行う。具体的には、DLC コーティングを施した金型を用いて、ステンレス鋼、一般鋼板 (SPCC)、アルミニウムにおける打ち抜き、絞り加工を行い、実用条件における DLC コーティングの評価試験を行う。特に平成18年度は、DLC 膜厚、金型の荒らし加工深さを変化させて、無潤滑での10万回加工試験を行い、その評価を行う。

一般鋼 (SPCC) アルミニウムでの打ち抜き、深絞りで評価を中心に実施した。評価項目は、金型での DLC コーティングの剥離、及び焼き付き、打ち抜き材でのバリ高さ、深絞り材でのしごき面での粗さとした。

その結果、SPCC 打ち抜きでは DLC コーティングの条件によらず安定な打ち抜きが可能であることが確認された。また、SPCC 深絞りではコーティング条件により10万回以上の健全な深絞りが可能であることが確認され、その有効性は DLC 膜厚さよりもコーティング表面の粗さの方が高いことが確認された。アルミニウム深絞りで実験される条件は限られたが、5万回を超える打ち抜きでは材料が破断して打ち抜きは不可能となった。全体として、DLC コーティングはドライ金型のコーティングとして有効であるが、その有効性は SPCC において高く、また、コーティング膜厚以上に下地処理における、表面粗さの効果が大きいことが確認された。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金型、潤滑、ドライ、DLC、評価、環境

【研究題目】切断モジュールの開発

【研究代表者】谷川 民生 (知能システム研究部門)

【研究担当者】大場 光太郎、市川 明彦
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では、クローニング作業に係る卵細胞切断作業の自動化を目指した切断モジュールの開発を目標としている。直径約100ミクロンの牛の未受精卵を対象とし、細胞核の除去を目的として、細胞を自動的に切断する。また、本作業は微小流路系内部といった閉鎖系で行うこととし、解放系での作業のようにマイクロコンピュータといった外部の機器は利用しないシステムを目指している。クローニング作業には切断、分離、カップリング、融合作業に大きく分けられ、それぞれがモジュール化される。この中の切断モジュールについては、卵細胞の単なる切断のみだけでなく、切断部の大きさ等の制御性を向上すると共に、他のクローニング作業に必要な作業モジュールとの結合を容易にするプラグイン化を図る。最終的に、デスクトップバイオプラントとして自動クローニングシステムの構築を目指す。なお、スループットについては、50個/h 以上の速度で切断することを目標とする。

本年度は、シリコン系素材で作られた微小流路内に微小刃を外部から突き刺すことで、そのまま細胞を切断出来ることを確認した。ただし、切断に際して流路系が変化することから、流れの変化が顕著であり、その対策として流れを逃がす流路設計を行った。一方、ある程度の流れの乱れの中でも細胞が安定に保持できる流路設計を行い、それぞれの有効性を実験により確認した。

【分野名】情報通信・ライフサイエンス

【キーワード】クローニング、切断、卵細胞、微小流路、流れ制御

【研究題目】病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明と糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立

【研究代表者】池原 譲 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】辻村 邦夫、中西 速夫
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

研究代表者は独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センターの行う新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業から助成されており、「病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明」と、「マクロファージ (φ) の糖鎖認識を活用したと糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」を目指して本研究課題を実施している。畜産業界での実用化を目指して行う糖鎖被覆リポソームワクチンの評価技術の開発は、NEDO の産業技術研究助成事業で開発した技術シーズ、糖鎖被覆リポソームワクチンをヒト医療分野

で実用化する際に不可欠となるものである。また、ヒト検体を活用して開発するには困難である部分を、入手と使用が容易なウシ生体試料を使用して行うので、ヒト医療において実施する際のシミュレーションの意味を持つ。

本研究に関する当該年度の研究成果は、以下の通りである。1) 抗 CD25抗体をマウスに投与することによって、CD4⁺T 細胞の免疫応答を抑制している制御性 T 細胞 (Treg 細胞) を除去できること、その際には2) Th1免疫>Th2免疫となり細胞性免疫を活性化できることと、及び3) パベシア原虫 (*B. microti*) 及びトリパノソーマ原虫 (*T. congolense*) 感染に対して抵抗性となることを、マウス感染モデル系を用いて明らかにしてきた。これらの原虫は、糖鎖被覆リポソームワクチンで制圧を目指す対象モデル原虫となりうることが示された。また、4) 赤血球内寄生性パベシア原虫は赤血球膜成分であるシアル酸や脂質 (フォスファチジルセリン (PS) など) を被覆していること、5) 免疫応答の際に PS が介在すると Treg 細胞の誘導に有利な環境が構築されることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖被覆リポソーム、細胞性免疫活性化ワクチン、タイレリア原虫感染症

【研究題目】CRES-T 法による新規形質花きの作出と分子育種技法としての確立

【研究代表者】高木 優

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】光田 展隆、高木 優
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

目的:

モデル植物であるシロイヌナズナの研究で生まれた簡便・高効率かつドミナントに働く転写因子抑制技法 (CRES-T 法) を5種類の花きに適用し、多数の新規形質花きを得るとともに、遺伝子の重複性に起因する発現制御の不確実性を解決する画期的な育種技法として確立する。

進捗状況:

キメラリプレッサーの構築とシロイヌナズナ形質転換体の作出を行うため、キメラリプレッサーを発現するシロイヌナズナ形質転換体の解析を行い、表現型に変異が見られたものを選抜し、その要因となるキメラリプレッサーを同定した。これらの内から形態変異を中心にシロイヌナズナで効果を示した42個のキメラリプレッサー遺伝子、81コンストラクトを各共同機関へ配布した。また、発現ベクターの最適化のために、トランジェントアッセイを行い、転写抑制ドメインがシロイヌナズナ以外の対象植物でも作用することを確認した。また、キメラリプレッサーの花器器官への影響を効率的に解析し、機能未知転写因子の効率的なスクリーニングを行うために早咲

き遺伝子である FT を発現させる35S:FT の作製を行い、各機関に配布した。さらに、花器器官に特異的に発現が誘導（抑制）される転写因子を発現プロファイリング解析から選抜し、それらのキメラリプレッサーを作製し、バルク感染法を用いて花器器官形成に関わる転写因子探索研究の効率化を進めている。さらに、花きに対する有用形質を付与するキメラリプレッサーの効率的な探索研究をさらに推進すると同時に、これまでに同定したキメラリプレッサーを個別の花きに適応させるため、実用化植物における相同遺伝子を単離し、発現などプロモーターの単離を含め、実用化植物において形質変異を誘導するキメラリプレッサーを最適に機能させることを進めている。これまでに明らかになった花の形態形成に関与する転写因子を実用化植物で効率的に発現させるため、実用化植物における相同遺伝子の単離あるいは、シロイヌナズナ転写因子の発現を含めた最適化を進めている。そのため、実用化植物で該当する転写因子遺伝子の発現プロファイルを解析すると共に、プロモーター領域の単離も進める。平行して、T2種子ライブラリーの作製をさらに進め花きに対して有用な形質を持つ植物体の探索研究を進めた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】転写因子、花き、ゲノム育種

【研究題目】リグニン含量及び環境ストレス耐性を制御する転写因子の検索

【研究代表者】高木 優

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】光田 展隆、高木 優

(常勤職員2名)

【研究内容】

飼料のカロリー自給率が改善される。飼料作物の栽培面積が伸び悩んでいる中で、可消化養分総量（TDN）を増加させることは自給率改善に有効である。また、飼料の純輸入国である日本は、世界一の窒素輸入国になっており、窒素循環のバランスが変調を来していることから、環境負荷低減型である粗飼料の生産力及び栄養価を高めていく必要がある。本課題で研究対象とする寒地型牧草のトールフェスク及び暖地型牧草の日本シバは肥料の投下量を抑えても比較的安定した生産性が得られるため、窒素負荷を軽減できると考えられる。さらに、耐乾燥性や高温耐性等を高めることによって、荒地や耕作放棄地など未利用地を放牧地化することが可能となり、草地面積を拡げていくことに対しても貢献できると考えられる。本研究の目的は、新規遺伝子サイレンシング法である CRES-T 法を用いて、リグニン含量を抑制した高消化性、及び高温、乾燥等の環境ストレス耐性を備えた牧草・芝草＝スーパーグラスの作出を目指すことにある。本研究で対象とするトールフェスク及び日本芝といった短草型のイネ科植物は、飼料作物として有用である

ばかりでなく、緑化用植物としても広く用いられている。近年、地球温暖化を抑制するために、特に都市部において緑化を推進する条例作りが進められている。しかし、現状、散水や刈り込みといった植物の維持管理にコストがかかることから緑化面積はあまり増加していない。したがって、イネ科植物を中心とした緑化植物の耐乾燥性や高温耐性等をさらに高め、省管理化を図ることによって、屋上や人工地盤といった他の植物が植栽できない場所への緑化が促進できると期待できる。

シロイヌナズナにおいて、既に、転写因子 NST をキメラ転写因子にすることによって二次壁形成を抑制できることが明らかになっていることから、イネの NST オーソログについてキメラ転写因子を作成し、イネに形質転換することによって、その効果を検証するため、イネの NST 遺伝子の単離を行い、キメラリプレッサーコンストラクトの作成を行った。また、NST を過剰に発現させたシロイヌナズナや NST を破壊したシロイヌナズナについてマイクロアレイ解析を行い、リグニン含量を制御するにあたって有望な転写因子候補の検索を行った

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ゲノム育種、牧草、転写因子

【研究題目】生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査委託事業

【研究代表者】谷本 照己（地質情報研究部門）

【研究担当者】谷本 照己、星加 章、高杉 由夫

(常勤職員3名)

【研究内容】

アマモ遺伝子に配慮したアマモ場造成技術開発のため、アマモの種子輸送による遺伝的交流の概要及び物理環境とアマモの生態の関連を検討した。本年度は、安芸灘北部海域を対象に水平方向に200 m の正方形メッシュ（格子数182×104）とし、モデル領域内の流況を再現し、風の影響を考慮した粒子輸送数値モデルを作成した。作成したモデルを用いて、アマモ種子成熟期にあたる風の影響を考慮した粒子輸送数値解析を行った結果、安芸灘北部海域における粒子の大部分は時間の経過と共に領域外へ輸送される傾向であり、他海域への種子輸送による遺伝的交流の可能性が高いことを明らかにした。また、同一アマモ群落内における水深の異なる場に生息するアマモの生態特性と波浪に伴う乱れの大きさとの関連を明らかにした。

【分野名】地質

【キーワード】アマモ種子輸送、粒子輸送数値解析、流動、生物多様性

【大項目名】安全・安心な畜産物生産技術の開発

【中項目名】無機マイクロカプセルによる動物用ドラッグデリバリー材料の開発

【研究代表者】藤原 正浩

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 藤原 正浩、塩川 久美

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

畜産における「安全・安心」を確保するための畜産物製造プロセスにおける新技術として、産業技術総合研究所のオリジナル技術である無機マイクロカプセルの内部にサイトカイン等の薬物を導入し、家畜の体内等での環境におけるドラッグデリバリーシステムを実現させ、薬物使用量を低減し、家畜や畜産環境への薬物リスクを最小限にすることを目的とし、研究を行った。

平成18年度は、炭酸カルシウム・マイクロカプセルへのタンパク質等の内包化を検討した。界面反応法で得られるシリカ・マイクロカプセル合成では、内水相に薬物を混合すると直接内包できることをすでに見いだしているが、炭酸カルシウムのマイクロカプセルへの内包化も検討した。その結果、シリカ・マイクロカプセルと同様に炭酸カルシウム・マイクロカプセル内に、種々の化合物を導入することに成功した。この内包された化合物は、カプセルが壊れない限り外部には放出されなかった。一方、炭酸カルシウムが中空構造（マイクロカプセル）を取るには、結晶相が通常のカルサイトではなく準安定相であるバテライトになる必要があるが、このバテライト相の炭酸カルシウムの持つタンパク質吸着能は、カルサイトよりも十分に高いことも見いだした。

また、ハイドロキシアパタイト粒子への化合物の内包化も試みた。この場合は、中空球状粒子はできていないが、固体内に取り込まれた化合物は水による洗浄ではほとんど外部へは放出されなかった。このように、界面反応法は固体マトリックス内に種々の化合物を効率よく導入する有効な方法であることが確認できた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マイクロカプセル、畜産、ドラッグデリバリーシステム

〔研究題目〕 大深度ボーリング試料による地質年代調査

〔研究代表者〕 柳沢 幸夫（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 柳沢 幸夫、高橋 雅紀、渡辺 真人、田中 裕一郎、木村 克己、平井 圭子（常勤職員6名）

〔研究内容〕

大地震による大都市での被害を軽減化することを目的として、文部科学省は大都市大震災軽減化特別プロジェクト（平成14年～平成18年）を実施し、その一環として地震動（強い揺れ）の予測に関する研究を行っている。当該研究は、そのプロジェクトの中で、大深度ボーリングによって地震動の予測に必要な大都市平野地下の弾性波速度構造モデルを構築する研究の一部を分担しており、大深度ボーリングコアの地質年代を明らかにして地下地

質構造の解釈に資することを目的としている。研究は防災科学技術研究所からの受託研究として実施した。

本研究では、平成14年度は千葉県鴨川市、平成15年度は神奈川県山北町、平成16年度は大阪府及び京都府、平成17年度は千葉県山武市蓮沼において掘削された大深度ボーリング試料について、それぞれ年代地質調査を行った。最終年度にあたる今年度は、茨城県つくば市南部で掘削されたつくば南観測井について、石灰質ナノ化石と浮遊性有孔虫化石による地質年代調査を実施し、本観測井の年代層序を明らかにした。その結果、この観測井の堆積層の年代は前期更新世であり、房総半島の上総層群上部に対比できることが明らかになった。また、昨年度掘削された千葉県山武市蓮沼観測井の大深度ボーリング試料についても、追加の地質年代調査として珪藻化石と石灰質ナノ化石による年代分析を実施した。それにより、この観測井の堆積層の年代が後期鮮新世から中期更新世にわたり、上総層群に対比できることが判明した。また、上総層群の基底となる黒滝不整合の年代について、重要なデータを得ることができた。

この研究によって、関東平野の地表及び地下の堆積層は、約1,530万年前の庭谷不整合と、約280万年前前後の黒滝不整合によって三分され、下位より富岡層群とその相当層（N.8層）、安房層群とその相当層（postN.8層）及び下総・上総層群から構成されることが明らかとなった。これにより、強振動予測に役立つ関東平野地下堆積層の速度構造モデルを構築するための基礎となる重要な地質モデルを提供することができた。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 平野地下地質、地震防災、強振動予測

〔研究題目〕 新環境基準に対応した水質汚濁リスク評価基本図の作成

〔研究代表者〕 丸茂 克美（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 丸茂 克美（常勤職員1名）

〔研究内容〕

水質汚濁防止法の改正に伴い、河川水や湖沼水の亜鉛濃度が「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準項目」として規制され、さらにニッケル、モリブデン、アンチモン、マンガン及びウランが「水質汚濁に係る人の健康の保護に関する要監視項目」となった。本研究では関東・東北地方において環境省の公表する常時監視河川のうち、亜鉛濃度が30 ppb を超過している可能性のある河川とその流域を対象に、水質汚濁の原因を特定し、そのうち自然由来の汚濁原因が存在すると判断される地域については、河川水中の亜鉛などの重金属や硫酸イオンなどの主成分イオンの分析を行うとともに、河川流域の岩石類を対象として亜鉛などの重金属類の含有量と溶出量を測定し、岩石類から溶出する重金属類がどの程度河川に移行しているかを評価した。河川水は160試料、岩石類は77試料分析し、岩石類の溶出試験は55試料行っ

た。

その結果、山形県海味川や茨城県日立市の宮田川で旧廃止鉱山から河川に移行する坑内水には環境基準を超過する濃度の亜鉛が含まれ、河川の亜鉛濃度の増加に関与していることが判明した。これらの鉱山周辺の岩石類には鉱化作用に伴われる重金属濃縮が認められるものの、これらの重金属の溶出量は決して多くないことが溶出試験から示唆された。

千葉県市原市や君津市周辺域に分布する海成堆積物には海水起源の硫黄が含まれるため、溶出試験を行うと硫酸イオンが溶出し、検液の pH が低下するとともに、亜鉛などの重金属類が溶出する。この溶出量は鉱山周辺の岩石類からの溶出量よりも多い。千葉県市原市や君津市周辺域では養老川や小櫃川などの河川が緩やかな地形勾配に沿って流れているため、岩石類と接する時間が多く、海成堆積物から溶出する重金属類が河川水に混じることが予測されたが、実際にはこうした海成堆積物からの寄与は小さいことが確認された。

【分野名】地質

【キーワード】河川水、亜鉛、ヒ素、カドミウム、鉛、溶出試験

【研究題目】断層帯周辺における自然地震観測（稠密アレー観測）

【研究代表者】桑原 保人（地質情報研究部門）

【研究担当者】桑原 保人、今西 和俊、長 郁夫（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究は、文科省による5カ年計画「糸魚川―静岡構造線断層帯の重点的な調査観測」の一部をなすもので、今年度は、糸静線中部の諏訪湖周辺の断層近傍の応力場を得るために、臨時的微小地震観測網を設置し、データ取得を開始した。また、昨年に続き、糸静線南部で取得したデータの解析を行ない、9ヶ月間の観測データから約300個の極微小地震のメカニズム解を決定した。気象庁マグニチュードは0.0から3.2である。推定されたメカニズム解には横ずれタイプと逆断層タイプが混在しているが、その空間分布には地域性があることが明らかになった。つまり、糸静線南部セグメント周辺では逆断層タイプの地震が主であるのに対して、中央構造線周辺では横ずれタイプの地震がほとんどである。これは、地形・地質・トレンチ調査等から推定されている糸静線南部セグメントと中央構造線の運動センスとも調和的である。次に、得られたメカニズム解を用いて応力テンソルインバージョンの予備解析を実施した。中央構造線周辺では横ずれの応力場が、糸静線南部セグメント周辺では横ずれ成分を含んだ逆断層の応力場が推定された。一方、主応力軸の方位には空間的な変化は見られず、西北西-東南東であった。

本研究の解析期間と同じ期間内で気象庁により決定さ

れた P 波初動解は2個のみである。このことから、臨時地震観測と振幅値を用いたメカニズム解推定法により、従来の100倍近い数のメカニズム解を決定できることが分かった。

【分野名】地質

【キーワード】糸魚川―静岡構造線断層帯、中央構造線、微小地震、発震機構、活断層、地殻応力場

【研究題目】エージェントライブラリの開発とシステムプロトコルの設計

【研究代表者】野田 五十樹（情報技術研究部門）

【研究担当者】野田 五十樹、秋山 英久（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

災害及び救助活動を総合的にシミュレーションするためのフレームワークとして、多種のシミュレータ及びエージェントモジュールを連動させ、統合的なシミュレーションを行うための基盤技術を開発する。特にエージェントの活動のシミュレーションは通常の物理的シミュレーションとは異質であるため、単純な方法での連動が困難と考えられる。本委託業務ではこのエージェントシミュレーションモジュールを統合することを目的として、以下の項目の開発を行った。

(a) エージェント行動記述システムの設計・開発

これまで作成してきたエージェントの行動記述システムを用いて、震災総合シミュレーションシステムのためのエージェント開発環境の整備を行った。本プロジェクトで開発されている総合シミュレーションシステム IDSS では、地理情報を分割し、それぞれを独立して動作させることで、分散シミュレーションを実現している。エージェントライブラリの実装においては、分割された領域とそこに含まれる情報を適切に参照するための工夫が必要となる。特にエージェント間のコミュニケーションは重要な要素となる。本プロジェクトでは都市全体のシミュレーションを目指しており、そのなかで活動するエージェントの数はかなり大きいものになる。このため、IDSS 上で動作するエージェントプログラムは、シミュレータの負荷を下げるために極力リソースを節約することが求められる。これらの問題を解決するために、本年度は、エージェントの行動記述を抽象化したクラス Action の概念の導入を行い、また、コミュニケーション手段として旗たて方式を提案し、実装を行った。これらの実装により、プロジェクトの目標であった、川崎市川崎区の3 km×4 km 四方の領域における市民エージェント1万体的実時間内シミュレーションを実現できた。これによって、事前対策だけでなく、災害発生後の事後対策にも十分利用可能であることが示された。また、市民行動に多数のバリエーションを持たせ、その分布により避難効率などがどのように変化するかを仔細に調べる実験

など、幅広い応用が可能なシステムとすることができた。

(b) システムプロトコル設計

前年度から行ってきたプロジェクト外で開発・研究されてきた交通シミュレーションとの統合・連携実験を引き続きおこない、震災総合シミュレーションシステム及びそこで用いられるデータが、ほかで開発されたシステムと連携できることを示した。まず、本プロジェクトで整備したデータは連携プロトコルを介して倒壊シミュレーションに渡され、建物倒壊による道路閉塞が計算される。その結果を、外部で開発された交通シミュレーションの入力として計算を行い、震災後の交通状況をより精密に予測できることを示した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 災害救助、マルチエージェント、シミュレーション

【研究題目】 アドホックネットワークによる災害時臨時情報共有交換システム

【研究代表者】 野田 五十樹（情報技術研究部門）

【研究担当者】 野田 五十樹、和泉 潔、太田 正幸、松井 宏樹（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

大大特プロジェクトでは災害現場の状況を迅速かつ正確に把握することを目的とした多種多様なロボットやユビキタス端末が開発されている。これらの機器・システムの連携を有機的に実現するためには、災害救助に関連する多種多様な情報を統一的に表現して、各種システム間でのデータの相互利用を可能にする枠組みが必要となる。本テーマではこの枠組みの基盤を確立するために、情報表現形式を設計し、デバイスやシステムの連携機能の実装を容易にするためのツール等を開発している。この目的に対し、本年度は以下のような項目を実行した。

データベース、マイクロサーバ及び携帯端末による情報配信・共有システム構築

これまで開発してきたマイクロサーバ（レスキューコミュニケータ）に加え、市販の携帯端末をアドホックネットワーク等で連携させた情報共有システムを構築する際、必要となる、データの動機の問題の解決を図るため、情報共有プロトコル Misp 及びデータベース DaRuMa に改良を施し、時間差分管理機能を追加した。この機能では、データのタイムスタンプを TransactionID とよぶ文字列で表現し、分散する端末でかならず唯一となる時間 ID を用意する。各端末ではこの ID の間の時間順序関係を保存し、タイムスタンプが検索キーで指定された場合にはこの順序関係で検索するものとする。この実装では、SQL 文を工夫することで検索時間を、通常のタイムスタンプやシリアルナンバーで行うのと同程度の速度のものにできており、汎用性・実用性ともに高いものとなっている。このシステムは、山古志村における実証実験で、遠隔地へのデータのミラーリングでも検証

されており、広域でも利用可能なものとなっている。

災害情報収集・配信のための共有プロトコル及び共通情報表現形式の実装と検証

前年度までに設計・改良を行ってきた救助ロボット・インフラ・シミュレーション接続共通プロトコルを用いて、各種ロボットによる取得された情報の共有を確認し、それらの情報を実際に各種判断を行う人間に効果的に表示するため、共有情報表現形式を使った汎用情報提示機能の実装を行った。具体的には、DaRuMa に格納されているデータを取得し、GoogleEarth 上に表示するためのツール、darumaEarth を設計・実装した。darumaEarth は以下の機能をもつ。(1) 指定した地物を検索し、位置情報に基づき GoogleEarth 中に表示する PlaceMark として KML 形式に変換する。(2) 地物内の各要素のデータは、各々その要素の XPath と対して表形式で吹き出し内に表示させる。(3) 指定した地物がロボットによるセンシングデータのメタ情報である場合、その実データへのリンク id をもとに実データを daruma より取得して上記の吹き出し中に表示する。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 災害救助、ロボット、アドホックネット

【研究題目】 二酸化炭素データの標準化法

【研究代表者】 鶴島 修夫（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 鶴島 修夫、原田 晃（常勤職員2名）

【研究内容】

西部北太平洋において各層採水観測によって測定された炭酸系データのデータベース構築に向け、実データの収集と各種調査を行った。平成17年度に調査したインベントリデータのうち、約6割程度の実データを収集することが出来た。また、JAMSTEC、北海道大学などの協力により、新たにインベントリデータを拡充した。西部北太平洋を広域的に網羅する NOPACCS、WEST-COSMIC プロジェクトの情報により、東経130～175度、北緯48度～北緯10度の測線について、表面から海底直上までのデータセットが得られている。これにより、西部北太平洋における炭酸系データの広域分布や、各深度面における変動幅などを明らかにすることが出来た。その他に得られたデータを統合し時空間的に高密度なデータベースの構築を行うため、ODV フォーマットを採用し、実データを元にした統一データセットの作成を開始した。表面 pCO₂データについて、公開されている海洋化学系データインベントリから基礎情報を収集し、国内機関が所有する表面水二酸化炭素分圧データ及び関連情報について調査した。その結果、北部北太平洋では国立環境研究所所有のデータ数が圧倒的であったが、亜熱帯以南では十分なデータが揃っていない海域も存在した。環境研以外の研究機関のインベントリデータを整理したところ、全てをまとめてもデータ数は環境研データに及ばないが、日本近海の亜熱帯域などのデータは多く、環

境研データを時空間的に補足することが可能であることがわかった。各層採水データ、表面データ共に内挿法などについて調査し、データベースソフトとして Ocean Data View を利用する方向で検討を進めている。データベースを高度化するために現在配布されている炭素循環に関わる標準物質の配布の調整を引き続き検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】海洋、二酸化炭素、標準化、データベース

【研究題目】平成18年度二酸化炭素深海貯留のための洋上投入システムに関する研究（スラリー液滴挙動・閉塞プラグ成長の解析）

【研究代表者】山崎 章弘（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】山崎 章弘、永翁 龍一
（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究は、地球温暖化対策としての二酸化炭素海洋貯留法のオプションとして提案されている NEW-COSOMOS 法に基づく二酸化炭素深海貯留のための洋上投入システムの開発を目的としている。NEW-COSMOS 法では、火力発電所などの集中発生源の排ガス中から分離、回収した二酸化炭素を液化後、CO₂タンカーに積載、洋上に設置した注入用の浮体まで輸送する。注入用浮体上で、液体 CO₂からドライアイス粒子と液体 CO₂の混合物である CO₂スラリーを生成し、パイプラインで500 m 程度の深度まで送り込んだ後に、液滴としてノズルから排出する。排出時の物性を適切にコントロールすることで、排出後の CO₂スラリー液滴は海水中を海底に向けて沈降し、海底で CO₂プールを形成し、CO₂が貯留されることになる。

平成18年度は、海洋中に投入された CO₂スラリー液滴の数値流体力学シミュレーション手法の開発及び CO₂スラリー液滴生成のためのドライアイス粒子生成プロセスドライアイス圧力晶析法の開発を行った。

液滴の流体力学的な挙動に関する数値計算シミュレーターを開発し、海洋中での CO₂スラリー液滴の挙動解析を海水中の乱流のレイノルズ数とフルード数の効果を中心に検討した。その結果、レイノルズ数と重力効果が共にある程度大きい場合には、沈降液滴の先端部分に渦と低圧領域が発生し、これらの影響により液滴の分裂が予想されることがわかった。一方、レイノルズ数が十分に小さい場合には、重力の影響が大きい場合でも上述の液滴先端部分の渦や低圧領域は顕著には発生せず、液滴の変形も小さいことがわかった。この場合には、前者のケースに比較すれば液滴の分裂に至る可能性は十分に低いものと予想される。これらの数値実験の結果より、液滴の投入においては、液滴の分裂をさけるためには海水中の乱流の効果が小さい場所を選定すること、また海水と液滴との密度差を小さくし液滴に作用する重力の効果

をなるべく小さくすることが望ましいことが示唆された。一方、液体 CO₂と固体ドライアイスの混合物である CO₂スラリー液滴の生成法として新たに CO₂スラリー液滴の生成法として、ドライアイス粒子圧力晶析法を提案し、その熱力学的基礎、及び生成プロセスについての実験的な基礎検討を行いその有効性を確認した。

【研究題目】光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発

【研究代表者】土田 英実（光技術研究部門）

【研究担当者】土田 英実、吉澤 明男、福田 大治
（計測標準研究部門）（常勤職員3名）

【研究内容】

実用的な搬送波であるコヒーレント光パルスに量子一括測定を適用して、シャノン限界を超える大容量光通信を実現するためには、光子レベルで強い非線形過程（測定誘起非線形）を実現する必要がある。本研究は、このための基盤技術を確認することを目的として、光子数を識別できる光検出器の開発を行った。具体的には、チタニウム薄膜を用いた超伝導転移端センサを試作し、特性を評価した。390 mK 付近に転移温度を有するチタニウムを用いて光子数識別を実現するため、熱容量や熱コンダクタンスを考慮した設計を行い、電子ビーム蒸着やマグネトロンスパッタを用いて、検出素子を試作した。また、低温環境を実現するための冷凍機や、出力電流を増幅するための超伝導量子干渉素子を整備し、光子数識別特性の評価を行った。その結果、応答時間定数0.3 ms、繰り返し周波数10 kHz、量子効率28 %、光子数分解能2.5が得られた。量子効率をさらに向上させるため、反射防止膜、及び高反射ミラーを組み込んだ構造の素子を設計・試作し、50 %以上の効率を実現できる見通しを得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光子数識別、超伝導転移端センサ、シャノン限界、量子一括測定、測定誘起非線形

【研究題目】複数衛星画像間の変化抽出手法の開発（その3）

【研究代表者】増田 健（情報技術研究部門）

【研究担当者】増田 健、喜多 泰代
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

光学衛星画像は、撮影した季節、時刻、気象、角度などの違いにより、同一の対象を撮影してもその見え方が異なる。気象条件や太陽高度による輝度の変動に頑健な位置合わせ手法と変化抽出の手法を開発する。

本年度においては、変化抽出手法の調査、2次元濃度ヒストグラムに基づく変化抽出手法の衛星画像への適用、衛星画像を用いたさまざまな手法の結果の比較、学習に

よる変化抽出の検討を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】衛星画像、変化抽出

【研究題目】酵母の遺伝子解析

【研究代表者】岩橋 均

(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】岩橋 均 (常勤職員1名)

【研究内容】

和歌山県内熊野古道で分離された清酒用酵母について、その特徴について DNA マイクロアレイを用いて解析した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】熊野古道、酵母、清酒、DNA マイクロアレイ

【研究題目】Mg 切削粉のリサイクルによる板材製造技術の開発

【研究代表者】松崎 邦男

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】松崎 邦男、加藤 正仁

(常勤職員2名)

【研究内容】

マグネシウム板材は非常にコストが高いことから、その低減を目的として AZ₃₁合金の切削で生じた切り子を用いて熱間圧延による固化成形を行い、板材の作製を試みた。切り子を銅製あるいはステンレス製の容器に充填した後、真空排気、溶接を行って封入し、400℃で加熱した。その後、200℃に加熱したロールにより圧延を行い、厚さ15mmの容器を厚さ5mmまで加工後、シースを剥がし、さらに熱間圧延を行って1mmの板材にした。得られた板材は幅約50mmであり、その組織は20μm程度の微細なものであった。引張り強度及び破断までの伸びはそれぞれ230MPa及び12%であり、市販のAZ₃₁合金の値とほぼ同等であった。また、クロス圧延により板幅のスケールアップも可能であった。切削粉を熱間圧延によりマグネシウム合金板材にリサイクルすることは、廃棄物としてのマグネシウム切削粉の削減法及び安価な板材への再利用法として期待できる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】Mg 切削粉、熱間圧延、板材、AZ₃₁、リサイクル

【研究題目】さがフロンティア開拓共創プロジェクト事業／シリカ・アパタイト複合体による室内浄化用不燃壁紙の研究開発

【研究代表者】恒松 修二

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】恒松 修二、井上 耕三

(常勤職員2名)

【研究内容】

ケイ酸カルシウム水和物をリン酸塩水溶液中で水熱処理して得たシリカ・アパタイト複合体を紙に漉いて複合化することにより、露結防止と調湿機能を兼ね備えた室内浄化機能と防災機能を有する新規な不燃壁紙を研究開発するため、①ケイ酸カルシウムの水熱合成技術の確立、②シリカ・アパタイト複合体の創製技術の確立、③VOC測定装置の設計・試作と性能試験の3課題を担当し、生活環境の快適性と安全性の追求を目的とした検討を行った。

ケイ酸カルシウムの水熱合成は150~200℃の高温・高圧下で行われており、設備投資や熱エネルギーなどの点で高コストとなっている。①の課題では、シリカ原料として企業から排出される非晶質シリカを使用することにより、100℃以下の大気圧下でも反応が進行して嵩高なCSHとなることが判明し、経済的な製造法の見通しがついた。②の課題では、VOCの代表的な放出物質であるホルムアルデヒドの吸着機能を可視光下で測定した結果、酸化チタンやハイドロキシアパタイトより吸着除去機能に優れていることが判明した。③の課題では、概略図を基に業者と装置の具体化に向けた打ち合わせを行うことにより、設計図の作成の目途をつけることができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】ケイ酸カルシウム、水熱反応、シリカ、ハイドロキシアパタイト、吸着

【研究題目】3次元回転培養装置の自動制御システムの構築に関する研究

【研究代表者】植村 壽公

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】植村 壽公、鶴嶋 英夫、大矢根 綾子、山添 泰宗 (常勤職員4名、他16名)

【研究内容】

3次元回転培養装置の自動制御システムの構築に関する研究

RWV(rotating wall vessel)バイオリアクターを用いてウサギ骨髄より良質の軟骨組織を構築する技術の開発に成功している。本技術を臨床に応用するために、回転培養の自動化が必要である。3次元培養組織をCCDカメラにより位置情報を捕らえ、回転数を自動的に制御できる装置の試作が完了した。

【研究題目】潜頭性熱水鉱床を対象とした比抵抗探査技術の研究

【研究代表者】高倉 伸一 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】高倉 伸一 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

最近の金属鉱床探査では、地形が険しい山岳地域や地下が高温である地熱地域において、潜頭性熱水鉱床を対象とすることが増えている。そのため、このような難しい条件下で鉱床を高精度かつ効率的に把握する比抵抗調査の技術が必要とされている。本研究では、山岳地に適用する精密な比抵抗調査法や、高温状態にある地下構造の解釈法の開発を目的とする。平成18年度は、まず、これまで実施してきた電気物性測定結果をまとめた。次に、「平成17年度精密地質構造調査北薩・山岳地域」で実施した菱刈鉱山周辺での AMT 法調査のデータを検討した。さらに、最新の AMT 法調査のケーススタディを収集するとともに、3次元解析の必要性を検討し、難地形地域にある潜頭性熱水鉱床の探査に AMT を適用するための方法について検討した。そして、本研究の最終年度のまとめを行った。

【分野名】地質

【キーワード】鉱床、比抵抗探査

【研究題目】間葉系幹細胞の擬微小重力環境下における分化、組織構築過程に関する研究

【研究代表者】植村 壽公

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】植村 壽公、鶴嶋 英夫、大矢根 綾子、山添 泰宗(常勤職員4名、他16名)

【研究内容】

間葉系幹細胞の擬微小重力環境下における分化、組織構築過程に関する研究

擬微小重力環境で培養できる RWV バイオリクターでは、間葉系幹細胞から軟骨などに分化させることができるが、そのメカニズムは不明である。リアクター中でのどのような力学場が生じているかを調べるための PIV システムを構築し、予備実験を終了した。今後力学場と分化との相関に関して調べる予定である。

【研究題目】スタッドレスタイヤの氷上性能試験

【研究代表者】二瓶 光弥(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】二瓶 光弥、加藤 義隆、岡本 高典(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究は、トレッドゴム配合を変化させた数種のスタッドレスタイヤ(12種)の氷上性能について、当所の雪氷路用タイヤのための室内タイヤ試験機を用いて評価し、実車試験との相関について考察することを目的としている。試験タイヤは、同一のトレッドパターンのタイヤを用いて、トレッドゴムの配合を種々に変化させたものを用意した。また、アスファルト上の予備走行を実施し、ゴムの配合状態によって、そのトレッド表面粗さが種々の状態となることを確認した。室内タイヤ試験機で使用する氷盤路面は、実車試験の氷盤路面の性状と同一となるように、その氷の融解水の導電率や結晶のファブリッ

クを調整した。主な試験項目は、制動力係数(μ)ースリップ比(S)特性の試験とし、その試験条件は、速度を4条件、温度を2条件、接地荷重を2条件として実施した。これらの試験結果から次のことが明らかになった。すなわち、1)各試験条件毎に制動力係数 μ が最大となるゴム配合条件が明らかになった。2)トレッド表面粗さと制動力係数 μ には一定の関係が存在する。3)室内試験と屋外試験の相関は比較的高い結果となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】スタッドレスタイヤ、氷上性能、ゴム配合

【研究題目】ICTによる安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発

【研究代表者】神代 暁

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】神代 暁、前澤 正明、落合 雅幸、木村 寛恵(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

災害現場において発生する有害ガスの高感度遠隔分光受信器の心臓部である200~500 GHz帯の超伝導トンネル型ミキサ実現を目指し、ミキサの周波数応答特性を6%以内の周波数精度で予測可能な設計技術と、設計したミキサの素子パラメータをほぼ忠実に実現できる作製技術を確立した。また、試作したミキサの受信器雑音度を評価し、230~444 GHzにわたり700 K以下を得た

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、標準・計測

【キーワード】テラヘルツ、遠隔分光、ヘテロダイン分光、ミキサ、超伝導

【研究題目】高精度地中挙動予測手法の研究

【研究代表者】當舎 利行(地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】當舎 利行、楠瀬 勤一郎、奥山 康子、相馬 宣和、及川 寧己、竹原 孝、天満 則夫、田中 敦子、唐澤 廣和、徂徠 正夫、増田 幸治、金子 信行、柳澤 教雄、佐々木 宗建、杉原 光彦、西 祐司、中尾 信典、菊地 恒夫、高倉 伸一、宮越 昭暢、丸井 敦尚、村岡 洋文、内田 利弘、麻植 久史、雷 興林、古宇田 亮一、伊藤 高敏、関根 孝太郎(常勤職員27名、他2名)

【研究内容】

広域地下水流動解析として、帯水層貯留におけるCO₂流体の空間的挙動に対し深部地下水の長期的流動が及ぼす影響を、東京湾岸を例にケーススタディとして解明するため、東京湾岸を含む関東平野南部で、地中貯留深度での数理的地質構造モデルをたて、観測データとシミュレーションから広域深部地下水流動を解析し、

貯留層内流体の挙動を把握する手法の適用を試み、浅部地下水を対象に前年度確立した地下温度分布に基づく広域流動解析手法を、地下400 m以深での深部地下水流動に拡張した。地下温度分布法による広域地下水流動解析では、昨年度までの浅部に加えて、深井戸のデータを収集し、深層までの温度分布を推定し、広域地下水流動を解析した。東京湾岸地域の数理地質構造モデル作成研究では、海上保安庁所有の東京湾海底下の反射法探査デジタルデータをもとに、反射法探査の再解析を実施し、測線に沿って昨年よりも高い精度で地質構造をモデル化することができた。

貯留層内挙動のモニタリングに関わる基礎研究として、貯留層内でのCO₂流体の挙動モニタリングを目的として実験システムと解析法の改良を行い、高浸透率の試料に対しても十分な実験データが取得できるようになった。

シール層の健全性評価手法の開発として、現実的な形態の亀裂について封圧下での浸透性評価実験をおこない、亀裂の形状効果を評価した。

地化学的CO₂貯留メカニズムの検討として、貯留されたCO₂流体と地層間隙水及び貯留層岩石との地化学的相互作用による、長期的貯留メカニズムを評価する手法を開発するため、深部地下水化学組成のデータベース化により貯留層深度での地層間隙水をモデル化し、東京湾岸地域の地化学的環境での相平衡シミュレーションを完了し、鉱物-CO₂-塩水反応実験と、反応論的シミュレーションの準備に取り掛かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】CO₂、地中貯留、帯水層、上総層群、広域地下水流動、地下温度分布、挙動モニタリング、相対減衰トモグラフィ、シール層、亀裂浸透性、地層水データベース、相平衡シミュレーション、反応論シミュレーション、鉱物固定

【研究題目】水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価

【研究代表者】福山 誠司

(水素材料先端科学研究センター)

【研究担当者】横川 清志、今出 政明、安 白、文 矛、張 林、大場 俊幸

(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

目標：

水素を安全に利用するための技術開発を行うとともに、安全性の確保を前提とした燃料電池に係わる包括的な規制の再点検に資する各種材料の技術開発や特性データ取得を行い、民間事業者等が主体となって行う技術基準案や例示基準案の作成等につなげます。

研究計画：

高圧水素特性試験装置としてフリーピストン型材料試

験器の試運転を継続し、性能向上のための改善を進めるとともに、70 MPa級水素特性試験機を用いて水素用材料の基礎物性評価に関する研究を実施します。特に、平成18年度は、燃料電池自動車関連の高圧水素貯蔵システムにおいて用いられるオーステナイト系ステンレス鋼、低合金鋼、ニッケル基合金等の金属材料の高圧水素脆化を評価する上で、化学成分の影響、加工履歴の影響、水素チャージの影響を検討しました。

年度進捗状況：

関係業界の要望を受けて特定候補材料であるオーステナイト系ステンレス鋼及びニッケル基合金の高圧水素脆化及び内部可逆水素脆化に及ぼす化学成分の影響を検討しました。また、100 MPa級水素特性試験装置を開発しました。

①100 MPa級水素特性試験装置の開発

圧力容器内の試験片に荷重を加える方法として、圧力容器外から荷重を負荷する試験器は、圧力容器内部圧力が引張棒の荷重に影響を与えない均圧管型装置として既に開発してきましたが、当該プロジェクトでは圧力容器内で荷重を負荷する試験器を開発してきました。本装置は、均圧管型の試験器に較べて、摩擦抵抗による問題からは概ね解放されて、良い結果が得られました。フリーピストン型試験器では、一応これでクロスヘッド速度制御式引張試験として所定の目的は達成されたものと考えます。

②水素用材料の基礎物性評価

修正 Ni 当量依存性がニッケル基合金まで拡張できるかどうかは理論的根拠を必要とするために議論があるところですが、妥当であるもの妥当でないものと事例の積み重ねも必要であると考えられます。修正 Ni 当量の小さい材料では高圧水素脆化は大きく、修正 Ni 当量の増加と共に脆化は減少しました。しかし、修正 Ni 当量45%以上ではNi当量の増加とともに高圧水素脆化は増加した。また、高圧水素脆化が大きいものと内部可逆水素脆化が大きいものとに分類できることが明らかになりました。一般的に、高圧水素脆化は化学成分依存性を特徴とし、内部可逆水素脆化は組織依存性を特徴とすることが、材料選定上重要な要因であると考えられます。なお、更に多くの事例を集めて材料選定として利用できるようにしたいと考えています。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】データベース、金属材料、引張性質、高圧水素、高圧水素脆化、内部可逆水素脆化

【研究題目】相模湾における人工湧昇放流水の水塊分布と栄養塩動態の把握

【研究代表者】原田 晃(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】原田 晃、鶴島 修夫(常勤職員2名)

【研究内容】

深層水放流実験施設「拓海」の放流水の影響把握と相模湾の水塊構造の把握を目的として、東京海洋大学の「青鷹丸」、並びに、神奈川県水産技術センターの「江の島丸」による調査に参加し、季節躍層の形成が見込まれる6～10月のデータ計測並びに採水試料の採取を行った。「青鷹丸」では、三崎ー拓海の間の水塊分布と拓海周辺の水塊放流水検出を主目的とし、「江の島丸」では、成層期の相模湾表層の水塊構造と無機栄養塩類の分布状況との関係を季節推移と共に広域に把握することを主目的とした。東京大学海洋研究所の淡青丸 KT-06-16航海においてトレーサー散布実験観測を行い、ウラン、溶存無機炭素（全炭酸）と溶存酸素の測定を行った。これらの観測結果により、「拓海」から放出された水塊の拡散状況と化学成分の特徴を初めて捕捉する事が出来た。大まかな結果としては、ウラン極大層が20 m 深周辺に存在し、栄養塩濃度、全炭酸濃度が高く、溶存酸素濃度の低い水塊が検出された。この水塊を数日間追跡することが出来たが、生物活動の指標となるクロロフィルなどが増大することを確認するまでには至らなかった。来年度、これまでのバックグラウンド観測結果と併せて、「拓海」の肥沃化効果検証に寄与するデータ解析を行う。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 海洋、相模湾、深層水

【研究題目】 軌道上液体収容容器内の液体残量計測に関する研究

【研究代表者】 中納 暁洋（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 中納 暁洋（常勤職員1名）

【研究内容】

液体推進剤を軌道間輸送機に供給するための燃料ステーションを設置することは、将来の宇宙輸送インフラストラクチャを構築する上で必要不可欠であり、そこで重要となるのが微小重力下での液体管理技術である。重力が働かないこのような状況下では、液量計測という基本的な作業でさえ困難になる。本研究の目的は簡便で正確、且つ安価な微小重力下で有効な液量計測装置の開発にある。平成18年度は以下の研究を遂行した。1) 現有の液体窒素用高所セルのオーバーホール。2) G ジッター低減装置の検討・試作。3) 液体誘導性能試験容器の設計・試作。まず、平成14-15年度の地上研究時に使用した液体窒素用高所セルのオーバーホールを（株）ジェック東理社に依頼し実施した。前回の航空機実験での使用、及びそのための予備実験で10回以上、液体窒素温度(77 K)ー室温(300 K)の熱サイクルを与えていたため、実験装置を分解し、各構成パーツの状態確認を行い損傷・故障等がないことを確認した。また、完全浮遊型 G ジッター低減装置の設計・試作を行ったのに加え、その有効性を確かめるための水実験用アクリル製液体誘導性能試験容器の設計・試作を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 液量計測、ヘルムホルツ共鳴、微小重力

【研究題目】 知的クラスター創造事業「札幌 IT カロツツェリアの創成」

【研究代表者】 持丸 正明

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 持丸 正明、宮田 なつき、

河内 まき子（常勤職員3名）

【研究内容】

IT 機器の地域工房を創成するための基盤技術として、IT 機器の操作性をコンピュータ上で事前評価するデジタルハンド技術を研究した。産総研が独自に開発を進めた DhaibaHand の寸法・形状・構造モデルを提供し、それを、共同研究先である北海道大学が市販 CAD (CATIA) のプラグインソフトウェアとして実装した。CAD 上で動作する DhaibaHand ソフトウェアは、複数の企業が関心を示しており、実用に近い水準に到達できた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 デジタルヒューマン、CAD

【研究題目】 子ども人体シミュレータによる機械設備からの転倒・転落傷害リスクの可視化技術の調査

【研究代表者】 持丸 正明

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 持丸 正明、西田 佳史、河内 まき子

(常勤職員3名)

【研究内容】

機器設備から転倒・転落した際に子どもが受ける加速度を計算する人体シミュレータ、及び、その計算結果の効果的な可視化技術について調査を行った。産総研と金沢大学、東工大で共同開発した日本人子どもの人体寸法特性を反映した人体シミュレータのほか、有限要素モデルを用いた豊田中研の子どもシミュレータなどがあることがわかった。可視化技術では、多くが加速度を人体表面に色表示しているだけであるのに対し、産総研らのグループでは最大加速度を機器設備上の転落時の立ち位置にマッピングして機器設備のリスクを効果的に可視化技術を開発している。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 デジタルヒューマン、可視化技術

【研究題目】 マルチアングル光散乱法によるタンパク質の集積機構解明

【研究代表者】 小沼 一雄（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 小沼 一雄、神崎（浅香）紀子

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

タンパク質が生体内で発揮する様々な機能を解明する際に要求される、「高品質タンパク質結晶育成」に資する基礎データの収集を行う。タンパク質分子の分子間相互作用と集積過程の解析を通じて、溶液状態から結晶化の難易度を判定する物理的指標を確立することを目標とする。

研究計画：

上記目標を達成するための要素技術として、時間分解能及び測定精度に優れたマルチアングル光散乱装置を開発し、様々な分子量を持つタンパク質群を対象に、分子間相互作用の精密測定と集積過程の追跡を行う。この測定結果を元にしてタンパク質分子の結晶化難易度を代表するパラメータを見だし、その値が集積キネティクス及び最終析出物の構造完全性と如何に関連するかを解明する。

平成18年度進捗状況：糖タンパク質である Ynd1p を対象として研究を行った。その結果、Ynd1p の分子間引力相互作用力の指標となる Hamaker 定数は分子のミューテーションによって変化し、その僅かな違いが最終生成物である結晶の完全性と強く関連することが判明した。集積過程の観察から、Ynd1p の分子会合体が成長してゆく際には会合体の内部構造が経時的に規則化・緻密化することが示された。集積の進行に伴って系全体の自由エネルギーは減少するが、このとき会合体のサイズ増加によって自由エネルギーの低下を導く状態が優先すると最終生成物は多結晶になり、一方、会合体内部構造の規則化が優先すると最終生成物は単結晶になる。どちらのルートを経るかは、対象分子の Hamaker 定数が「結晶化に適した領域にあるか否か」に依存する。この知見は、高分子量タンパク質群の測定から推定された結果と完全に一致した。平成16年からの研究を通じて、初期目標であった「タンパク質結晶化の難易度予測」に関する物理指標が確立できた。

〔研究題目〕比較ゲノミクスによる標的遺伝子領域の決定と解析

〔研究代表者〕町田 雅之

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕町田 雅之、玉野 孝一、砂川 美佐緒、戸田 智美 (常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

予測された破壊候補となる124個の転写制御因子について、EST データなどによる発現状況などを加味して破壊の優先順位などの評価を行った上で、転写制御遺伝子破壊ライブラリーの作製を行った。遺伝子の破壊は、単核分離操作後、PCR 並びにサザン・ハイブリダイゼーションにより核の純化と遺伝子の挿入部位の確認を行い決定した。また、取得した破壊株を用いて様々な培養条件での生育特性を調べるとともに、代表的な培養条件での DNA マイクロアレイによる遺伝子発現プロファ

イルの解析を実施した。

単離した転写制御因子破壊株の生育を比較したところ、他の破壊株と生育速度が異なるものが検出された。生育抑制を受けた破壊株は、いずれも EST 解析で高発現の遺伝子であったことから、これらの遺伝子は麹菌の基本的な生命維持や基礎的な代謝経路に深く関与している可能性が考えられる。これら破壊された遺伝子について、相同性検索を行い既知の遺伝子機能情報を調べたところ、一方は、基本的な転写制御因子に関連しており、他方は機能未知であった。また、これらの破壊株の中から、培地の pH による転写制御を司ると考えられている pacC に関して、pH などの違いによる生育性や遺伝子発現の解析を行った。

他の糸状菌や酵母を用いた比較検索を用いた転写制御因子の分布の普遍性に関する分類により、これまでのアスペルギルス種間だけでのシンテニーによる場合よりも精度の高い予測が得られたと考えられる。近年の真菌類のゲノム情報の増加により、比較ゲノム解析は遺伝子機能の予測に対する有用性が非常に高いことが明らかとなった。

以前の解析により、非シンテニー領域の遺伝子の発現強度は、シンテニー領域の遺伝子の発現強度に比較して有意に低いことが明らかになっている。今回の解析により、これらの遺伝子の絶対発現強度は低いものの、全体的に誘導される条件が存在することが明らかとなった。これにより、非シンテニー領域の遺伝子を共通に制御するメカニズムが存在することが示唆された。この領域全体の遺伝子の発現制御メカニズムを明らかにすることにより、麹菌の発酵生産能力に影響を与えることなく、他の物質の生産性や安全性のさらなる向上に資するところが大きいと予想される。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕麹菌、ゲノム解析、二次代謝、転写制御因子、染色体加工

〔研究題目〕常温衝撃固化現象を利用した微小重力下での製膜プロセス開発

〔研究代表者〕中野 禪

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕中野 禪、明渡 純、岩田 篤、小木曾 久人 (常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

常温衝撃固化現象を利用したセラミックス製膜技術である、エアロゾルデポジション法は、原料に粉体を利用しガス流により基板へ衝突させ製膜する。この製膜手法では、原料粉のエアロゾル化が重要であり、宇宙空間等の微小重力下にもち込むことにより、原料粉が重力の影響を受けずエアロゾル化室内に浮遊することが期待でき、地上以上に高速・高品位な製膜が可能と考えている。そこで、航空機を利用した微小重力実験に参加し、エアロ

ゾルデポジションの微小重力下におけるエアロゾル流動の可視化観察、制御方法の確立、エアロゾル流動と薄膜形成に相関を明らかにすることを目的として、研究を推進している。

平成18年度は、実験に用いているエアロゾル化室の形状を変更し、微小重力による浮遊現象を有効に活用できるか検討し、また、レーザーのチャンバー内の透過強度を測定し、エアロゾル化状態の検討を加えた。加えて、一回の微小重力フライトは時間が20秒と短いので、複数回のフライトで一箇所のサンプル上に製膜し、より高品質な製膜が可能となるか実験を行った。その結果、チャンバー形状が良いことが判ったが、量的な制御はさらに検討が必要であることがわかり、多層製膜では均質性の高い膜の形成が可能であった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 エアロゾルデポジション、微小重力、製膜

【研究題目】 新規高機能型ファブリー病治療薬の酵母による産生

【研究代表者】 千葉 靖典

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 明星 裕美、地神 芳文

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

東京都臨床医学総合研究所にて作製された副作用の少ない高機能型ファブリー病治療薬の酵母での生産系の検討を行なった。高機能型ファブリー病治療薬をコードする遺伝子について PCR 法で増幅後、メタノール資化性酵母 *Ogataea minuta* の発現ベクターにサブクローニングした。なお、シグナル配列は COS 細胞で発現させた際の高機能型ファブリー病治療薬のものと、酵母由来の α ファクタープレプロ配列の2種類を用いた。それぞれを大腸菌に導入しプラスミドを増幅、回収後、エレクトロポレーション法を用いて *O. minuta* 株の形質転換を行なった。宿主は酵母特有の糖鎖を欠損した株とプロテアーゼ破壊株の2種類を準備した。種々の培養条件下で、高機能型ファブリー病治療薬の発現の確認と活性測定を進めたが、明確な発現は確認されず、また活性も検出できなかった。そこで高機能型ファブリー病治療薬をコードする遺伝子について、宿主である *O. minuta* 株のコドン使用を基に、コドンを最適化した遺伝子の全合成を行なった。この遺伝子を導入した株で発現を試みたところ、培養上清中に活性が検出され、またウエスタンブロットにおいても分子量約46 kDa 付近にシグナルが確認できた。この株について、さらに宿主由来のシャペロンタンパク質や、またリン酸化された糖鎖を増やすため、リン酸化糖鎖を高発現するための遺伝子導入を行なった。種々の培養条件下で、高機能型ファブリー病治療薬の発現の確認と活性測定を行なった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リソソーム酵素、メタノール酵母、ファブリー病

【研究題目】 高効率熱電変換システムの開発 熱電変換モジュール評価技術の確立

【研究代表者】 小原 春彦 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 小原 春彦、山本 淳、高澤 弘幸、李 哲虎、岡田 安正
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

近年、高い熱電性能を有する新しい熱電材料の発見が相次ぎ、変換効率が10%をこえる熱電発電素子の実現が期待されており、高効率な熱電変換システムの実用化を目指して、NEDO プロジェクト「高効率熱電変換システムの開発」が実施されている。変換効率が10%を越える発電モジュールは、動作温度が高く、効率などの性能評価は容易ではない。熱電モジュールの効率は、一般に入熱と電気出力の比として定義されるが、電気出力の測定に比べて熱入力の精密な測定は極めて難しい。本研究では、熱電発電モジュールの性能評価技術開発と、プロジェクト参画企業の開発した熱電発電モジュールの性能評価を行う。熱電発電モジュールの評価装置としては、従来の Bi-Te 系材料が用いられる比較的低温領域の低い装置 (300℃級) と、より高い動作温度の評価装置 (700℃級) を対象とし、開発している。これまでに、300℃級評価装置の開発は完成しており、700℃級評価装置に関しても、プロジェクトの中間評価に使用され、統一的に精度良く熱電発電モジュールの性能評価を行えたことを評価委員会が高く評価された。プロジェクトの最終年度である平成18年度は、700℃級評価装置の測定精度をさらに向上させ、評価技術として完成することに成功した。さらに、プロジェクト参画企業の評価装置との整合性を検証するために、熱流測定の共通試料の持ち回り測定 (ラウンドロビン測定) を実施した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 熱電変換、排熱利用、変換効率、評価技術

【研究題目】 熱帯適合型太陽電池評価及び標準化技術の開発

【研究代表者】 近藤 道雄 (太陽光発電研究センター)

【研究担当者】 近藤 道雄、作田 宏一、菱川 善博、高島 巧、大谷 謙二、原 崇之
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

1. 熱帯気候を模した屋内評価技術の検討

(1) タイ屋外太陽光スペクトル

タイ国 NSTDA における屋外太陽光スペクトルの実測値を基に太陽電池性能評価技術の検討を行った。

(2) ソーラシミュレータのスペクトル可変範囲

AIST に既設の可変スペクトルソーラシミュレータである、HFSS、MJMS のスペクトル可変機能を用い、下記の条件でタイ国 NSTDA における屋外太陽光スペクトルを再現できることを明らかにした。

MJMS バンドオフフィルタなし

～ 640 nm バンドオフフィルタ70 %

HFSS Xe ランプ90 % + Ha ランプ100 %

～ Xe ランプ100 % + Ha ランプ0 %

(3) 屋外試験データの分析

タイ国 NSTDA における屋外試験データを用い、気象観測値及び太陽電池モジュールの I-V 特性値の分析を行った。両データの同期ずれの他、日射変動がわが国と比べて大きく快晴日が冬季にしか得られなかった、等の品質上の問題があるために、フィルタリング条件の設定とピーク値の評価抽出を実施した。

2. 評価と標準化技術の移転

(1) 技術の移転

タイ国 NSTDA において2回のレクチャー等を行い、日本の JIS 規格と互換の太陽電池評価技術の啓蒙、移転を行った。

(2) ラウンドロビン測定

AIST 及びタイ国の3機関が参加する太陽電池モジュールのラウンドロビン測定を行った。参加4機関の間で測定値の差は I_{sc} で11 %と大きいことが明らかになった。タイ国の太陽電池測定技術を向上させるために、ソーラシミュレータの測定技術の指導を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、太陽光発電、熱帯、システム、性能評価

〔研究題目〕 熱物性・計算ライブラリ構築

〔研究代表者〕 粥川 洋平

(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 粥川 洋平、藤井 賢一

(常勤職員2名)

〔研究内容〕

現在わが国では、オゾン層を破壊しないノンフロン冷媒を用いた冷凍・空調機器の開発が進められており、これと平行して開発された機器の性能を計算によって評価・予測するシミュレータが必要となる。この開発のためには、ノンフロン冷媒に関する信頼できる熱物性値が不可欠である。そこで本受託研究では状態方程式をもとにノンフロン冷媒の熱物性値を計算プログラムの形で提供し、さらにこれら物性値の信頼性を、状態方程式と精密物性計測により評価する。

平成18年度は、5年間のプロジェクトの前期(2年目)にあたる。熱物性計算ライブラリに関しては、平成17年度に作成した1次ライブラリを、性能予測シミュレータ

の入出力形式に適合させるためのバージョンアップを行い、任意の一つまたは二つの物性値で定義される状態における比熱やエンタルピー等の熱力学性質を計算できるように改良した。さらに、二酸化炭素に関する状態方程式の信頼性を評価するため、同物質に関する実測値情報をもとに、気相及び飽和における物性相関式を統計的手法によって評価し、物性値の信頼性の範囲をもとめた。また、物性計測システムの高圧対応等のための改良を実施し、二酸化炭素の比熱・PVT 性質に関する試験的な測定を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 二酸化炭素、状態方程式、冷媒、熱物性、地球温暖化、ノンフロン

〔研究題目〕 間欠故障の自己診断機能をもつ6軸力覚センサ

〔研究代表者〕 山田 陽滋(知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 山田 陽滋、木村 稔

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

平成18年度の開発目標は、まず、有限要素法(FEM)を用いて6軸力覚、すなわち3軸方向の力と3軸周りのモーメントのセンシング、に必要なトランスデューサとして、ひずみゲージ式のみならず静電容量式のトランスデューサをも6軸力覚センサ単体に組み込んだ構造体の初期設計を行い、つぎに実際に2種類のトランスデューサを製作した構造体に組み込んで、トランスデューサ回路及びこれに続く増幅・フィルタ処理回路をセンサ回路として設計・試作することであった。これらの目標に向かって、まず、円柱状力覚センサ構造体の水平断面について放射状90度間隔に配置された支柱ごとに2種類のトランスデューサをそれぞれの特性を考慮して構成する設計を行い、FEM でそれらの特性を調べ、最終的に6軸力覚情報を得るための検出式を得た。つぎに、構造体を試作して2種類のトランスデューサを実際に組み込みセンサ回路も作製して、設計段階で得た検出式を適用することにより、6軸力覚データが算出できることを確認するまでを行った。

二つ目の目標は、上記の異なる2種類のセンサ回路出力が互いに比較されて故障診断できるような自己診断回路を設計・作製してその高速性を評価することであった。この目標に対しても、まず回路入力段階で、2種類のセンサ信号をフェールセーフに比較する回路の設計を行って、ユーザニーズに合致する仕様でセンサ回路からの6入力を自己診断機能付でマルチプレクスする回路へと接続するトータルな回路へと設計を拡張した。また、診断回路最終段のアナログゲート回路には、インテリジェントパワーデバイスを採用することによって、高速化を達成した。

〔分野名〕 情報通信

【キーワード】 ひずみゲージ、静電容量、異種2重、自己診断、フェールセーフ

【研究題目】 ジャガイモそうか病の土壌・病斑部診断技術と新規防除手法の確立

【研究代表者】 鎌形 洋一

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 鎌形 洋一、玉木 秀幸、田川 雅弘

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

そうか病はジャガイモをはじめ、大根、人参、山芋、ゴボウ等の塊茎・根菜類全般に発症が認められる難防除性植物病害として世界的に問題となっており、その経済的な被害状況は深刻である。そこで、本研究開発においては、①そうか病の土壌及び植物病斑組織を対象とした遺伝子診断技術の確立、②そうか病発症抑制型微生物製剤の開発とそれらを用いた生物学的防除手法の確立といった2大目標を達成し、そうか病の発症リスク診断→有効かつ適切な微生物資材の施用管理→効果の検証までの一貫したシステム、すなわち「そうか病の診断・防除にかかる総合的対策システム」としての実用化を目指している。本年度は、生物機能工学研究部門にて開発された新規遺伝子定量技術 ABC 法を活用し、そうか病遺伝子診断技術の核となる「そうか病原菌種の新規種別定量技術」を確立することに成功した。ABC 法を基盤とした本遺伝子診断技術は、低コスト化、簡便化、ハイスループット化が期待でき、実用性の高い技術として成熟しうる可能性がある。また、新規乗除技術開発では、主要そうか病原菌種全てに対して生育抑制効果を有する新規糸状菌を分離、収集することに成功し、現在、効果的な新規生物資材の開発を進めている。今後、実際のジャガイモ栽培畑土壌においてフィールド実証試験を進め、開発技術の有用性評価を実施し、そうか病の総合的診断防除システムの確立を目指す予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ジャガイモそうか病、遺伝子タイピング、遺伝子診断、微生物製剤、総合的診断防除システム

【研究題目】 合金系水素貯蔵材料の耐久性研究

【研究代表者】 栗山 信宏

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 韓 松、田中 秀明、徐 強、

栗山 信宏 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

Ti-Cr-V 合金 (BCC 系固溶体) に対して、純 H₂ による活性の回復挙動を観測した。20 °C、50 °C 及び 80 °C の下で、1,000 ppm CO/H₂ 混合ガスと純 H₂ を 10 サイクル毎に交換してその挙動を評価した結果、いずれの温度においても、繰り返し回数の増加に伴い回復がより困難

となること、また、LaNi₅ より CO 被毒の影響が顕著に表れることが判った。TiCr_{1.5}V_{0.3} 合金を ¹³CO 雰囲気中で被毒させた後、昇温脱離 (TPD) 測定を行った。TiCr_{1.5}V_{0.3} 合金表面から、CO 脱離ピークが 230 °C と 325 °C に観測された。この温度は LaNi_{4.9}Al_{0.1} 合金表面からの CO 脱離温度 (130 °C と 200 °C) よりも高いため、TiCr_{1.5}V_{0.3} 合金表面では CO がより強く吸着していることが判った。1,000 ppm CO/H₂ 混合ガスと純 H₂ を 10 サイクル毎に交換して上記各温度下で予め水素吸蔵・放出させた Ti-Cr-V 合金に対して、昇温脱離ガス分析 (TPD)、熱重量-質量分析 (TG-Mass) 及び X 線回折 (XRD) 測定を行った。試験温度が低い合金ほど、TPD では多量の脱離 CO が観測され、また、TG-Mass 及び XRD 測定では多くの水素の残留が認められた。これらのことから、Ti-Cr-V 合金表面に吸着した CO が低温では脱離せずに水素放出を阻害し、結果として合金内の残存水素量が増えたと考えられる。一方、被毒試料表面から CO 以外に CH₄ と H₂O の脱離も同時に観測されたことから、CO 分子の一部が合金表面を触媒として解離し、水素と反応したことが示唆される。第一原理計算プログラム VASP を用いて BCC 固溶体である TiCr_{1.5}V_{0.3} を模した Ti₆Cr₃V₂ 合金表面における CO の吸着エネルギー、各吸着状態の電子密度分布、状態密度分布 (PDOS) 及び振動状態の計算を行った。9 種類の可能な CO 吸着状態を想定して計算を行った結果：① CO が side-on 吸着する場合は最も安定である；② Side-on 吸着状態にある CO の吸着エネルギーは 3.162 eV で、LaNi₅ 表面における CO の吸着エネルギー (2.180 eV) よりも高いことから脱着温度がより高いと予想され、昇温脱離 (TPD) 測定の結果と一致する；③ C-O 結合距離は約 1.381 Å で、CO 分子は半解離状態にある。振動状態計算の結果、CO が Side-on 吸着する場合の C-O 間の振動数は約 1,047 cm⁻¹ であり、CO 間の結合が弱くなっていることが判明した。一方、電子密度分布及び状態密度分布の計算により、Side-on 吸着する CO と表面との相互作用が大きくなるため、金属原子からより多くの電子が CO の反結合軌道に流入することによって CO 間の結合が弱くなり、CO が活性化されることが判明した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 エネルギー、水素、水素貯蔵

【研究題目】 短時間でストレス、疲労度、パフォーマンスの低下を自己評価できるテスト方法

【研究代表者】 熊田 孝恒 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 熊田 孝恒、瀧田 正寿、河原 純一郎、武田 裕司、永井 聖剛 (常勤職員5名)

【研究内容】

本研究は、宇宙ステーションに長期 (3ヶ月以上) 滞在する宇宙飛行士が、自己のストレス、疲労度、パフォー

パフォーマンスの低下を短時間で評価できるテスト方法の開発を目標としている。これまで、いくつかの研究で、ストレス状態と認知課題の成績の間に相関があることが報告されている。そこで、本研究では、認知課題の成績からストレスなどを推定する方法を開発する。

平成20年度までに、(1) 主観的なストレス度や疲労度と相関の高い認知課題を見つけ出す、(2) 生理的振戦は反応時間などの行動的指標の中で、ストレスに鋭敏に反応する指標を見つけ出す、(3) ストレス度等との相関が高い認知課題と、ストレスに鋭敏に反応する行動指標を組み合わせて、テスト法のプロトタイプを構築する、(4) 生化学手法や脳機能計測手法を用いて、テスト法の妥当性を検証する、(5) テストに必要なパラメータの厳選と課題の統合を行い、短時間化を実現したプロトタイプを完成させる。

平成18年度は、次年度以降の当該研究の推進のための実験環境の整備を行った。また、構築した実験環境において、従来の研究からストレスとの関連が示唆されている認知課題（負のプライミング課題）と精神心理的ストレス質問紙の評価得点との関連を検討した。その結果、両者間に有意な相関があることを確認した。さらに、次年度以降、検討すべき認知課題の選定を行い、それらを実験的に検討するためのプログラム開発に着手した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ストレス、認知課題、疲労度

【研究題目】 試行評価環境の構築及び関連する技術調査

【研究代表者】 新部 裕（情報技術研究部門）

【研究担当者】 新部 裕、田中 哲、上野 乃毅
（常勤職員3名）

【研究内容】

昨年度から研究開発を進めている、Codeblog という活動について、その試行評価環境の構築、及び関連する技術調査を行った。

自由ソフトウェアのソースコードが公開される利点を活かし、ソースコードを対象とした議論、論説という新たな分野の開拓を目的とし、インターネット上の blog において、カーネル、コンパイラ、データベース管理システム、ウィンドウシステム、ウェブサーバ等、各分野の第一線の有識者に論説の場を開設し、そこで集積される知見と論議から、ソフトウェアのセキュリティに関する方法論を見出すことができないか模索を継続したわけだが、この活動を行う場のシステムとして、技術課題を調査し、システムとして構築し、運用を行った。

技術調査として、分散認証システム、情報共有システム、blog システム、ソースコードリポジトリと閲覧システムについて調査を行った。要素となるソフトウェアとして、ソースコード閲覧システム、ソースコードの量を可視化するツール、ソースコード登録システム等を開

発し、統合環境として運用を行った。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 自由ソフトウェア、システムセキュリティ、オペレーティングシステム

【研究題目】 二酸化炭素収支のモデルによる予測のための情報基盤整備

【研究代表者】 土田 聡（グリッド研究センター）

【研究担当者】 山本 浩万、山本 直孝、佐々井 崇博
（常勤職員4名）

【研究内容】

人間活動による炭素循環への影響が顕著になり、気候変動のリスクが高まっている。しかしながら、今後100年間を見通して、陸域生態系における炭素収支の変動を中心とした、炭素循環変動リスクに対して人間社会がどのように対処してゆくのかについての研究は十分にはなされていない。特に人間活動と炭素循環の相互作用や炭素循環の管理に関する知見は著しく不足しているのが実情である。本研究では、アジア地域の統合的炭素収支変動予測に基づいて21世紀の炭素管理手法を検討することを目的とし、予測モデルのためのリモートセンシングデータ情報基盤整備に関する研究を実施するものである。

具体的には、アジア地域における地球観測衛星を利用した植生パラメータ算出アルゴリズムを評価・検討し、その最適化に向けた研究・技術開発を行うことであり、センサー精度に始まり大気補正・植生パラメータ算出に終わる一連の既存アルゴリズムについて、アジア地域環境の特殊性に対する適応性について検討し、より良いデータ及び計算手法についての要素研究・開発を進めるものである。

平成18年度は、地上観測システムの継続・充実を図るとともに、衛星データ処理系システムも構築し、これまで検証を積み上げてきた高精度な衛星プロダクトを利用して、陸域炭素循環モデル BEAMS によるシミュレーション解析を実施した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 グリッド技術、炭素循環、シミュレーション

2) 国以外からの外部資金

— N E D O —

【研究題目】 革新的ノンフロン系断熱技術開発に関する先導研究／次世代断熱発泡剤に関する先導研究

【研究代表者】 関屋 章（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 関屋 章、徳橋 和明、陳 亮、滝澤 賢二、田村 正則、権 恒道
（常勤職員6名）

【研究内容】

目標：

発泡プラスチック系断熱材の断熱性能は、発泡剤の断熱特性が優れているほど高い断熱性能が得られるが、断熱性能に優れた従来の発泡剤は温暖化係数が大きい。本研究では、発泡剤開発の先導研究として、従来技術を精査するとともに、低い熱伝導率が期待されるフッ素系化合物を対象に調査研究を行い、温暖化係数が小さく断熱特性に優れた化合物の可能性を見出す。

研究計画：

従来技術の調査として、最近開発された発泡技術、特に微細発泡について最近の特許の調査を行う。また、従来のフッ素系発泡剤と異なるフッ素系化合物群について調査研究を行い、発泡剤としての可能性を探る。

本年度進捗状況：

特許調査の結果、微細発泡体の製造方法として超臨界二酸化炭素による発泡の他にフルオロカーボン系等の発泡剤と気泡調整剤を併用するという方法もあること、また、発泡体製造に使用する発泡剤は、水、二酸化炭素、炭化水素、エーテル、HFC、及びそれらの混合物が主なものであることがわかった。

フッ素系化合物群についての調査研究では、発泡剤として適した沸点を持つ既知化合物の検索と、その化合物の合成法について調査した。また、燃焼性とOHラジカルとの反応速度に関するデータの調査を行い、OHラジカルとの反応速度については一部実測も行った。

これらの調査の結果、ある化合物群では1) 発泡剤として適した沸点領域に多くの化合物が知られており、2) 工業規模での生産の可能性が高く、3) 不燃性あるいは燃焼性が低い化合物が存在すると予想され、4) 大気寿命が数日から1年以内と短く温暖化係数も小さいことが期待された。以上から、この化合物群を発泡剤としての有力な候補化合物であると位置づけた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】代替物、発泡剤、断熱材

【研究題目】部分水素化によるアスファルテン凝集緩和を利用した重質油アップグレーディング技術の調査

【研究代表者】斎藤 郁夫（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】斎藤 郁夫、鷹背 利公、佐藤 信也、杉本 義一、小谷野 耕二、近藤 輝男（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

重質油中のアスファルテンの凝集要因となる、縮合芳香環の凝集エネルギーを部分水素化により低減するための反応条件、及び分子シミュレーション技術を調査するとともに、その凝集構造の緩和を利用することにより、コークの生成がない、液収率の高い新規重質油アップグレーディング技術の可能性を見極めることを目標とする。アスファルテンと相互作用する溶剤として、芳香族溶剤、脂肪族溶剤、極性溶剤ともに各アスファルテン部位との

局所的な相互作用により、効果があることが分かった。ただし、アスファルテンの強固な凝集構造を解離するためには、キノリンなどの芳香族性と極性の両性能を有する溶剤を用いる必要があることが分かった。従って、アスファルテンへの部分水素化が可能であれば、凝集力を弱めることが可能となり、通常芳香族溶剤の利用で緩和効果が期待できるものと考えられる。芳香族化合物への部分水素化による凝集力低減効果を調べるために、数種の芳香族化合物を用いた分子シミュレーションを実施した。その結果、6～7環の芳香族化合物への1分子の水素の付加により、凝集エネルギーが大きく低下し、その効果は環数の増加とともに大きくなる傾向が見られた。従って、アスファルテンへの部分水素化が可能であれば、その凝集力は期待通りに低減することが示唆された。連続運転試験により、水素化分解反応におけるコーク生成量に及ぼす緩和効果を調べた結果、300℃での水素化緩和処理により、後段の生成物中のコーク生成量を抑制できることを確認した。以上の調査結果から、300℃程度の温和条件での部分水素化によるコーク低減効果があることが示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】重質油、アスファルテン、部分水素化、凝集緩和

【研究題目】太陽光発電システム等国際共同実証開発事業／太陽光発電システム等に係る設計支援ツール開発

【研究代表者】大谷 謙仁（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】大谷 謙仁、アマルバヤル アジヤバト、加藤 和彦、高島 工（常勤職員3名）

【研究内容】

太陽光発電に係るハイブリッドシステム等の容量・出力・経済性等を考慮した設計に際して、一般に利用されているソフトウェアはフィールドでの結果が確認・反映されていないことから、精度向上・迅速化・技術者の作業負担軽減等が求められている。また、設計時には、機器選択、設備運用、保守・管理等の面からの指針も求められることから、これまでのような単純なソフトウェアだけの開発でなく、データや知見に裏付けられた信頼性の高い太陽光発電システム等の設計を総合的に支援する設計支援ツールを開発する必要がある。そこで、NEDO 技術開発機構がこれまでに実施した太陽光発電システム等国際共同実証開発事業のデータを活用して、太陽光発電システムを含むハイブリッドシステムに係る設計支援ツールを開発している。

NEDO 技術開発機構が実施した事業で得られたデータや知見等を活用することにより、フィールドでの結果を反映させつつ、太陽光発電システムの容量・出力・経済性等に係る設計の精度向上・迅速化等に資する信頼性の高い設計支援ツールを開発することを目的として、個

別事業で導入したハイブリッドシステムの整理と考察、既存ソフトウェアの特性把握と課題の整理、太陽光発電ハイブリッドシステム設計支援ツールの開発を行う。

これまでに、モンゴル国のノヨン村落に導入された太陽光発電設備容量200 kW の三相動力電源供給分散型太陽光発電システムの稼働状況と運用方法及び需要動向について現地調査を行った。また、既存ソフトウェアを5つのカテゴリーに分類し、今後開発する設計支援ツールに向けた基礎資料を取り纏めた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、ハイブリッド発電システム、村落電化、発展途上国

【研究題目】水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究／ナノオーダー構造組織制御による高吸蔵量水素貯蔵材料の研究開発

【研究代表者】秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】秋葉 悦男、浅野 耕太、中村 優美子、榎 浩司、榎 浩利（常勤職員5名）

【研究内容】

燃料電池自動車への効率的な水素搭載を目指して高吸蔵量の水素吸蔵合金を開発する。合金の高性能化にはボールミリングによるナノ構造創成と制御技術を活用する。水素エネルギー分野において燃料電池の実用化のためにブレークスルーが必要な水素の製造、貯蔵、輸送、安全性確保に関する技術課題に対して、いままでに類似の研究発表実績のない革新的な研究開発を本邦法人の研究者と外国人の研究者との国際共同研究による英知の融合により実施することにより、我が国水素利用技術の飛躍的な発展を図ることを目的とする。研究開発プロジェクトの中で、産総研は「材料の合成及び評価技術の研究開発」を担当した。リチウムを添加することによってマグネシウムの機械的性質を変化させて、マグネシウム基合金のボールミリング法による合成に要する時間の短縮に成功した。マグネシウム基合金の結晶格子のサイズを最適化することによって水素放出温度を低下させることが今後の課題である。再委託先であるボルドー大学は「マグネシウム系材料の研究開発」を担当し、二酸化炭素の超臨界流体を用いてマグネシウム表面にナノメートルオーダーの触媒金属粒子を堆積して、100サイクルの水素吸蔵放出後の水素吸蔵反応の速度を従来法に比べて約2倍向上させることに成功した。また、再委託先である日本重化学工業（株）は「工業化及びシステム化の検討」を担当して、マグネシウム基水素吸蔵合金の量産を視野に入れた溶解技術を開発した。溶解法にて作製に成功した合金には、ボルドー大学が本プロジェクトにて新規に開発した合金も含まれている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、水素貯蔵、ナノ構造制御、水素貯蔵材料

【研究題目】水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究／水素の安全化対策及び評価に関する革新的基盤研究

【研究代表者】藤原 修三（爆発安全研究センター）

【研究担当者】飯田 光明、角舘 洋三、堀口 貞茲、和田 有司、薄葉 州、椎名 拓海、金 東俊、中島 紀昭（常勤職員7名、他2名）

【研究内容】

本研究は、化学反応の面から大きな影響を与え連鎖反応等を抑制すると予想される不活性化物質－水素系の反応解析を行い、添加物効果の評価や燃焼抑制効果の検証を行うことにより、水素の安全化対策及びその評価技術を確立することを目的としている。

本年度は、水素－空気混合気への添加物による水素の着火特性や火炎伝播特性、爆ごう転移特性への影響を調べるために、着火電源の設計、デトネーションチューブの設計・改造等の実験装置の整備を行った。また、カップバーナー法による水素火炎の消炎濃度の測定と消炎効果の定量的評価に関し予備検討を行った。さらに添加物による水素の燃焼抑制効果によってリスクがどの程度変化するかを評価するために、ETA（イベントツリー分析）により、着火性や燃焼性などのパラメータが全体のリスクに与える影響についての検討に着手した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素、安全、着火、爆発、燃焼制御、消炎、リスク

【研究題目】化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発／リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析

【研究代表者】中西 準子

（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】中西 準子、富永 衛、吉門 洋、東野 晴行、三田 和哲、井上 和也、堀口 文男、蒲生 昌志、小倉 勇、小野 恭子、吉田 喜久雄、岸本 充生、牧野 良次、米澤 義堯、東海 明宏、岩田 光夫、宮本 健一、恒見 清孝、林 彬勲、石川 百合子、内藤 航、篠崎 裕哉、加茂 将史、篠原 直秀、納屋 聖人、梶原 秀夫、川崎 一、飯野 佳世子、高井 淳、斎藤 英典、山本 譲司、手口 直美、荒沢 弘子、酒井 めぐ美、蒲生 吉弘、孟 耀斌、小竹 真理、山口 治子、松浦 聡子、

川本 朱美、村井 水保、対馬 孝治
(常勤職員24名、他18名)

【研究内容】

(1) 暴露情報の整備及び暴露評価手法の開発

ADMER にサブグリッドモジュールを組み込み解析可能解像度を向上させるなど、大幅にバージョンアップした ADMER Ver.2を完成させ、1月にプレス発表とともに公開した。沿道暴露モデルに関しては、線源モデルによる濃度推定手法を全国幹線道路に適用したシステムを完成させ、ベンゼンの詳細リスク評価において最初の活用を行った。またこれと並行して、ADMER サブグリッドモジュールの暴露評価に必要な人口分布として、それと地理的解像度が一致する500 m グリッド人口モデルの沿道人口偏在係数の推計手法を新たに導入し、精度を向上させた。

AIST-SHANEL に重金属を対象とした面源排出量の推計モデルを追加し、亜鉛の詳細リスク評価に用いた境川水系を典型例として AIST-SHANEL 金属版のインターフェース化を行い、公開した。

暴露係数ハンドブックについては、公開済みの最新データの有無の確認とともに、追加的な係数について検討を継続して行ない、ハンドブックを完成させた。室内空気質の調査に関連して、居住家屋における室内所有物の数量についてのアンケート調査や室内に存在する建材・家具等からの VOC 類・カルボニル類の放散量の計測を行なった。また、これまでに室内空気質の調査を通して得られた知見をデータベース化し、一部は暴露係数ハンドブックの中に組み込んだ。RiskCaT-LLE については、不具合や改善要望の強い点についてプログラムの修正を行なうとともに、解説文書等を充実させて、ホームページ上での ver.1の公開に至った。

(2) リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析

クロスメディアアプローチによる環境媒体と摂取媒体中濃度の解析手法の開発については、前年度に開発した瀬戸内海モデルのデータベースとなる流動モデル計算結果、生態系モデル計算結果の検証を行った。また、瀬戸内海モデル (Windows 版) 自体のバグ取り作業を行い、これら結果を基に検証を行った。生態リスク評価モデル (瀬戸内海モデル) プログラム自体のバグ取りは、あらゆる負荷源を想定し、理論的な動きを再現できているかどうかについて検証作業を行った。これらの結果、これまでに開発・公開を行ってきた東京湾モデル、伊勢湾モデル及び本年度完成した瀬戸内海モデルにより、日本における重要港湾を含めた沿岸海域における生態リスク評価モデルの開発の研究を完了させた。

リスク管理対策の社会経済分析手法開発については、リスク削減効果の定量的評価において、余命年数

(LY)、質調整生存年数 (QALY)、障害調整生存年数 (DALY) といった実物指標や、支払意思額 (WTP) や疾病費用 (COI) といった金銭指標の長所と短所について整理し、化学物質リスク評価において、どのような場面でどの指標が適切であるかについてガイドラインの形でまとめた。また、評価の視点として、成人による自分自身のリスク削減への選好に加えて、利他的な動機も含めた評価手法についてのこれまでの研究をまとめ、新しい評価手法の提案を行った。

詳細リスク評価書の作成については、前年度に引き続きアルコールエトキシレート、トリブチルスズ代替物質 (銅ピリチオン)、ベンゼン、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、6価クロム、ニッケル、クロロホルム、オキシダント (オゾン)、亜鉛の10物質について詳細リスク評価書の作成を進め、完成させた。また、外注により詳細リスク評価書作成のためのテクニカルガイダンス第4編、第5編を作成したほか、詳細リスク評価書作成の参考とするため欧州各国の水法体系及び管理状況調査を実施し、有用な報告を得た。

このプロジェクトの総括研究成果報告会を、平成19年1月に東京ビッグサイトにおいて、共同研究機関と合同で開催した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リスク評価、ADMER、SHANEL、暴露係数ハンドブック、沿岸海域生態リスク評価モデル、社会経済分析ガイドライン、RiskCaT-LLE、詳細リスク評価書

【研究題目】水素安全利用等基盤技術開発／車両関連機器に関する研究開発／低温作動水素吸蔵合金の研究開発

【研究代表者】秋葉 悦男 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】秋葉 悦男、榎 浩利、三浦 直子
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

燃料電池自動車用液体水素タンクのボイルオフガスを水素吸蔵合金タンクに回収し、ボイルオフによる水素損失をなくすことを目指している。産総研では、液体水素からのボイルオフガスを回収するための水素吸蔵合金候補の水素吸蔵特性を評価する。オルトパラ変換の反応熱は液体水素の蒸発熱と同程度であるため、水素貯蔵材料による水素貯蔵圧力等への影響を調べる。ボイルオフガス回収に適した水素貯蔵材料を開発し、性能を評価する。従来型合金よりも大きな水素吸蔵量を有する BCC 構造をもつ Ti-V-Cr 系合金及び Ti-Mo-Cr 系合金の水素吸蔵特性を評価した結果、Ti-35 %V-40 %Cr 合金が約 2 wt%の水素貯蔵量を有し、吸蔵圧力及び放出圧力もボイルオフ回収システムの要求条件を満たすことが分かった。また、平成17年度までに実証したガスクロマトグラフ法によるオルト水素／パラ水素の定量技術の改良を進

め、同時に分析ガスの圧力に依存せず、また少量の分析ガスを流すだけで分析することを可能にした。これらの改良により、ガスクロマトグラフ法によるオルト水素／パラ水素の定量技術は、ほぼ手法として確立したと判断される。この改良を施した後、先に製作したボイルオフガス吸蔵放出特性評価装置とガスクロマトグラフを用いたオルト／パラ水素定量分析計を組み合わせ、水素吸蔵中のオルト／パラ水素濃度の変化を調査した。その結果、AB5系、BCC 系いずれの合金系においても水素吸蔵反応中にパラ水素濃度が著しく低下し、標準平衡濃度に至ることが確認された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、水素吸蔵合金、液体水素、ボイルオフガス

【研究題目】有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／非フェノール系樹脂原料を用いたレジスト材料の開発

【研究代表者】佐藤 一彦（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】佐藤 一彦、清水 政男、大越 雅典（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究では、化学物質のリスク削減に資するエンドオブパイプ対策（排出工程での対策）として、環境負荷物質に対する削減効果が大きく、汎用性が高く、かつ安価で実用性の高い代替物質の製造及び利用に関する研究開発を行う事を目的としている。具体的には過酸化水素水溶液による直接酸化により、非フェノール系のエポキシ樹脂原料を製造する技術開発が、その研究目的である。過酸化水素を用いた直接酸化法によるエポキシ化技術の開発にあたり、本年度は触媒単価が非常に高いアミノメチルホスホン酸の使用量の大幅削減（前年比1/3以下）を行い、最終的に（原料並びに触媒の製造費用も含めた）total 触媒原価を CEA に対し350 円/kg 以下にすることを目的とした。CEA の合成における触媒コストの削減検討は、あらかじめ触媒組成の中でも最も単価の高いアミノメチルホスホン酸の使用量を大幅削減した条件下で実施した。他の触媒の使用量、触媒比を変化させながら、最適な反応条件を模索したところ、1 kg スケールにて73 %の収率で CEA を得た。平成18年度の目標を上回る基質転化率81 %（目標値50 %）、モノエポキシ化選択率90 %（同90 %）、過酸化水素効率86 %（同80 %）を達成したほか、Total 触媒原価253 円/kg を達成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リスク削減、過酸化水素、選択酸化、レジスト材料

【研究題目】MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクト

【研究代表者】前田 龍太郎

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】前田 龍太郎、池原 毅、高木 秀樹、高橋 正春、銘苅 春隆、後藤 博史、安藤 泰久、是永 敦、鈴木 隆之、小川 博文、原田 祥久、宮澤 伸一、佐宗 めぐみ、土屋 智由（常勤職員10名、他4名）

【研究内容】

本プロジェクトでは多くの分野の技術者が MEMS デバイスを容易に設計し、迅速に試作評価を行えるための MEMS 用設計・解析支援システムを開発する。産総研は、MEMS 用材料・プロセスデータベースの開発を担当している。

MEMS ファンドリー3社により試作された各種膜材料について、レーザ誘起表面弾性波法を用いたヤング率測定、及びウェハ曲率測定による内部応力測定を行い、薄膜材料データベースを構築した。MEMS 材料の引張試験装置を開発し、MEMS ファンドリーにより作製された微小試験片により薄膜材料のヤング率及びボアソン比を測定した。

ドライエッチング及びウェットエッチングを利用した MEMS 設計のために、MEMS ファンドリー3社においてエッチング試作を行ったウェハについて、エッチングレート、マスク選択比、側壁角度、サイドエッチングレート、及びエッチング面の粗さの測定を行い、プロセスデータベースを構築した。

MEMS デバイスの長期動作信頼性を確保する上で重要なマイクロ疲労試験について、並列疲労試験システムを完成させ、疲労特性への湿度の影響を明らかにした。可動接点の信頼性について、可動接点が滑ることで接触面積が増加すること、付着力が接触部の平坦部の面積に比例していることなどを解明した。

ナノインプリントプロセスの解析に必要となる樹脂の物性データとして、COP、PMMA、PET、PC の粘弾性データを特定し、データベースを構築した。さらに、荷重の大きさ及び保持時間をパラメータとして、インプリント実験データを取得し、ソフトウェアによる解析結果との比較から材料データ及び解析システムの精度を検証した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】MEMS、材料データベース、プロセスデータベース、ナノインプリント

【研究題目】生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム／植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発／植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析）

【研究代表者】進士 秀明（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 進士 秀明、鈴木 馨、中野 年継、
内藤 由紀、大槻 並枝、伊藤 咲江、
高木 優、岩瀬 哲、木村 幸江、
高橋 須美子、渡辺 真美
(常勤職員 名、他 名)

〔研究内容〕

植物の物質生産系に関与する酵素等の遺伝子発現を統括的に制御する転写因子遺伝子を利用することにより有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤及び技術基盤の整備を目的とする。

シロイヌナズナのゲノム情報を基に、転写因子遺伝子について情報の更新を行い、1,869個の転写因子遺伝子を同定した。ERF、DOF、CO、MYBL、STK、BRX、NIN の転写因子ファミリーから分子系統解析等に基づいて選抜した転写因子遺伝子の cDNA のエンタリークローンを作成した。シロイヌナズナ培養細胞を用いて、転写因子遺伝子の過剰発現体を作成して発現プロファイル解析を行ない、各転写因子遺伝子の代謝系制御機能を推定した。植物体での機能解析のために、20遺伝子の過剰発現植物体を作成した。形質転換植物体を用いた解析によって、バイオマス生産の効率化に役立つ有用機能を有する転写因子遺伝子を見いだした。

物質代謝に関与すると考えられる転写因子を選択するため、マイクロアレイの発現プロファイリングデータを解析して、フェニルプロパノイド系代謝経路、脂質関連代謝経路、シキミ酸経路の酵素をコードする遺伝子の発現パターンと相関性の高い発現性を有する転写因子を選抜した。これらの転写因子遺伝子のキメラリプレッサー発現形質転換植物を作成した。T2世代における表現型を解析すると同時に、現在、メタボローム解析を行う為に T2種子の播種を進めている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 循環産業システム、植物、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御

〔研究題目〕 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／直接加熱式 VOC 吸着回収装置の研究開発

〔研究代表者〕 菊川 伸行 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 菊川 伸行、小林 悟、小菅 勝典、
竹森 信、久保 史織、竹内 浩士、
(常勤職員6名)

〔研究内容〕

目標：

本研究開発は、多様な回収ニーズに対応できる高機能・高効率な回収装置でありながら、中小企業でも導入可能な小型・低価格で、VOC の「回収 (再利用)」によるコストメリットを生み出し、さらに環境管理の負担をも軽減できる、VOC 吸着回収装置を実現するために必要な技術開発を行うものである。この目標を達成す

るために、脱着に際してスチームを使わずに、繊維状活性炭の通電加熱など吸着剤を電磁場エネルギーで直接加熱する方式の吸着回収装置の開発を行う。さらに、モニタリング技術を統合することによって維持し易かつ安全な吸着回収装置として広範な普及をめざす。

年度進捗状況：

スチームを用いない新しいVOC吸着回収装置の開発をめざして、トルエンなどの可燃性VOC吸着回収装置試作機に搭載する高周波誘導加熱による脱離ユニットの開発と、可燃性VOCに適したマイクロ波及び高周波加熱用の吸着剤の開発を行った。

高周波加熱を用いた脱離ユニット開発に関しては、開発複合吸着剤を用いてのトルエンの吸着脱離試験を通じて、移動床方式を対象にした高周波脱離ユニットを設計・製作した。また、固定床方式の3 m³/min規模装置を想定した70リットル吸着脱離ユニットを設計・製作し、装置特性を確認した。

吸着剤の開発に関しては、マイクロ波加熱及び高周波加熱用の複合吸着剤の吸着素材としてのシリカ系吸着剤について、平成17年度にピーカーレベルで市販品を凌ぐ吸着性能を持つものの合成に成功していたが、今年度リットル規模での合成条件を見いだし、さらに大量合成に必要な製造条件の見通しを得ることができた。

マイクロ波用複合吸着剤の開発については、非炭素系吸着剤との混合造粒に適した発熱体粉末を探索するために、種々の無機物質について、粒径の影響と混合割合について検討した。この結果、現時点では、吸着剤に混合する発熱体としてはグラファイトが最も優れていることが分かった。10～30 %混ぜることによって、活性炭以上に発熱させることができた。また、いわゆる磁性体もマイクロ波発熱体として有効であることが分かった。粉末の混合造粒は既知の技術であるのでこれにより、マイクロ波用複合吸着剤にメドが立った。

また、高周波を用いたキュリーポイント温度制御の可能な複合吸着剤を開発するため、数mmの磁性合金粒を核とするコアシェル型造粒成型法、数mmの吸着素材造粒物への磁性合金被覆法等の種々の複合化技術を検討した。コアシェル型ではバインダの調整により量産性に適した手法を見いだすとともに、磁性合金被覆法においても発熱特性・キュリー点制御性の優れた手法を開発した。今後更に機械的特性を向上しつつ、量産性に優れた方法に改良することによって実用素材になると期待される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 揮発性有機化合物、吸着回収、シリカ多孔体、マイクロ波、高周波

〔研究題目〕 知的基盤創成・利用促進研究開発事業／新規抗真菌剤 (抗カビ剤) 開発のための

標的遺伝子知的基盤研究開発

〔研究代表者〕 町田 雅之

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 町田 雅之、玉野 孝一、石井 智子

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

Ku 及び LigD の破壊株を用いることにより、網羅的遺伝破壊株及びレポーター遺伝子を組込んだ株を作製した。また、レポーター株においても、網羅的遺伝子破壊と同様に pyrG マーカーを使用できるようにデザインした。

破壊する遺伝子の候補としては、酵母での網羅的な遺伝子破壊の結果、EST による発現有無、機能分類、主な薬剤による発現誘導、植物表面に似た生育条件での発現誘導、シンテニーの有無、高等動植物でのオーソログの存在の有無などを指標として選択した。麹菌で破壊が致死性を示す遺伝子のうち、酵母にオーソログが存在するものは非常に高い確率で酵母でも致死性であったが、酵母を用いた破壊で致死性である遺伝子のオーソログを麹菌で破壊しても致死性とならないものがかなりの確率で存在した。これらの遺伝子の破壊によって、致死性と予想されるもの以外に、生育障害性や形態形成異常が観察される破壊株も取得された。

本研究では、各細胞システムのレポーターとして用いる遺伝子の選抜のため、抗菌活性が認められた薬剤によって高発現し、作用点に対する応答、補償への関与が示唆される遺伝子に特に着目した。これらの方法によって、エネルギー系、細胞骨格系、タンパク質合成系、細胞膜系、細胞壁系の5種類の細胞システムに対するレポーター候補について、各遺伝子プロモーターを発色性のレポーター遺伝子の上位に接続し麹菌に導入することにより、細胞システムモニター用レポーターとしての有効性の検証を行った。

麹菌は多核であることから、形質転換後の純化を行った後、PCR による遺伝子破壊の確認を行っている。その結果、取得できた破壊株がホモ・取得できた破壊株がヘテロ・破壊株が取得できないといった3パターンに分別され、後2者は高い確率で致死性遺伝子の破壊によるものと推定された。破壊株そのものが取得できない致死性遺伝子の表現型を解析するため、遺伝子の発現を厳密かつ人為的に制御し条件的破壊株とするための遺伝子プロモーターを探索し、この遺伝子のプロモーターをクローニングしてβグルクロニダーゼ遺伝子に接続して検証したところ、麹菌における条件的遺伝子破壊に使用可能であることが示された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 麹菌、ゲノム解析、致死性遺伝子、データベース、レポーター

〔研究題目〕 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム/次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト

〔研究代表者〕 廣瀬 全孝

(次世代半導体研究センター)

〔研究担当者〕 金山 敏彦、高木 信一、多田 哲也、

権太 聡、前田 辰郎、水野 智久、

Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、

田岡 紀之、鳥海 明、太田 裕之、

森田 行則、右田 真司、堀川 剛、

水林 亘、王 文武

(常勤職員13名、他36名)

〔研究内容〕

高性能 LSI の実現に不可欠な半導体デバイスの微細化を進めるためのデバイス・プロセス基盤技術の研究開発を行う。その内、本研究では、2005年版の国際半導体技術ロードマップ (ITRS 2005) で示されている hp45 nm を超える極微細な半導体デバイスを実現するために必要な、新構造極限 CMOS トランジスタに関連する革新的基盤技術を開発することを目的とする。

① 極限性能新構造トランジスタ基盤技術の開発

CMOS を構成する nMOS と pMOS それぞれに最適化した新材料を用いてトランジスタのキャリア伝導特性を向上する技術、及び、微細化に伴う短チャネル効果を抑え、低オフリーク電流を実現するゲート構造の提案・実証、及び上記各技術に関連した計測技術の開発を目的とした。

面内に二軸性引っ張りひずみを有する (100) SOI 基板に幅 50 nm の Fin 形状を加工し、幅方向のみにひずみを緩和させて <110> 方向に一軸性引っ張りひずみを持つトライゲート型 nMOSFET を作製した。<110> 方向への一軸引っ張りひずみ印加により (110) 面の電子移動度が向上することに基づき、このトランジスタが無ひずみのトライゲート型 nMOSFET に比べ 2倍以上の電流駆動能力が得られることを実証した。この成果により、通常用いられている (100) 基板上で、これまで報告してきている圧縮性一軸ひずみを有する SiGe-pMOSFET と、今回の引っ張り性一軸ひずみを有する Si-nMOSFET を用いて、同一のチャネル方向で極めて駆動力の高い CMOS が実現できる可能性を明らかにした。

Ge MISFET 技術を構築する上では、界面特性に優れたゲート絶縁膜形成技術の確立が、最も重要な課題の一つである。この目的のためには、Ge に対して低界面準位かつ安定な界面制御層の実現が必須である。今回、Ge を直接プラズマ窒化する方法により形成した Ge₃N₄ を界面制御層とし、その上に HfO₂ をスタックさせた構造を試作し、良好な MIS 特性の実現に成功した。この構造の MIS キャパシタにフォーミングガスアニールを施すことにより、最小値として、2×

$10^{11} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ という Ge としては、極めて低い界面準位を実現した。

走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いてトランジスタ内部の不純物分布を計測するために、化学機械研磨により試料断面を STM 計測に必要な nm レベルに平坦化する手法を開発した。この断面試料表面上に薄い熱酸化膜を介して C_{60} を堆積し、その分子準位を走査共鳴トンネル法で検出することで、不純物分布の定量計測に成功した。また、共焦点顕微鏡を用いた紫外線 (波長 364 nm) 励起ラマン散乱により、Si の応力分布計測において 130 nm の空間分解能を達成した。さらに、ラマン散乱強度の偏光依存性を利用し、STI 構造の応力分布を、回折限界を超える精度で解析する技術を開発した。原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて立体構造の形状や側壁表面ラフネスを高精度に計測するために、探針を任意の角度に傾斜させる技術を開発した。

② 極限 EOT ゲートスタック基盤技術の開発

高誘電率 (High-k) ゲート絶縁膜や金属ゲート電極材料の開発により、トランジスタのしきい値電圧を制御するとともに、高駆動力と低ゲートリーク電流を両立できる極限薄膜化ゲートスタック技術の開発を目的とした。このため、High-k 膜堆積前の Si 表面の原子レベル平坦化と High-k/Si 基板の間の界面層の高品質化を行った。

低 pH の $\text{HF}:\text{HCl}=1:20$ 溶液処理と 750°C での H_2 熱処理によって、原子オーダーで平坦な Si 表面を作製し、続いて H_2/N_2 熱処理 (950°C) を施すことによって極薄窒化膜を形成した。この下地基板上に原子層堆積法で HfAlO 膜 (2.4 nm) を成膜した後に、多結晶 Si ゲート電極の成膜と活性化熱処理 (950°C) によって MOS キャパシタを作製した。通常の HF 処理試料では約 0.6 nm の界面層成長が認められるのに対して、この窒化表面では約 0.2 nm と界面層成長を著しく抑制できた。また、ゲート絶縁膜の EOT (酸化膜等価換算膜厚) を 0.76 nm に、ゲート漏れ電流を -1 V において $2.6 \times 10^{-2} \text{ A/cm}^2$ と極めて小さな値に低減できた。

$\text{HfAlON}/\text{SiON}$ ゲートスタック構造において、非晶質 Si を成膜した後に熱処理を行うことで高温熱処理時の外部から High-k 膜への酸素拡散を抑制し、界面層増加を伴わない高品質化技術を開発した。熱処理温度が $950\text{--}1100^\circ\text{C}$ の時、Si 層無しで熱処理した場合には EOT が約 0.5 nm も増大したのに対して、Si 堆積後の熱処理ではわずかな増加に抑えられた。この時、熱処理温度の増加と共に、移動度は増大し、ゲート漏れ電流は減少する傾向を示した。これは、 HfAlON 膜及び SiON 膜の膜質が高温処理によって改善されたためと考えられる。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 高誘電率材料ゲートスタック技術、ひずみ SOI トランジスタ、走査トンネル顕微鏡、寸法計測用原子間力顕微鏡

[研究題目] 健康安心プログラム／糖鎖機能活用技術開発

[研究代表者] 成松 久 (糖鎖医工学研究センター)

[研究担当者] 平林 淳、中村 充、亀山 昭彦、立花 宏一、久野 敦、池原 譲、榎谷内 晶、久保田 智己、佐藤 隆、千葉 靖典、安形 高志、新聞 陽一、伊藤 浩美、金子 美華、天野 仰、尾崎 秀徳、豊田 雅哲、関矢 聡、岩城 隼、曾我部 万紀、板谷 純、角田 由紀、助川 昌子、萩原 梢、安藤 秀信、松浦 ナナ、松田 厚志、小笠原 諭、市川 隆幸、松崎 英樹 (常勤職員14名、他17名)

[研究内容]

当研究センターは、糖鎖関連遺伝子、糖鎖構造解析技術という世界に秀でた遺伝子資産と技術・装置・データベースを確保している。これら優位性をいち早く医療分野において産業応用するためには、糖鎖関連バイオマーカーをヒトの健康に関わる重要な病気、疾患に役立てることがもともと有効であり、ヒトの健康、長寿に大きく貢献する早期診断技術の開発に繋がると考えられる。そのために、「糖鎖の高効率な分画・精製・同定技術の開発」(研究開発項目①)、「糖鎖の機能解析・検証技術の開発」(研究開発項目②)、並びに「糖鎖認識プローブの作製技術の開発」(研究開発項目③)の研究テーマを掲げ、産総研糖鎖センターが中心となり、この重要課題に取り組んでいる。具体的には、1) 産業上有用な機能を有する糖鎖を生体試料から高効率に分画・同定する技術を確認し、糖鎖マーカーである糖タンパク質の解析に着手した。2) これに付随して糖鎖マーカーの精製や診断用糖鎖構造解析等に供される新たな装置 (デバイス) を開発している。3) 疾患の進行にともない構造変化する糖鎖バイオマーカーは生体内の重要な機能と結びついている可能性が高いため、発見された各種糖鎖マーカーの生物学的機能を解析することは、疾患の治療手段の開発につながる。4) この5年間で開発した糖鎖構造解析基盤技術をさらに向上させるため、質量分析 (MS)、レクチンアレイによる糖鎖構造解析技術に改良・改善を加え、より鋭敏で簡便な基盤技術を開発している。5) 糖鎖合成技術について微生物 (特に細菌) の糖鎖合成機能を再開発している。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 糖鎖、バイオマーカー、糖鎖構造解析

【研究題目】計量器校正情報システムの技術開発事業

【研究代表者】松本 弘一（計測標準研究部門）

【研究担当者】今江 理人、雨宮 正樹、鈴山 智也、
藤井 靖久、美濃島 薫、稲葉 肇、
平井 亜紀子、中村 安宏、堂前 篤志、
坂本 憲彦、米永 暁彦、木藤 量隆、
工藤 勝久、柚木 彰、原野 英樹、
佐藤 泰、松本 哲郎、大澤 尊光、
佐藤 理、臼田 孝、大田 明博、
野里 英明、小島 時彦、小島 桃子、
梶川 宏明（常勤職員24名、他2名）

【研究内容】

研究開発テーマ「分野1．時間標準遠隔供給技術の開発」

国家標準による二次標準器の遠隔時間校正をこのプロジェクトで開発されたシステムを使って、測定時間1日に対し10-12以下の不確かさで達成した。平成18年度より、遠隔校正の普及を目指し、一般利用者向け機器の開発を開始した。当該機器は、GPS 受信部、ルビジウムまたは水晶発振器、データ処理部を一体化した構成で、校正証明書発行のためのデータ伝送機能と共に、インターネット経由で産総研の Web site を参照して周波数国家標準に同期した基準信号を提供する機能を有する。

研究開発テーマ「分野2（1）．長さ標準供給遠隔供給技術の開発：波長」

フェムト秒パルスレーザのモード間ビートを利用した距離測定技術を高精度化するため、ビート周波数の高周波数化の基礎実験を行うとともに、光波の波面精度の光学系の開発と位相測定の高精度化に関する検討を行った。また、フェムト秒パルスレーザの環境安定性を向上させ、周波数の安定性に対する影響を調べた。韓国標準研における国際比較に参加した。

研究開発テーマ「分野2（2）．長さ標準遠隔供給技術の開発：光ファイバー応用（ブロックゲージ）」

高強度・広帯域ブロード光源、高速位相検出器及び広帯域干渉測定装置を整備し、表面が曲面となっているリングゲージの測定実験に取りかかった。また、リニアスケールの測定装置や光学系調整が容易なブロックゲージ測定装置を整備し、遠隔測定法によって50 nm の不確かさで測定できる見通しを得た。低コヒーレンス干渉縞信号の高速検出回路や真空セルによる空気屈折率干渉計の設計・試作を行い、自動測定などの予備実験を行った。

研究開発テーマ「分野3．電気標準遠隔供給技術の開発：交流（インダクタンス標準）」

インダクタンス標準において、校正事業者とユーザーの間で、遠隔校正の実証実験を実施し、その結果から従来の持込校正に比べて不確かさの範囲で差異のないことを確認した。また実証実験を通して、実用化に向けての

問題点を明らかにすることができた。

研究開発テーマ「分野4．放射能標準遠隔供給技術の開発」

第1期では日本アイソトープ協会、日本原子力研究開発機構、及び放射線医学総合研究所と e-trace 実現に向けた研究を重ねて来たが、第2期では現場で使用される放射線防護機器へのトレーサビリティ確保に向けた e-trace 適用の研究を進める。平成18年度においては IC タグによる校正用標準線源の管理システム構築のために、使用できる IC タグの選択と実際に放射線を照射することによる放射線耐性の評価を行い、校正を行うのに十分な放射線耐性があることを確認した。そして多チャンネル波高分析器を中心とした放射線計測専用モジュール、IC タグ及び IC タグ書き込み装置で構成する校正線源管理装置を購入して模擬校正システムを試作し、システムの妥当性を確認した。また、熱中性子フルエンス率に関する遠隔校正試験を行い、熱中性子スペクトルの違いによる遠隔校正への影響とその補正方法について検討を行った。

研究開発テーマ「分野5．3次元測定機標準遠隔供給技術の開発」

平成18年度は、産業界からの要請が多い任意・微細形状用3次元測定機を遠隔校正するにあたって、既存の手法をそのまま用いた場合の校正・評価手順に関して改良を要する点の洗い出しを行った。さらに、通常サイズの3次元測定機を微細形状用3次元測定機に見立て、評価手順の検証を行った。また、遠隔校正に必要な仲介器の具体的形状、形式を考案した。

研究開発テーマ「分野6．振動・加速度標準遠隔供給技術の開発」

可搬式加振器の開発を行った。また遠隔校正に必要な振動加速度計用チャージアンプの校正装置を開発し、不確かさ0.05 %未満を達成した。

研究開発テーマ「分野7．圧力標準遠隔供給技術の開発」

気体差圧及び液体圧力において、遠隔圧力校正に適したプロトコル（測定手順）の開発を進め、国内圧力認定事業者と遠隔校正実験を計4回実施した。仲介器に使用した高精度デジタル圧力計の安定性は目標とする不確かさの20 %以下であり、本開発の達成に十分であることがわかった。また、発生圧力を自動制御できる仲介器を各圧力範囲において新たに開発した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】GPS、フェムト秒モードロックパルスレーザ、低コヒーレンス干渉縞、インダクタ標準、放射線標準、熱中性子スペク

トル、微細形状用3次元測定機、可搬式加振器気、気体差圧、液体圧力

〔研究題目〕 開発成果標準化フォローアップ等標準化調査研究事業／超高速レーザフラッシュ法による薄膜熱拡散率計測技術と透明導電膜標準物質の標準化調査研究

〔研究代表者〕 馬場 哲也（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 馬場 哲也、加藤 英幸、阿子島 めぐみ、八木 貴志、藤井 賢一、早稲田 篤、重里 有三（青山学院大学）、佐藤 泰史（青山学院大学）（常勤職員6名、他2名）

〔研究内容〕

「超高速レーザフラッシュ法による薄膜熱拡散率計測技術」の標準化と「透明導電薄膜標準物質」の供給を目的とする。平成18年度末までに JIS 規格素案を作成し、平成20年度末までに国際規格案を ISO に提案することを目指す。さらに、平成19年度末までに透明導電膜標準物質の供給を開始することを目指す。

平成18年度は、①表面加熱、表面測温配置における超高速レーザフラッシュ法による熱拡散率計測技術評価方法を標準化するための条件を明らかにするとともに、平成17年度に成膜条件を決定した6種類の透明導電膜標準物質の熱拡散率の値付けと不確かさ評価を行った。②青山学院大学への再委託により供給体制を整備した。③超高速レーザフラッシュ法による薄膜熱拡散率計測技術の JIS 素案を作成するために、当該分野の専門家等から構成される素案作成委員会を設置、運営すし JIS の素案を作成した。さらに、計測技術の ISO 化に向けて、海外のキーパーソンを招へいして国際セミナーを開催した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 超高速レーザフラッシュ法、薄膜熱拡散率測定

〔研究題目〕 固体酸化物形燃料電池システム技術開発／固体酸化物形燃料電池システム性能評価技術の開発／システム性能評価技術の開発／システム効率計測評価技術の研究

〔研究代表者〕 嘉藤 徹（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 嘉藤 徹、根岸 明、加藤 健、天野 雅継、門馬 昭彦、田中 洋平（エネルギー技術研究部門）、高本 正樹、中尾 晨一、石橋 雅裕、土井原 良次（計測標準研究部門）（常勤職員10名、他3名）

〔研究内容〕

天然ガス、石炭ガス等を燃料とすることが可能で、小・中規模分散型電源市場等に投入できる固体酸化物形燃料電池システムについて、システム性能の評価基準を

確立するためのシステム性能評価技術を開発し、本プロジェクトで試作された SOFC コージェネシステム等の性能を確認することを目的とする。具体的には固体酸化物形燃料電池システムの効率を高精度に測定する技術、及び都市ガス等の流量標準を開発し、実システム評価を行うと共に、今後の改善すべき項目やその目標値を整理する。これらを通じて SOFC の標準評価法を開発する。平成18年度は、これまでに検討した測定手法に基づき、10 kW 以上のシステムへの適用を目指した可搬型効率測定システムについて、システムを構成する可搬型都市ガスサンプリング装置、可搬型高精度都市ガス流量計等の設計・試作を完了した。また、これらの装置を校正可能な模擬アノードガスシステムについても試作を完了した。さらに、関西電力ー三菱マテリアルが開発中の SOFC システムを可搬型効率測定システムにより計測することとし、両社の協力を得て、関西電力六甲実験サイトに可搬型効率測定システムの設置を完了した。都市ガス流量標準の開発については、国家標準で校正した臨界ノズルをフィールドで用いるためのチャンバ、ワーキングスタンダードに用いる無差圧式の防爆サーボ式容積流量計とその装置を完成させ、成分を入力して各種ガスの流量を算出するためのプログラムを実装した。

〔分野名〕 エネルギー・環境

〔キーワード〕 固体酸化物形燃料電池システム、高精度発電効率測定、都市ガス流量標準、可搬型効率測定システム、臨界ノズル、サーボ式容積流量計

〔研究題目〕 知的基盤創成・利用促進研究開発事業／臨床検査用標準物質の研究開発

〔研究代表者〕 千葉 光一（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 高津 章子、加藤 健次、加藤 愛、加藤 尚志、絹見 朋也（計測標準研究部門）桑 克彦（筑波大学）（常勤職員6名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、国際的にも認められる臨床検査用標準物質の開発を目指し、初診時に必須な検査項目と内分泌疾患の病態識別、循環器系疾患や糖尿病患者の治療の判断に必須な項目等から20種類程度の重要な項目からを選択して、三年間で実試料系標準物質の開発を行った。また、現在、認証標準物質が開発されていないために、トレーサビリティ体系が確立されていない純物質系タンパク質を中心に、3種類程度の純物質系標準物質を開発する。さらに、現時点ではすぐに高位の標準物質開発に着手することが困難な検査項目について、標準物質の候補となる製造業者の校正物質の調査を行い、それらの中から共同実験により標準物質の候補となる校正物質の選定を行った。

実試料系標準物質としては、総カルシウム、総マグネ

シウム、血清鉄、尿素窒素、血液ガス、コリンエステラーゼ、グリコアルブミン、イオン化カルシウム、ヘモグロビン A1c、アルブミン (3種類)、腓型アミラーゼ、血清 C 反応性蛋白、HDL-コレステロール、LDL-コレステロール、インスリン、C-ペプチド、コルチゾール、リパーゼを対象にして標準物質の開発を目指した。このうち、総カルシウム、総マグネシウム、血清鉄、血液ガス、グリコアルブミン、イオン化カルシウム、ヘモグロビン A1c についてはプロトタイプを作製し、また、その他の項目に関しては、標準物質の性状規格の決定、基準測定操作法の決定、あるいは候補標準物質の選定を行った。さらに、前年度の調査研究の結果を受けて、尿中電解質成分及び尿中生化成分、並びに血清無機リン、血清リチウム及び総ビリルビンに関して、実試料系標準物質の開発研究を開始した。

純物質系標準物質の研究開発としては、組換え型ヒト C 反応性蛋白 (CRP) 緩衝溶液を候補標準物質として CRP 標準物質の開発を目指す。今年度は、値付け方法として同位体希釈分析法 (ID-MS) の適用について検討し、カラムクロマトグラフィ及びアフィニティクロマトグラフィによる安定性試験方法を確立した。また、コルチゾール標準物質の探索研究を行った。

実試料系標準物質の調査研究としては、リウマチ因子 (RF)、ジゴキシン、テオフィリン、プロラクチン (PRL)、黄体形成ホルモン (LH)、卵胞刺激ホルモン (FSH)、エストラジオール (E2)、甲状腺刺激ホルモン (TSH)、サイロキシン、サイログロブリン、 β 2-マイクログロブリン、ヒト絨毛性ゴナドトロピン (hCG)、 α -フエトプロテイン (AFP)、癌胎児性抗原 (CEA)、フェリチン、フローサイトメトリー (FCM) を対象として調査研究を行った。調査結果、RF、ジゴキシン、テオフィリン、PRL、E2、TSH、hCG、AFP、CEA、フェリチンについては標準物質候補品の作製が可能であると判断できた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 臨床検査、標準物質

【研究題目】 160Gb/s 超光通信システム用超高速全光スイッチ成果普及事業

【研究代表者】 石川 浩
(超高速光信号処理デバイス研究ラボ)

【研究担当者】 石川 浩、挾間 壽文、物集 照夫、永瀬 成範、土田 英実、並木 周、下山 峰史、Lim Cheng Guan
(常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

本事業は、InGaAs/AlAs/AlAsSb ISBT スwitchの、消光比や動作エネルギーなどの性能を向上させ、高性能のファイバーモジュールを開発することを目指して推進した。従来、ISBT スwitchでは、TM の励起光で、サ

ブバンド間遷移の吸収飽和を起こさせ、弱い TM の信号光を透過させるというスイッチング方式であった。この方式では、吸収の大きな状態で素子を動作させるため、挿入損失が大きいのが問題であった。また、大きな消光比を得るためには、大きな励起光パワーが必要であった。当初、この方式のスイッチの性能向上を目指していたが、研究の過程で、全く新しい全光位相変調効果を発見した。この効果は、高性能の超高速スイッチを実現する上で、極めて有用な効果で、従来方式に比べて大幅に性能の向上したモジュールを実現できる可能性があることから、これを用いた高消光比・低損失の全光スイッチモジュールの開発を進めた。この効果は TM 偏光の励起光で、損失の無い TE 偏光の光に、大きな位相変調を掛けることができるというものである。理論解析から、サブバンド間遷移に伴う、各準位でのプラズマ分散効果が、バンドの非放物性により影響を受けるという、全く新しいメカニズムによることを明らかにした。また、この効果を超高速光スイッチングに利用するために、位相変調効果を強度変調に変換する手法を開発し、160 Gb/s に対応するパルス幅 2.6 ps の 10 Gb/s 信号のエラーフリー波長変換に成功し、系統的に有用であることを実証した。さらに、干渉計のアームに素子をおくことで、高い消光比のスイッチが実現できることから、空間結合型の干渉計モジュールを設計試作し、光時分割多重された 160 Gb/s 信号の 10 Gb/s への多重分離 (DEMUX) 動作を実証した。本事業で発見し、光信号処理実験で、有用性が実証された ISBT スwitchにおける全光位相変調効果は、低損失で超高速の動作を可能にするもので、半導体では、従来不可能であったものを可能にしたと言え、超高速光システムの発展に大きく寄与するものである。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 キーワード：超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、量子井戸、光導波路、モジュール技術

【研究題目】 水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発／液体水素ディスペンサー流量計測技術などに関する研究開発

【研究担当者】 高本 正樹、中尾 晨一、寺尾 吉哉、土井原 良次、森岡 敏博
(常勤職員5名)

【研究内容】

目的：

本研究では、「液体水素ディスペンサーの研究開発」で開発が進められている液体水素校正装置の評価やディスペンサー用流量計の評価等を行う。また、液体水素ディスペンサーに使用される流量計を液体水素の取引計量器という観点からその特性や性能・評価・校正技術等に関する諸問題についてこれら企業と密接な情報交換等を

行い、液体水素ディスペンサーの実用化のための研究支援を行う。さらに、液体水素校正装置の評価、水素ディスペンサーに組み込まれた流量計の評価に使用できる液体水素計測用の標準流量計の開発を行う。

目標：

本研究開発では、「水素に関する共通基盤技術開発」における「液体水素ディスペンサー流量計測技術などに関する研究開発」について、液体水素ディスペンサーの実用化のための研究支援並びに液体水素ディスペンサー流量計測技術及び流量計の研究開発を実施する。

平成18年度の進捗状況：

①液体水素ディスペンサーの実用化のための研究支援

質量法による液体水素流量校正装置の運用において問題点と思われる部分の解決のためのアドバイスをおこなった。校正装置の再現性の向上のために、最終的に液体水素回収装置へつながる下流側配管を切り離す方法を採用することとなった。さらに、天秤上に設置された装置と外部装置をつなぐ配管部分ではできる限りフレキシブルチューブを使用する構造とした。本校正装置は、校正時にタンク内部の液体水素を流留養鶏に押し出すためにタンク上部から水素ガスを注入しその圧力で押し出す構造をしている。この供給する水素ガスの供給圧力の安定性は、校正時の流量の安定性に直結する。ON-OFF 制御を使用していたために圧力が大きく変動するので、現段階では、マニュアル制御がより良いことが確認された。ここは、校正時の流れの安定にとって今後の課題であると考えられる。

②液体水素ディスペンサー流量計測技術及び流量計の研究開発

開発した磁気力を利用した流量計が極低温条件下でも正常に動作することが確認された。しかしながら、大きな温度変化によって生じるセンサー部の収縮によるゼロ点変位の影響はきわめて大きく、200 K の温度変化で全長が約1 %短くなることが確認された。しかし、このゼロ点変位の影響は、センサー部が測定対象の流体温度に十分平衡状態になることで無視できることが液体窒素を用いた実験によって確認された。したがって、液体水素の測定においても温度的な平衡状態を確保できるならばゼロ点変位の問題は克服できると考えられる。

【分野名】 標準

【キーワード】 液体水素、ディスペンサー、極低温、流量計

【研究題目】 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／デュアルメンブレンシステムによるガソリンペーパー回収装置の開発

【研究代表者】 原谷 賢治（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 原谷 賢治、溝口 敬信、藤原 一郎、内丸 祐子、向田 雅一、須田 洋幸、原 重樹、吉宗 美紀（常勤職員8名）

【研究内容】

ガソリンペーパーの回収技術として、分子ふるい型膜水蒸気透過膜と溶解拡散型膜 VOC 透過膜の2種類の膜を用いる新規なデュアルメンブレンシステムによって、水分フリーのガソリンペーパーを回収する装置の開発をめざし、以下の研究を行った。

脱水膜として分子ふるい型の透過性を示す、炭素膜やゼオライト膜、炭化ケイ素膜を取り上げ、水蒸気とガソリンペーパーを分離する膜を開発すること目的とした。前駆体としてポリフェニレンオキシド（PPO）を採用した炭素膜について、中空糸型とチューブラー型の2種類を検討した。中空糸型では、PPO 誘導体から欠陥がなく分離性能の高い非対称炭素膜を製膜する手法を確立した。チューブラー型では、支持体に細孔径0.1 μm のアルミナ膜を用い、PPO のクロロホルム溶液をコーティングして炭化することにより炭素膜を作製し、中間層の形成手法など製膜条件の改善を行った。両タイプとも高い脱水性能と99 %以上の VOC 排除率を達成する炭素膜が開発できた。

ポリカルボシランから調製した炭化ケイ素系膜の水蒸気選択透過性能が開発目標値をほぼクリアすること、並びに、チタン含有ポリカルボシランから調製したチタン含有炭化ケイ素系膜素材の多孔性が焼成温度などで制御できること、最適温度で焼成して得られたチタン含有炭化ケイ素系膜が優れた気体選択透過性能を有することを見出した。

脱水膜モジュールの試作を市販のゼオライト膜を用いて行った。モジュールの水蒸気分離性能は供給ガスの露点を $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下まで脱水する性能であり目的を満足するものであった。VOC 透過膜モジュールも市販の中空糸型シリコンゴム膜等を用いて試作した。モジュールはワンスルーで93 %以上のガソリンペーパーの回収率が期待できる結果であった。

プロセスシミュレーターによって提案しているガソリンペーパー回収システムの機能の確認及び性能を試算した結果、水分フリーのガソリン成分を99.5 %以上で回収できることを明らかにし、また、より低温で冷却液化することでリサイクル量及び膜面積を小さくしない、所要エネルギーやコスト面で有利であることが判明した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 脱水膜、VOC 透過膜、ガソリンペーパー回収

【研究題目】 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム／革新的マイクロ反応場利用部材技術開発

【研究代表者】 島田 広道（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 安田 弘之、坂倉 俊康、高橋 利和、小野澤 俊也、崔 準哲、竹中 康将、

岩浪 克之、斉藤 佳織、杉山 順一、
 山下 浩、岸 良一、廣木 一光、
 小橋 比呂子、依田 敏江、中岩 勝、
 遠藤 明、片岡 祥、宮沢 哲、
 Yu Xiao-Yan、Kultyshev Roman（環境
 化学技術研究部門）水上 富士夫、
 濱川 聡、石井 亮、伊藤 徹二、
 角田 達朗、川合 章子、松浦 俊一、
 水口 純子、生島 豊、横山 敏郎、
 川波 肇、佐藤 正大、鈴木 明、
 畑田 清隆、川崎 慎一郎、
 若嶋 勇一郎（コンパクト化学プロセス
 研究センター）古屋 武、依田 智、
 竹林 良浩、川西 祐司、鈴木 靖三
 （ナノテクノロジー研究部門）
 花岡 隆昌（イノベーション推進室）
 （常勤職員32名、他11名）

【研究内容】

ナノ空孔を分子触媒・酵素の固定化担体あるいは精密反応場として利用した合成技術の開発を通じて、電子デバイス材料、医薬品中間体、機能性食品など高付加価値化学品の高効率製造に必要な基盤技術を開発する。同時に、ナノ空孔を担体とする固定化分子触媒を工業的に製造するための基盤技術を開発し、幅広くナノ空孔利用機能性化学品製造技術の普及を図る。平成18年度は、半導体デバイスプロセス処理剤などとして有用な化合物の工業的に有利な合成反応に対し、高活性かつ高選択性を示すナノ空孔固定化貴金属触媒を見出した。グルタミンナーゼをメソポーラスシリカに安定かつ高濃度で固定化できる条件を見出し、グルタミンナーゼは固定化後もその活性を保持していることを確認した。独自の界面活性剤を鋳型として使用することにより、メソポーラスシリカの細孔径を4~16 nm の範囲で任意に制御可能な技術を開発した。分子触媒のナノ空孔材料への強固な固定化が可能な配位子を設計・合成した。表面修飾ナノ空孔材料に分子触媒を導入した新規な固定化触媒を合成した。C-C結合形成反応に超高活性なナノ空孔触媒を開発した。メソポーラスシリカの細孔径の最適化によりカタラーゼが安定に固定化され、天然酵素と同程度の活性を示すことを確認した。

また、マイクロリアクター技術やナノ空孔技術の特長を生かした反応系に、マイクロ波などの外部エネルギー、高温高压反応場、超臨界流体反応場などを適用した協奏的反応場を創出し、機能性化学品生産のための革新的反応プロセスの構築に資する基盤技術を開発する。平成18年度は、高温高压水マイクロリアクターを試作するとともに、通常反応場との差を明確にした。芳香族化合物の連続ニトロ化プロセスを検討し、高温高压水によるニトロ化反応の可能性を検証した。超臨界二酸化炭素中へのニトロベンゼンの溶解度測定を行い、当初予想したよ

りも気相組成（溶解度）が大きいことを明らかにした。高温高压下、数十ミリ秒以内での混合が可能なマイクロミキサーを組み込んだ高温高压装置によるペーマイト微粒子製造の可能性を検討した。空洞共振器を用いた摂動法による有機材料の誘電特性パラメータ（誘電率、誘電損失）評価を行い、本手法が広域な誘電特性に対して妥当な評価を与えることを確認した。ナノ空孔とマイクロ波の協奏的反応場効果を最大に引き出すためのリアクター設計を行い、導波路構造を有するシングルモード照射型フロー系リアクターを製作した。単分散規則性ナノ多孔体粒子のマイクロチャンネル内への固定化を検討するとともに、マイクロキャピラリー内に規則性メソ多孔体薄膜を形成する方法を確立した。ゼオライトにサセプターを複合化した触媒を作成し、アルキル転位反応に対するマイクロ波照射効果について検討した。医薬品等の原料として有用なヘテロ環化合物がマイクロ波照射により従来法よりも高速かつ高収率で合成できること、スルホン酸型イオン交換樹脂がマイクロ波照射下 C=N 結合の加水分解に有効であることを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】機能性化学品、ナノ空孔、協奏的反応場、メソポーラスシリカ、分子触媒、酵素、マイクロリアクター、高温高压反応場、超臨界流体反応場、マイクロ波

【研究題目】革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム／革新的マイクロ反応場利用部材技術開発

【研究代表者】古屋 武（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】古屋 武、依田 智、竹林 良浩
 （常勤職員3名）

【研究内容】

超臨界二酸化炭素（scCO₂）溶媒を用い、各種原料と反応ガスを溶解してマイクロ空間反応場で協奏的に反応を行わせることにより、反応の暴走を抑制しながら厳密な反応制御が可能な反応システムを開発しようとするものである。そのために、1)有毒かつ環境負荷が高い化合物の相平衡測定技術、2)高压流体と反応ガスの加圧・送液システム開発、3)高压流体と反応ガスを用いる高压マイクロ反応プロセス開発の各段階ごとに研究を進める。

本年度は、有毒かつ環境負荷が高い物質の相平衡・溶解度測定を行うため、体積可変型試料飽和溶解装置を導入した。本装置は、既設の高速液体クロマトグラフ装置と組み合わせることで、超臨界二酸化炭素中への目的物質の溶解度測定を行う装置である。装置の基本特性の確認と測定条件を設定するため、モデル化合物としてニトロベンゼンを用いた予備測定を行った。また、シリンジポンプを用いた、超臨界二酸化炭素の加圧送液予備試験を行った。

[分 野 名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 超臨界二酸化炭素・マイクロリアクタ

[研究 題目] 高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト／ナノ材料 (CNT など) の選択的形成技術

[研究代表者] 畠 賢治 (ナノカーボン研究センター)

[研究担当者] 畠 賢治、山田 健郎、二葉 ドン、カザウイ サイ、三宅 晃司 (先進製造研究部門) (常勤職員5名、他2名)

[研究 内容]

- ① カーボンナノチューブ構造体合成技術の開発
 スーパーグローブ法は、極微小の水分添加により、従来と比較して成長の効率を数百倍改善した画期的なカーボンナノチューブ合成法である。配向した触媒フリーなカーボンナノチューブをパターン可能なマクロスコピックな配向構造体として合成できるため、MEMS に組み込むカーボンナノチューブ構造体を合成する手法としてはもっとも優れている。しかしながらこれらスーパーグローブ法で作製したカーボンナノチューブも合成直後には、カーボンナノチューブの体積充填率が3.5 %に過ぎず、カーボンナノチューブの加工を必要とする MEMS デバイスへの応用のためには、これら体積の大半が空気占有されている非常にスカスカなカーボンナノチューブフォレストを高密度化しなければならない。本年度の研究成果により、これらスカスカなカーボンナノチューブフォレストを、体積充填率50 %以上、密度が0.5 g/cm³以上を有する高密度化フォレスト、CNT 固体を創製した (Nature Materials 掲載)。さらに、MEMS 加工に用いる CNT シートにこの固体化技術を適応し、リソグラフィ等の成型加工が可能な CNT ウェハを開発した。
- ② カーボンナノチューブ MEMS 形成技術の開発
 上述した固体化したカーボンナノチューブシート状構造体を基板上に水平配置する技術、及び、リソグラフィによりパターンニングする形成技術を開発した。またトレンチ上に吊った架橋型の水平配置カーボンナノチューブ構造体形成技術を開発した。
 さらに、架橋型の水平配置カーボンナノチューブ構造体より梁構造カーボンナノチューブ構造体を形成する技術を開発し、構造を最適化し、外場の作用により、繰り返し変位が可能な梁構造カーボンナノチューブ構造体を試作した。
- ③ カーボンナノチューブ MEMS 評価技術の開発
 CNT ウェハから CNT 細線を加工し、4端子法により電気特性評価をおこなった。CNT 配向方向と垂直方向で10倍の抵抗値の異方性が観察された。カーボンナノチューブビームを作製し、AFM によりメカニ

カル特性の評価を行った。得られた結果はカーボンナノチューブ MEMS の設計の指針にできる。

[分 野 名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] カーボンナノチューブ、スーパーグローブ、シート状構造体、MEMS、デバイス、高密度化

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

[研究代表者] 軽部 征夫

(バイオニクス研究センター)

[研究担当者] 横山 憲二、宮地 寛登、福森 隆志、来栖 史代、青木 一仁 (常勤職員2名、他3名)

[研究 内容]

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

ヒト疾患腸管関連因子として知られるタンパク質マーカーを3種類選択し (TNF α 、IL-6、VEGF)、これら測定対象物質を認識する素子の開発を行った。TNF- α 認識素子は、レセプターとして知られる TNFRSF1A の部分配列を用いて設計した。IL-6については IL-6と結合する gp130、IL6-R を利用した。さらに、VEGF と結合するペプチド鎖をタンデムに繋いだ認識素子を作製し、これらの認識素子が SPR (表面プラズモン共鳴法) を用いてそれぞれの測定対象物質を特異的に認識できるか検討した。その結果、TNFRSF1A の細胞外ドメインの部分アミノ酸配列は、特異的に TNF- α を検出でき、また、IL-6/IL-6R 複合体は gp130と特異的に結合することを確認した。さらに、新規に設計した58アミノ酸からなるペプチド鎖は VEGF を特異的に認識することがわかった。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] MEMS、ヒト疾患腸管関連因子、表面プラズモン共鳴法、バイオセンサー

[研究 題目] 新機能抗体創成技術開発／高効率な抗体分離精製技術の開発

[研究代表者] 巖倉 正寛 (生物機能工学研究部門)

[研究担当者] 本田 真也、織田 雅直、広田 潔憲、竹縄 辰行、末森 明夫、横田 亜紀子 (常勤職員7名、他10名)

[研究 内容]

抗体の製造コストの大部分を占めるダウンストリーム

プロセスの技術革新に焦点をあて、生産性の向上と安全性の確保の両立を目指した研究技術開発を以下の観点から行った。

タンパク質分子リガンドに関する基盤技術の開発の観点では、抗体精製用のアフィニティクロマトカラムに充填されるアフィニティリガンドに関する基盤技術の開発を推進した。具体的には、多品種の抗体分子に対応可能で、結合・解離特性の優れたタンパク質分子リガンドを迅速・安価に提供するための設計技術、合成技術、評価技術の実現を目指し、プロテイン A 型リガンド・ライブラリの開発、プロテイン A 代替リガンド・ライブラリの開発、リガンドの効率生産技術の研究を行った。

高効率クロマト担体に関する基盤技術の開発では、担体基材に対するタンパク質分子リガンドの配向制御固定化技術、高密度化・安定化固定化技術の開発、及び開発した新規クロマト担体の静的抗体結合量、動的抗体結合特性の評価に係わることで、リガンド固定化技術の開発、アフィニティ担体の評価の研究を推進した。

溶出工程に関する基盤技術の開発の観点では、抗体精製のための各種クロマトグラフィーの溶出工程に関する基盤技術の開発を行う。具体的には、溶出時の抗体の不可逆的な会合凝集・変性等を抑制するための溶出溶媒の最適化にむけて、抗体の変性凝集検出技術の研究を推進した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ダウンストリームプロセス、医薬品抗体精製、アフィニティ・クロマトグラフィー、プロテイン A

[研究題目] 高効率・高密度インバータ革新的高度化基盤技術開発

[研究代表者] 荒井 和雄

(パワーエレクトロニクス研究センター)

[研究担当者] 奥村 元、大橋 弘通、福田 憲司、松畑 洋文、樋口 登、山口 博隆、八尾 勉、田中 保宣、小杉 亮治、先崎 純寿、原田 信介、岡本 光央、木下 明将、大久保 雅隆、板谷 太郎、高尾 和人、林 祐輔、郎 豊群、金城 達人、和田 桂典、加藤 真、梅沢 正、大和田 好蔵、企業共同研究員(常勤職員14名、他34名)

[研究内容]

自動車・家電製品等の低消費電力化実現に不可欠な炭化ケイ素 (SiC) 等を用いたパワーエレクトロニクスインバータ基盤技術を平成20年度までに確立することを目的とする。このため、産総研と(財)新機能素子研究開発協会の研究者からなる集中型研究組織を産総研パワーエレクトロニクス研究センター内に設置し、共同して①インバータ大容量化基盤技術の研究、②インバータ信頼

性向上基盤技術の研究、③インバータ高パワー密度化基盤技術の研究、の3項目で一体的な研究開発を行う。

① インバータ大容量化基盤技術の研究

各種2”プロセス用装置の導入と当該プロセスの立ち上げを行うと共に、1mm□SBD素子、3mm□C面PiN素子を試作し、その結果に基づき、新規装置の開発、熱処理後の新規プロセス開発の検討を開始した。また、各種の評価方法(PL, EBIC, X線トポ、エミッション顕微鏡等)でウェハ欠陥を観察し、その差違、特徴を検討した。デバイス特性と格子欠陥の関連を高い精度で調べるため、放射光を用いたX線トポグラフィ観察実験を行った。

② インバータ信頼性向上基盤技術の研究

ゲート酸化膜信頼性と基板品質の相関を調べ、 $EPD=1 \times 10^4 / \text{cm}^2$ 基板上の600 μm ϕ の素子の Q_{bd} は、 $6 \times 10^4 / \text{cm}^2$ 基板上のものより大きく、転位欠陥により Q_{bd} が低下していることを見いだした。 $EPD=1 \times 10^4 / \text{cm}^2$ 基板では、素子サイズ100 μm ϕ 以下でワイブル分布関数の形状パラメーターが5以上であって SiO_2 酸化膜の真性破壊を示しているが、 $6 \times 10^4 / \text{cm}^2$ 基板では素子サイズが100 μm ϕ 以下でも形状パラメーターとして2種類見いだされ、欠陥の影響を除去できないことがわかった。欠陥の詳細な分類と信頼性の関係を更に評価中である。2インチ基板でのプロセスも立ち上がり、1 mm ϕ 素子での評価も開始した。酸化膜の信頼性と転位密度の相関を調べることにより、5 mm□MOSFETに要求される基板の欠陥の条件を明確化するため、低BPD基板、低転位密度基板を準備した。

③ インバータ高パワー密度化基盤技術の研究

SiC物性値の限界に迫る低損失パワーデバイスの試作を行い、世界トップの低オン抵抗を持つ1.8 m Ω cm²のSiC-MOSFETの試作に成功した。また、インバータ基本回路に使用する4 m Ω cm²相当の1次試作デバイスを試作すると共に、オン電圧と逆漏れ電流の低い1200 V耐圧SiC-SBDの構造及びプロセス設計の検討と試作を開始した。1次試作デバイスによるインバータ基本回路として、上記4 m Ω cm²相当のSiC-MOSFETとSiC-SBDを用いた降圧チョッパ回路の製作とSiC-MOSFETのスイッチング損失測定を行い、TEGデバイスの等価回路モデル化を行った。得られたTEGデバイスの等価回路モデルに従い、インバータ損失統合設計シミュレータを開発すると共に、損失計算に必要となるデバイス特性・等価回路パラメータ抽出を行った。また、ノイズフィルタ用高周波インダクタの損失評価を行い、100 kHzまでの測定ができる装置と損失評価法を構築した。

高温動作を想定した高信頼性化の研究の一環としてSiCチップのAl電極への直接半田付けが可能なAuバンパと鉛フリー半田との複合半田の研究に着手し、

250℃での高温保持試験によりその有効性を確認した。また、SiC-MOSFET や SBD などの Al 配線の200度以上の高温動作時の故障問題の洗出しを行い、ゲートソース間短絡及び配線の断線などの大きな信頼性問題を明確化した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 低損失デバイス、インバータ、SiC デバイス、大容量化、高信頼化、高パワー密度化

【研究 題目】 ナノテクノロジープログラム／カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト

【研究代表者】 湯村 守雄
(ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】 湯村 守雄、畠 賢治、二葉 ドン、保田 諭、稲熊 正康、田中 直樹、生井 竜紀、平岡 樹、松野 賢吉、水野 まり子、渡辺 良江
(常勤職員3名、他8名)

【研究 内容】

本プロジェクトは、従来の活性炭を電極に用いたキャパシタの代わりに、カーボンナノチューブ(CNT)を用いた高性能キャパシタを開発するために、スーパーグロース合成手法を用いて CNT 量産化技術及びキャパシタ製造技術を確認することが目的である。この目標を達成するため、CNT 量産化技術に関する基礎的研究を行い、以下の4つの開発項目を行った。

① 触媒・助触媒・基板の研究

触媒を担持させて CNT を成長させる基板として、従来のシリコンウェハのような高価な基板ではなく、比較的安価なニッケル合金基板でも、従来のシリコン基板と同様な品質、収量、選択性をもつ単層 CNT が成長することを見出し、大量合成に向けた重要な結果を得た。

② 大面積化 CNT 合成技術及び長尺化・高効率 CNT 合成技術の研究

今回開発した技術を適用できる大面積合成炉を設計・試作し、A4サイズの金属板の全面に均一でかつ、高純度、高比表面積、長さを持つ配向単層 CNT 構造体を合成することに成功した。また、高さ(長さ)が 4 mm 以上の配向 CNT 構造体の合成にも成功した。

③ 構造制御 CNT 合成技術の研究

従来の垂直配向 CNT 構造体を、溶液に浸し乾燥させると、溶媒の表面張力と CNT 間のファンデルワールス力により、チューブをくっつけるジッパー効果が発現し、配向した CNT を稲穂の束のように高密度化された CNT 固体を創製できることを見出した。この CNT 固体は、従来の配向 CNT 構造体と比べ同様の特性を保持し、また、高密度化により、70倍もの強度

が増し、グラファイト並みの強度を持つことを明らかにした。

④ 最適 CNT 探索及び合成技術の研究

上記③で開発した CNT 固体を電極材料として用いるキャパシタは、活性炭を電極とする従来型のキャパシタよりも、高エネルギー密度、ハイパワーを示すことを実証した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、キャパシタ、スーパーグロース、高密度化、CNT 固体

【研究 題目】 高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業／MEMS-半導体横方向配線技術／高密度な低温積層一体化実装技術

【研究代表者】 明渡 純
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 明渡 純、中野 禪、朴 載赫、馬場 創、佐藤 治道、青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥
(常勤職員8名、他2名)

【研究 内容】

微細、低抵抗で高周波領域、大電流領域で使用可能な線幅100 μm 以下の微細厚膜配線パターンや結晶性の高い誘電体、磁性体など機能薄膜パターンをマスクレスで直接描画できるマテリアル・ダイレクト・ライティング (MDW) 技術を開発し、オンデマンド性の高い MEMS 実装プロセスの実現を目標とする。

平成18年度は、シングルヘッドのインクジェット装置の導入を完了し、レーザー加熱実験をガラス基板、Si 基板について実施し、その効果の評価を行った。その結果、ノズル基板間距離と加熱パワーの調整により、着弾ドロップレットサイズが減少可能なこと、また、ドロップレット厚みを増加できることも確認した。また、導体ライン上への層間絶縁層の AD 成膜を実現するには、導体ラインの密着性が不足であることが明らかになり、現在、これに向けた改善策を検討中である。以上、当初数値目標である、線幅で30 %以上の減少比を達成した。また、直接描画によるバンプ形成と高精度フリップチップ実装技術では、10 μm 角の20 μm ピッチのピラミッドバンプを GD-リフトオフ法で形成、接合工程を前提に圧縮実験を行い従来より1/3~1/5の低加重で良好な圧縮特性を得た。また、微細バンプのビッカース硬度評価を行ない、通常のパルク材より高硬度になることが明らかになった。さらに、高精度な微細バンプの形状制御のために、厚膜レジスト微細パターン露光装置の仕様決定並びに導入環境の整備を完了した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 インクジェット、ナノ粒子、エアロゾルデポジション、常温衝撃固化、MEMS、配線、バンプ、直接描画、

導体、ナノペースト

〔大項目名〕光バックプレーンに関する標準化調査事業

〔研究代表者〕 青柳 昌宏
(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥、
伊藤日出男、福田 昭
(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

本標準化調査事業は、高速通信情報機器に将来必須となる光バックプレーンを普及発展させるために、これまでに国家プロジェクトで開発してきた光実装部品技術で統合した光バックプレーンに関して、世界に先駆けて、国際標準として提案することを目的とする。

光バックプレーンはサーバやルータなどの情報通信装置をコンパクトに実装して光接続をするためのプラットフォームとなる部品であり、これが標準化されれば、これを基点として光実装部品の適用範囲が広まり、この分野のビジネスが大幅に拡大する効果が期待されている。特に、光部品は金型成型品が使われるため、標準化による使用量の拡大は、コスト低減に非常に効果的であり、さらに安価な光実装部品が市場に出回ることになって、将来の情報家電への適用拡大の波及効果も期待されている。

平成18年度は、光バックプレーンの標準化規格として規定すべき要求条件の明確化、実用上必要な信頼性の確保を目標として、以下の項目について調査をした。

- ・光バックプレーン規格案作成の調査
- ・光バックプレーンとしての信頼性の評価、
- ・光バックプレーンの要素部品の信頼性評価、
- ・光バックプレーンに関連する国際規格、及び関連技術の動向調査

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 光バックプレーン、標準、光実装、光部品、信頼性

〔研究題目〕知的基盤創成・利用促進研究開発事業／マイクロ波・ミリ波におけるインピーダンス計量標準の研究開発

〔研究代表者〕 堀部 雅弘 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 堀部 雅弘、小見山 耕司、島岡 一博、
木下 基 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

3.5 mm 径同軸コネクタについてインピーダンス標準(反射係数標準)を33 GHz まで確立し、それを活用した産総研標準供給を開始した。他種コネクタの標準開発で培った基本理論は他国の標準局と同等あるいは、それ以上の水準であり、特にコネクタ接合部に関しての解析では評価が高い。伝送線路の寸法からインピーダンス

を導出する手法は一般的であるが、その測定に3次元測定を導入し、コネクタがある形状を考慮した測定方法を実施することにより、これまで測定できなかった接合部端面の評価や、接続時の長さ変化などが精密に評価できるようになり、インピーダンス標準の不確かさを従来手法より約1桁改善できた。その結果として、不確かさは、0.25~0.6 %と目標値(1 %)の半分程度以下を達成した。33 GHz での供給は、英米標準研究所のみであるが、今回の成果はこれらに比べても不確かさが0.1~0.3 %小さく、世界最高水準の計量標準を実現したといえる。

これに加え、(財)日本品質保証機構において、33 GHz までの設備対応を完了し、次年度に産総研より標準供給をうけて校正事業を開始することにより、産業界におけるインピーダンスのトレーサビリティ体系を確立する。

これら一連の活動を通して、確立したインピーダンス標準を活用したトレーサビリティ体系の確立をめざし、安全性規制等への対応を容易にし、安全・安心な社会に貢献する。

また、もう一つの成果としては、主要計測器メーカーから有識者を招いて運営委員会も実施し、インピーダンス標準の供給が実現性をおびてきたことから、他種コネクタ・他周波数帯域においても、インピーダンス標準供給への新規要望が数多く出ており、需要が拡大したことが挙げられる。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 3.5 mm 径同軸コネクタ、インピーダンス計量標準、トレーサビリティ、3次元計測

〔研究題目〕太陽電池評価技術の研究開発

〔研究代表者〕 菱川 善博 (太陽光発電研究センター)

〔研究担当者〕 菱川 善博、土井 卓也、猪狩 真一、
高久 清、中原 乾志、小椋 文雄、
北條 敦至 (常勤職員7名)

〔研究内容〕

1. 新型太陽電池性能評価技術

量産用モジュール状態で太陽電池の分光感度を測定する装置の基本設計を明らかにして装置を導入し、モジュール分光感度測定が可能であることを確認した。また、NEDO 開発品等の性能評価を実施した。また、太陽電池の温度依存性、照度依存性を高精度にモデル化する技術を検討し、単結晶 Si、多結晶 Si 太陽電池において、直線補間法によって高音域の IV 特性を、実験的理論的に高精度に近似できることを明らかにした。

2. 校正技術高度化

電気量で校正可能な常温放射計である ECPR 型精密絶対放射計を利用し、SI 系に高位にトレーサブルな絶対放射照度測定技術を開発した。基準太陽電池モジュール校正時のモジュール面内の温度の均一性に由

来する誤差を抑制する目的で ± 1 ℃の精度で保持可能な温度制御技術を開発した。

3. 信頼性評価技術

長期信頼性試験技術開発のための性能指標としては、モジュール出力の初期からの低下量が適切であること、主な故障・劣化症状としては、ガラスの割れ、セルの割れ、電極はがれ、EVAの変色であることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、エネルギー、環境、性能評価、信頼性評価、システム

【研究題目】発電量評価技術の研究開発

【研究代表者】菱川 善博（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁
（常勤職員4名）

【研究内容】

太陽電池の性能を表す場合、従来では標準条件（STC）での性能評価として出力定格（W）で対応してきたが、この方法では温度や日射量、スペクトル等の異なる環境下での発電量を評価できない欠点がある。このため、発電量定格（Wh）による評価法が求められている。また国際的にも発電量定格の標準化が進められつつあり、対応が必須となっている。

そこで、屋外計測で得られた I-V 特性値を STC 等の環境条件で得られる値に換算するための方式の開発を行い、屋外実測データに基づく線形内挿方式の精度検証及び適合範囲の確認を行った。また、発電量定格技術として有効な気象モードの設定と任意期間の積算発電量を計算する方式の開発を行っている。併せて、IEC/TC82/WG2の60891改訂審議において IEC61853等の国際標準の規格決定に向けた活動を行っている。

産総研研究協力センター（けやき館）屋上において、最大36枚までの太陽電池モジュールの I-V 特性値を計測し、発電量評価技術のための基礎データを収集した。ここでの固定架台設置方式による太陽電池モジュールの屋外計測値を用いて、IEC61853の試計算を行った。その結果、結晶シリコンとアモルファスシリコンの主に温度特性が原因と思われる気候モードによる発電性能の違いが明らかとなった。IEC61853において、異種太陽電池モジュールの技術比較に適するよう気候モードが設定されているのかそうでないのかは不明であるが、絶妙のモード設定であるように思われる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、発電量

【大項目名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・曝露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】中西 準子

（化学物質リスク管理研究センター）

【研究内容】

工業ナノ粒子のリスク評価は広範な分野の専門家が力を合わせなければならない課題であり、産総研の5研究ユニットと3大学にわたる担当チーム間の密接な連携・協力関係の下に、以下の5分野にわたる研究開発を行った。①分散・調製技術開発として、有害性試験へキャラクター化された分散試料を供給するため、ナノ粒子の気中及び液中への分散・調製技術開発を行った。②工業ナノ粒子のキャラクター化手法の開発として、曝露評価や有害性評価試験の信頼性と再現性の確保に資するため、気中、液中及び生体試料中でのナノ粒子の計測とその校正手法の開発を行った。③工業ナノ粒子の曝露評価手法の開発として、将来予測を含めた曝露評価技術の開発を行うことを目的とし、排出シナリオの構築と環境中挙動モデルの構築を行った。④工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発では、分散・調製・キャラクター化された工業ナノ粒子を材料として、共同研究者が実施する吸入曝露試験と並行して、経皮曝露試験とインビトロ有害性試験を実施、試験組織・細胞における影響プロファイル作成、及びヒト影響への外挿・評価のための検討及び生体内酸化還元能の非侵襲的 ESR 計測法の開発を行った。⑤工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築では、基礎情報調査として既往文献の調査を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、分散・調製、マスク、計測・校正、キャラクター化・曝露評価、排出シナリオ、環境動態、曝露評価、リスク評価、リスク管理、社会受容性

【大項目名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・曝露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【中項目名】工業ナノ粒子のキャラクター化手法の開発／分散系調整技術開発

【研究代表者】中西 準子

（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】遠藤 茂寿、内田 邦夫（環境管理技術研究部門）、島田 学、奥山 喜久夫、ウレット レンゴロ（広島大学）、大谷 吉生、金 鎮喆（金沢大学）
（常勤職員2名、他5名）

【研究内容】

有害性試験に供する工業ナノ粒子の気中及び液中への分散・調製技術の開発を行い、有害性試験での信頼性と再現性の確保に資するため、以下の研究を行った。

気中分散系調整技術開発では工業ナノ粒子の懸濁液から粒子を気中分散させる噴霧方法の開発を目的とする。本年度は、設計・製作した噴霧発生装置を用い、酸化ニ

ツケルナノ粒子懸濁液の噴霧試験を行い、液中の粒子の状態及び噴霧条件を検討し、気中に分散させた粒子のサイズ、濃度等の状態との関連を明らかにした。

液中分散系調製技術開発では、ナノ粒子の寸法または形状を一定の範囲に調整した安定な液中分散系を機械的に調製する方法の確立を目的とする。本年度は、液相中へのチタニア、酸化ニッケル、及び、フラーレンの分散方法を検討した。その結果、重量基準メディア径として20～50 nm までの分散を可能にし、気相噴霧試験、並びに、細胞有害性試験に試料として提供可能とした。また、固化粉碎法、並びに、媒体ミルによる CNT の切断と液相分散が可能であることを実証した。

工業ナノ粒子のフィルタ捕集効率の評価手法の開発と評価では、ナノ粒子で問題となる、フィルタ出口粒子濃度が大変に低い条件下でのフィルタ性能試験に適応可能な、フィルタ捕集効率を求める方法の確立を目的とする。本年度は、フィルタが気中に分散した工業ナノ粒子を捕集する効率を求める方法を確立するため、局所導入、局所サンプリングを採用した小型フィルタ性能評価装置を作成し、物質収支を確認し、中型の試験装置へスケールアップを検討した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 工業ナノ粒子、気中分散、液中分散、調製技術、フィルタ、マスク、

[大項目名] ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクターリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

[中項目名] 工業ナノ粒子のキャラクターリゼーション手法の開発／媒体中における工業ナノ粒子のキャラクターリゼーション手法の開発

[研究代表者] 中西 準子
(化学物質リスク管理研究センター)

[研究担当者] 榎原 研正、櫻井 博、高畑 圭二、
佐藤 佳宏、衣笠 晋一、島田 かより、
齋藤 剛 (計測標準研究部門)、
平澤 誠一、瀬戸 章文、辻 正明、
(先進製造プロセス研究部門)、
山本 和弘、牧野 雅 (計測フロンティア研究部門)、
田尾 博明、中里 哲也、
佐藤 浩昭、平川 力、中村 有理
(環境管理技術研究部門)
(常勤職員13名、他4名)

[研究内容]

有害性試験と暴露計測等での信頼性と再現性を確保するため、気中、液中及び生体試料中でのナノ粒子の計測とその校正手法の開発を行う。

気中粒子計測技術開発では、微分型電気移動度分析器を用いた気中粒子測定に対し、10 nm 以上の粒径範囲での試験・校正の手順書案の作成と予備的適用検討を進

めた。また質量濃度のオンライン評価技術を開発し予備的実験を行うとともに、直径10 nm 以下を計測する気中粒子検出器の粒子凝縮成長部を設計・試作した。単分散ナノ粒子発生装置の試作と性能確認を行った。

液中粒子計測技術開発では汎用動的光散乱装置の精度評価を行うとともに、有害性試験用の分散試料調整、粒径サイズとその安定性確認、有害性試験実施の基本スキームを確立した。また、流動場分離装置－光散乱検出器システムの標準粒子を用いた粒径分布と分離条件の検討、さらに、紫外分光器による濃度計測の予備的検討も行った。

電子顕微鏡によるナノ粒子のキャラクターリゼーション技術開発では、液中分散ナノ粒子試料調整法として試料液体量、保持法、保持媒体、乾燥条件等の条件を検討し最適調整条件を明かした。また、生物試料の前処理法及び超薄切片作製技術では、マクロファージとラットの常温化学固定法による検討を行った。

微量試料に対する化学分析技術開発とナノ粒子の体内分布の測定では、多層 CNT 中の微量金属成分及び生体組織中の酸化ニッケルの、誘導結合プラズマ質量分析法による定量のための試料前処理方法を検討し、実試料へ適用した。また、レーザー励起燐光スペクトル計測による、一重項励起酸素の濃度と寿命を測定する手法を確立し、大気中光励起による生成能を評価した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 工業ナノ粒子、計測・校正、キャラクターリゼーション、リスク評価、

[大項目名] ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクターリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

[中項目名] 工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発

[研究代表者] 中西 準子
(化学物質リスク管理研究センター)

[研究担当者] 中西 準子、米澤 義堯、村山 英樹、
蒲生 昌志、小倉 勇、小林 憲弘、
岸本 千恵、鈴木 一寿 (化学物質リスク管理研究センター)、
田尾 博明、
脇坂 昭弘、伊藤 文之、小原 ひとみ、
田宮 真紀子、近藤 裕昭、松沢 貞夫、
大古 善久 (環境管理技術研究部門)
(常勤職員11名、他5名)

[研究内容]

工業ナノ粒子のスク評価と適正管理のあり方の提言を行うことを目的とし、排出シナリオの構築、環境中挙動モデルの構築、暴露評価技術の開発を行い、工業ナノ粒子の暴露評価を行うことを目的とする。

排出シナリオの構築では、聞き取り調査及び文献調査などにより、工業ナノ粒子の種類、特性、用途、ライフサイクルを整理するとともに、計測項目の検討、模擬排

出試験の設計・作成を行った。また、模擬排出試験装置を作成し、ナノ酸化金属・ナノカーボン材料による予備的な排出模擬実験を行った。

環境中挙動モデルの構築では、工業ナノ粒子の凝集・拡散特性に関する実験データを得るため、工業ナノ粒子発生源、フローチャンバー、及び、粒径分布計測装置からなる実験装置の開発を行った。同装置の粒子発生源として、超音波霧化分散法、レーザーアブレーション法、超臨界流体分散法を検討した。

暴露評価技術の開発では、工業ナノ材料や関連する粒子状物質について、聞き取り調査や文献調査を行うことにより、作業環境や発生源近傍の暴露の現状を整理した。排出ナノ材料の濃度、サイズ、形態などの情報、使われている測定方法、現状の問題点や課題などの検討・整理を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 工業ナノ粒子、環境動態、暴露評価、リスク管理

〔大項目名〕 ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

〔中項目名〕 工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発

〔研究代表者〕 中西 準子

(化学物質リスク管理研究センター)

〔研究担当者〕 二木 鋭雄、岩橋 均、吉田 康一、斎藤 芳郎、福井 浩子、堀江 祐範、藤田 克英 (ヒューマンストレスシグナル研究センター)、小野 泰蔵、横山 秀克 (計測フロンティア研究部門)、中西 準子、蒲生 昌志、小林 憲弘、納屋 聖人、岩田 光男、鈴木 一寿 (化学物質リスク管理研究センター)、山元 修、山田 七子、足立 孝司 (鳥取大学)、島田 学、奥山 喜久夫、ウレット レンゴロ (広島大学) (常勤職員11名、他10名)

〔研究内容〕

キャラクタライズされた工業ナノ粒子を用いて、経皮暴露試験を実施、また、インビトロ有害性試験等により生体影響プロファイルを解析するとともに、ヒト影響への外挿・評価のための検討を行う。同時に吸入暴露装置及び ESR 法による実験動物体内の酸化還元能影響評価法を開発する。

経皮暴露による皮膚形態学的影响の評価では、試験条件の検討のため、市販の酸化チタン含有サンスクリーンを用いた予備実験を行った。

生体影響プロファイルの作成・評価手法の開発では、酸化チタンを用いた培養細胞の暴露試験を行い、細胞の増殖速度、細胞死形態の観察と、遺伝子発現プロファイ

ルの解析を行った。また、酸化ニッケル気管内注入暴露ラットに関して、ストレスバイオマーカーの計測と、遺伝子発現プロファイルの解析を行った。

ESR イメージング技術による生体内酸化還元能への影響評価手法の開発では、ESR 画像化装置と選択領域信号強度決定法を用いたマウス肺における還元能の評価手法の開発を行った。開発された手法の還元能変化検出限界はアスコルビン酸換算で0.4 mM を達成した。

吸入暴露試験装置の開発では、気中分散ナノ粒子の輸送系とそれに付随させる粒子径分布と濃度の即時・連続計測装置を試作し性能評価を行った。これに、噴霧装置と組み合わせ吸入暴露試験装置を試作し、予備実験を実施した。

有害性評価試験結果の外挿に関する研究では、粒子表面積と毒性の強さの用量-反応関係にかかる既存情報の整理を行い、また実際にラットを用いた気管内投与試験を独自に計画・実施した。また、アスベストの有害性に関する情報を整理することによりバイオマーカーの候補の検討・選定を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 工業ナノ粒子、有害性評価、リスク評価、リスク管理

〔大項目名〕 ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

〔中項目名〕 工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築

〔研究代表者〕 中西 準子

(化学物質リスク管理研究センター)

〔研究担当者〕 中西 準子、米澤 義堯、村山 英樹、蒲生 昌志、岸本 充生、小倉 勇、小林 憲弘、岸本 千恵、納屋 聖人、岩田 光男、鈴木 一寿 (化学物質リスク管理研究センター) (常勤職員7名、他4名)

〔研究内容〕

工業ナノ粒子のリスク評価では、工業ナノ粒子であるカーボンナノチューブ、フラーレン、酸化チタンについてリスク評価を実施して、リスク評価書をまとめることを目的とする。本年度はこのため、カーボンナノチューブ、フラーレン、酸化チタンのそれぞれについて、データの充足度を確保するとともに、重点的な解析を行うべきポイントを整理するなどして、今後のリスク評価の方針について検討した。リスク評価に関連する不確実性の見積もりについて、地球温暖化の予測に関する議論を中心にレビューを行い、エキスパートジャッジメントを用いる際の留意点を整理するとともに、具体的な見積もり手法についてまとめた。

また、ナノテクノロジーの社会的受容性に関する研究

では、ナノテクノロジーのもたらす便益と、潜在的リスクについて社会的な認知を得た上で、政府・事業者・市民・研究者がそれぞれの役割を果たしながら、適正に管理し活用できるための社会制度設計について提言を取りまとめることを目的とする。このため、日本に関する法規制ギャップ調査を行うとともに、米国や英国で行われた同様な調査や、ナノテクノロジーが社会に導入されることに伴う社会的影響に関する人文社会科学系の研究の動向をレビューした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 工業ナノ粒子、リスク評価、リスク管理、社会受容性、規制ギャップ

【大項目名】 工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発／ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】 平澤 誠一
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 平澤 誠一、瀬戸 章文、矢部 明、辻 正明 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

ナノ物質の有害性評価の際に必要な気中粒子計測技術開発に関連し、サイズ・個数・形状等が値付けされた気中浮遊標準ナノ粒子を連続合成し、大気中に安定的に供給する技術開発の部分を、計測標準部門との連携のもと、先進製造プロセス研究部門が担当している。

レーザーアブレーションによる粒子生成、気相中アニールによる形状制御、並びに DMA (Differential Mobility Analyzer) による分級をシステム化した単分散ナノ粒子発生装置の試作を行い、金、Ni、CoMo 合金等の材料系に関して、数 Torr から常圧までの幅広い圧力条件において、幾何標準偏差1.2以下の単分散ナノ粒子の作製に成功した。将来的に粒子供給装置に適用する場合に必要な常圧条件下で、計測技術開発のために必要最低限の個数濃度が得られており、また、レーザー出力を調節することによりこれらの濃度が調整可能であることから、年度目標である単分散粒子発生技術は、計画通り達成された。

さらに、平成19年度に予定していた前記単分散触媒ナノ粒子を用いたカーボンナノチューブ作製実験の一部を前倒しで実施した。プロセスの安全性を高めつつ、非球形標準粒子としてのカーボンナノチューブ作製手順・装置の開発を行うことを念頭に、毒性の高いCO等を原料に用いず、水素濃度を爆発限界以下に抑えるなど、従来の気中合成ではカーボンナノチューブの合成が困難とされていた条件下での合成に取り組んでいる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、レーザーアブレーション、

サイズ分級

【研究題目】 ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】 山本 和弘
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 山本 和弘 (常勤職員1名)

【研究内容】

電子顕微鏡は空間分解能が高くナノ粒子の計測において最も有効な計測手法である。電子顕微鏡観察のための液中試料調整方法を開発するとともに、試料調整方法及び観察法に関して一般化を行い手順書として確立・提案する。また、ナノ粒子を含有した生体試料の透過型電子顕微鏡測定のために、電子分光を用いた透過型電子顕微鏡観察手法を開発することを目標とする。平成18年度は、液中分散したナノ粒子の電子顕微鏡観察のための試料調整方法を開発する。液中分散ナノ粒子としてポリスチレンラテックスをモデルとして取り上げ、透過型電子顕微鏡観察の試料調整の条件と実際の透過型電子顕微鏡観察によるポリスチレンラテックス粒子の分散状態の検討を行った。これにより液中分散したナノ粒子の電子顕微鏡観察のための試料調整のための手順を検討した。TEM 用炭素支持膜付グリッドの表面処理、ナノ粒子分散液の滴下量、温度などを最適化した。第2に生物細胞、組織の観察のために生物試料の前処置技術を開発した。生物細胞として培養したマクロファージを、生物組織としてラットの肺を取り上げ、透過型電子顕微鏡観察のための前処理技術及び超薄切片作製技術を検討した。常温において化学的処理で細胞組織を固定し、脱水処理後に樹脂に包埋して透過型電子顕微鏡において電子線が十分透過する薄さまで薄片化する手法を確立した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 ナノ粒子、透過型電子顕微鏡、有害性評価、分散、生物細胞、生物組織

【研究題目】 ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】 二木 鋭雄
(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】 二木 鋭雄、岩橋 均、吉田 康一、齋藤 芳郎、堀江 祐範、藤田 克英、福井 浩子 (常勤職員7名)

【研究内容】

工業ナノ粒子として、酸化チタンを用いた培養細胞の暴露試験を行い、細胞の増殖速度、細胞死形態などを観察した。また、DNA マイクロアレイを用いた実験再現性の評価と遺伝子発現プロファイルの解析を行った。さ

らに細胞死誘導における詳細メカニズムの解明検討を行った。他の工業ナノ粒子についても、当該プロジェクト内で議論し、分散調製法確立後すぐに評価が可能な体勢を整えた。動物実験に関しては、酸化ニッケル気管内注入曝露ラットに関して、ストレスバイオマーカーの計測を行いデータの集積を継続して行っている。さらに、DNA マイクロアレイを用いた解析手法の検討と遺伝子発現プロファイルの解析を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ナノ粒子

〔研究題目〕 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発

〔研究代表者〕 八瀬 清志 (光技術研究部門)

〔研究担当者〕 八瀬 清志、阿澄 玲子、吉田 郵司、近松 真之、辛川 誠、牛島 洋史、安部 浩司、福田 伸子、佐藤 史巨 (常勤職員7名、他2名)

〔研究内容〕

平成18年度は、有機 TFT アレイを大面積で印刷形成可能とするための要因を把握するとともに、各種材料のインク化指針を得るために以下の研究開発を実施した。

①有機 TFT アレイ化技術の開発

- 有機半導体部材の開発においては、3-ヘキシルポリチオフェン(P₃HT)をキー材料とし、各種表面処理剤により処理したシリコンウエハーへの塗布によりボトムコンタクト型の TFT を作製し、移動度の向上に分子の凝集制御が効果的であることを確認した。また、PDMS 版を用いたマイクロコンタクトプリント(μCP)法による TFT 作製を行い、 $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ~ $4 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ の移動度を得た。また、素子構造についての検討、及び表面・界面の構造・物性評価を行った。
- 有機 TFT アレイ化技術の開発においては、μCP 法、インクジェット法、ディップペン法、その他の手法を検討し、必要な仕様の設備導入を行った。

②マイクロコンタクトプリント技術の開発

- パターニング技術の開発においては、配線及び画素電極のパターニングでは、表面処理装置や自己組織化膜(SAM)等を用いた表面制御を検討するとともに、接触角測定装置を用いた表面やインクの評価、解析を行うことにより、基礎的な知見を得た。絶縁膜のパターニングでは、ゲート絶縁膜用材料として、ポリビニルフェノール、ポリビニルピロリドン、ポリアクリロニトリルの印刷性を評価した。また、パッシベーション膜としてエポキシ・シリコンハイブリッド樹脂インクを用い、μCP により膜厚2 μm を4インチサイズで印刷した。ソース・ドレイン電極のパターニングでは、4インチサイズのプロセス開発として、ソース・ドレイン電極となる金の薄膜上にレジストパターンと

なるアルカンチオールをμCP で印刷してエッチングするプロセスを実施した。また、銀インクをμCP でアディティブに印刷するプロセスを実施し、版材とインクの濡れ性の改善、乾燥条件の検討、印刷時の接触圧制御などの基礎的な知見を得た。

- プリンターの開発においては、無圧方式で高分解能 Z 軸位置検出センサーを装備した6インチサイズのμCP 装置を新たに設計・開発して導入し、非 PDMS 版材の作製も可能な治具及び装置の実験環境改善のためのクリーンブースを導入して、製造技術の標準化及び環境整備を実施した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 有機薄膜トランジスタ、マイクロコンタクトプリント

〔研究題目〕 スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト

〔研究代表者〕 安藤 功兒

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 安藤 功兒、湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均、V. Zayets、長浜 太郎、薬師寺 啓、森山 浩司、山本 美恵 (常勤職員7名、他2名)

〔研究内容〕

(1) 低電力磁化反転 TMR 素子技術

本項目では、将来のスピン RAM の実用化に繋げるため、低電力磁化反転 TMR 素子技術として記憶層材料の探索・TMR 素子構造の最適化の研究開発を遂行している。

スピン注入磁化反転において、反転電流密度 J_c は、TMR 素子のスピン分極率、飽和磁化の大きさ M_s など様々な要因に依存する。応用のためには、高速読み出しに必要な高 MR 比と10年間の記憶保持に必要な高い熱安定性を維持しながら、反転電流密度 J_c を低減しなければならない。現在、これらの要求を全て満たす TMR 素子は無数存在しないが、候補として数種類の有望な系が考えられる。産総研では、高 MR 比を得るためにトンネル障壁材料は MgO に固定し、これと組み合わせる強磁性電極(固定層、フリー層)の材料や積層構造・素子形状の探索研究を行う。現段階では大容量スピン RAM のための本命の電極材料や構造がまだ見えていないため、産総研では本プロジェクトの前半段階では特定の材料系のみ集中することなく、幅広い材料系の探索を行う。このような多種多様な材料系について効率よく探索研究を行うために、平成18年度はスパッタ成膜装置の導入を中心に、スピントロニクス新材料・新構造探索のための研究拠点を立ち上げた。

平成18年度の目標は下記の内容であった。

- 産総研に新設するクリーンルーム内にスパッタ成膜

装置を導入し、さらに、磁界中アニール炉を設置し、新材料・新構造探索のための研究拠点を立ち上げる。

- ・イオンミリング法に加えて反応性イオンエッチング法を用いた100 nm サイズの TMR 素子の加工技術を確立する。
- ・スパッタ成膜装置を中心とした研究拠点を立ち上げ作業と並行して、既存の成膜装置を用いて新材料・新構造探索のための予備実験を行い、室温で400 %以上の MR 比を実現するための指針を得るとともに、Si 基板上の TMR 素子の作製条件を明確にする。また、垂直磁化 CPP-GMR 素子を作製して、垂直系スピン注入磁化反転を実現する。
- ・室温においてスピントルクダイオード効果を用いて本質的な反転電流密度を同定する手法を確立する。
- ・平成18年度研究加速化予算を用いて、成膜直後の TMR 薄膜を微細加工なしにウエハ状態のまま TMR 基本特性を評価できる「トンネル伝導評価装置」を導入し、新しい電極材料や新規の積層構造の探索を加速化して遂行できる体制を整える。

平成18年度は次のような成果を得た。

- ・ bcc Co 電極層を用いた Co/MgO/Co 構造の TMR 素子を作製し、室温で410 %の TMR 比を実現するとともに、非常に優れた温度特性も同時に実現した。この結果、強磁性電極の界面電子状態の制御によって、TMR 比及び温度特性を制御する指針を得た。
- ・新たにクリーンルームを整備し、そこに8インチウエハ上に MgO トンネル障壁 TMR 素子を自動成膜できる生産プロセスに適合したスパッタ装置を導入した。さらに、磁界中アニール炉及びトンネル伝導評価装置も導入し、スピン注入磁化反転用 TMR 素子の新電極材料や新構造を効率的に探索できる研究拠点を立ち上げた。
- ・新たに立ち上げた研究拠点をを用いて、スピン注入磁化反転に適した低抵抗 MgO トンネル障壁を持つ TMR 素子を作製し、室温で200 %を超える TMR 比を再現性良く実現した。平成19年度に新材料や新構造を効率的に探索するための体制を整えた。
- ・スピントルク及び磁気緩和定数の新しい評価手法を開発した。これを用いて、スピン注入磁化反転電流の10分の1程度の微小電流測定からスピン注入磁化反転電流を見積もることに成功した。
- ・100 nm オーダーの TMR 素子を安定して作製する技術を用いて、高 Ku 記憶層材料を持つ TMR 素子のスピン注入磁化反転の検討を行い、低電流化への指針を得た。また、エピタキシャル成長した FePt 系垂直磁化 CPP-GMR 素子を作製し、低電流スピン注入磁化反転を実現した。

(2) 不揮発性スピン光機能素子設計技術

本項目では、光を用いた強磁性金属ナノ構造スピンの制御技術を開発することにより、新動作原理による

不揮発性機能を有する光機能素子の実現のための基盤技術を開発している。具体的には、平成22年度までに、光導波路中に埋め込まれた強磁性金属ナノ構造のスピン状態を光により制御する技術を開発し、これを用いた新しい動作原理による不揮発性機能光素子の実現のための基盤技術を開発することを目指している。本研究開発の前半では、強磁性金属ナノ構造のスピンと光の相互作用の機構やその動作速度を決める要因などの基礎的な情報を明らかにする。そのために、平成18年度には、①素子作製プロセス技術、②情報読み出し技術の開発を開始した。

①素子作製プロセス技術では、微小な強磁性金属ナノ構造を含む半導体導波路の作製技術を開発する。平成18年度は、半導体リブ光導波路上に、数 μm サイズの強磁性体電極を形成する技術の開発を目標とした。

②情報読み出し技術では、光導波路中に埋め込まれた強磁性金属ナノ構造の磁化状態を光学的に読み取る技術の開発を開発する。平成18年度は、強磁性金属で完全に覆われた長さ1 mm 程度の半導体導波路において、信号ノイズ比に及ぼす導波路構造の影響を明らかにすることを目標とした。

平成18年度に得た主な成果は以下のものである。

- ・理論的な手法を用いてスピン光メモリ素子の基本設計を行った。
- ・高さ1 μm 幅3 μm の (Ga, Al)As リブ光導波路の上に作製した GaAs 光検出器の上にサブ μm サイズの強磁性金属ピラーを作製する技術を開発した。
- ・光導波路特性の偏光依存性を評価する装置を作製した。
- ・導波路の光透過率に及ぼす強磁性金属の磁化状態の影響を調べた。長さ1 mm の導波路を用い、その光損失が磁化方向の反転により32 dB から33 dB に変化することを示した。この信号強度は導波路光を用いて強磁性体の磁化方向に関する情報を読み出すためには十分な値である。この磁化方向依存信号の強度は、強磁性金属と半導体の界面の品質に敏感に依存することも判った。

(3) スピン能動素子設計技術

本研究開発は、スピンが持つ不揮発機能と高速磁化反転機能を利用することにより不揮発性論理回路を構成可能なスピントランジスタの基本設計・スピン注入磁化反転における負性抵抗の実現を目標としている。平成18年度は、スピントランジスタのための薄膜作製設備の立ち上げ、これを用いたスピントランジスタ用 TMR 素子の作製、及びスピントランジスタの基本となる負性抵抗現象の観測を目標とし、以下のような成果を得た。

- ・スパッタ成膜装置を中心とした研究拠点設備を立ち上げた。
- ・スピントランジスタ用の軟磁性薄膜を開発するため

の体制を整えた。

- ・ TMR 素子に平行及び垂直方向に磁界を印加してスピントランジスタの基本特性を評価するためのプローバ測定系を整備した。
- ・ これらの設備を用いてスピントランジスタ用 TMR 素子の基本特性を評価し、直径100 nm 程度のピラー状に加工した CoFeB/MgO/CoFeB 低抵抗 TMR 素子において負性抵抗の出現を実証した。

[分 野 名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] スピントロニクス、TMR 効果、MRAM

[研究 題目] 閉鎖空間内高速走行探査群ロボット

[研究代表者] 野田 五十樹 (情報技術研究部門)

[研究担当者] 野田 五十樹 (常勤職員1名)

[研究 内容]

被災した建造物内(地下鉄、地下街、高層ビルなど)の情報収集においては、迅速かつ分散的な方法による高効率化と高精度化が被害軽減活動全体の成否を決定付ける。現状の、危険空間で人間が情報収集する方法は二次災害の軽減化と情報収集高効率化にトレード・オフの関係があり、新しい情報収集方法の開発による解決が望まれている。本事業では、迅速移動・センシング・自律性に優れた RT 技術をこのような特殊環境下における情報収集に適用するため、複数ロボットが被災建造物内を高速に走破・探査できるシステムの研究開発を行う。

複数ロボットの高速走破・探査の実現のために必要な技術は、高速移動メカニズムの開発のみならず、移動体の半自律性、オペレータの遠隔操作のための環境認知と移動行動命令、建造物内での通信と位置計測、GIS(Geographic Information System)への情報マッピング、環境の情報構造化、分散協調など多岐の技術の融合が必要であるが、本事業では、本研究グループのこれまでの実績をベースとした本ミッションに対する最適なシステムを完成させる。

特に本研究テーマでは、移動体によるセンシング及びナビゲーションの統合で必要となる3次元空間離散地物情報について、各種画像・赤外線センサー等から得られる多様な情報を統一的・構造的に表現し、データベース上での格納・検索機能の効率を維持しつつ、基本座標系など位置測定誤差を含む情報を許容した情報表現・検索手法、5台以上のロボット・計算機に分散した GIS 環境下で、ロボットによりセンシングされた現場情報及び各種解析・指示情報の整合性を維持管理する手法、についての研究開発を行う。メッシュ形群移動体位置情報のナビゲーションマップへのハンドリング技術、データベースと連動した3D マップナビゲーションシステムの設計、についての研究開発を行う。

平成18年度は、複数移動体の特性に考慮した統一的・構造的情報表現の設計を行い、それらを用いて汎用の GIS 表示ソフトへ取得情報を取得するシステムの開発

を行った。同時に、検索・整合性管理手法の検討及びプロトタイプ実装を開始した。

[分 野 名] 情報通信

[キーワード] 災害救助、ロボット、センシングデータ、データベース、GIS、地理情報

[研究 題目] 省エネ超短パルスレーザーの研究開発

[研究代表者] 植村 禎夫 (光技術研究部門)

[研究担当者] 植村 禎夫、松嶋 功、榊原 陽一
(常勤職員3名)

[研究 内容]

1. 超短パルス増幅共振器技術の開発

高平均出力を得るための高効率 Yb:YAG レーザー増幅器について、高効率化のための光学設計を行い、試験用パルス増幅共振器の試作を行っている。産総研では高効率化に必要な増幅基礎パラメーターを計測するためにシンプルな熱伝導冷却方式とし、個々のパラメーターの影響を少ない相互干渉で測定する。またメガオプト社で設計している製品化を前提とした高効率励起チャンバーについても性能試験を行う。本年度は試験用パルス増幅共振器の試作を完了した。

2. 発振技術の最適化

高効率 Yb:YAG 超短パルスレーザー発振器については、スペクトルを広帯域化するための補償光学系等の導入、共振器内分散補償の最適化設計に基づく分散補償用のチャープミラーの製作、並びに発振器の小型化技術の開発等を通して、モード同期発振波長を1,030 nm 近傍に制御する技術を研究開発し、試作した発振器を用いて1,030 nm 近傍での安定発振を実現した。

3. 高ピークパワーYb:YAG レーザー発振器の開発

低繰り返し周波数を得るための共振器長を大きくする技術、熱レンズ効果の制御技術、高ピークパワー発振器の小型化技術、並びに発振器内の光学素子の耐熱や耐光強度保持技術に関する今までの研究蓄積を基に大共振器長 CW 発振装置を設計し、試作を完了した。

4. 可飽和吸収素子の試作

Yb:YAG に適した光吸収特性を持つナノチューブをポリイミド中に均質分散した可飽和吸収材料の開発を進めた。高効率のヒートシンクを得るために熱伝導性の高いシリコン基板上に誘電体多層膜をコートしたミラーを銅ブロックにダイボンディングする技術の開発を進めた。可飽和吸収材料をミラー上にスピコーティングし、その上に酸素防止膜をコーティングする技術の開発を進めた。これらの要素技術を統合して、1号試作素子の製作を完了した。

[分 野 名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 超短パルスレーザー、Yb:YAG、再生増幅器、受動モード同期、カーボンナノチ

ューブ、可飽和吸収体、省エネルギー

〔研究題目〕太陽光発電システム未来技術研究開発／
高効率・集積型色素増感太陽電池モジュールの研究開発

〔研究代表者〕杉原 秀樹（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕杉原 秀樹、春日 和行、北尾 修、
佐山 和弘、草間 仁、小野澤 伸子、
柳田 真利、船木 敬、小島 猛、
柳澤 武、倉重 充彦、井上 真美
（常勤職員10名、他2名）

〔研究内容〕

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について実用化を想定したモジュールを構成する単セルのさらなる高効率化を目指した技術開発を中心に行うとともに、集積型モジュールの高効率化、高耐久性化に向けた基礎的知見を得ることを目標とする。具体的には、増感色素としての遷移金属錯体や有機色素の設計合成、酸化チタンを代表例とする酸化物半導体電極の製造技術、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル化等の要素技術について検討し、1)高効率化技術の開発、2)耐久性向上技術の開発を行う。平成18年度は、独自に開発したフェニレンエチニレンを有するテルピリジンを配位子として持つルテニウム錯体増感色素について、検討を行い、計算シミュレーションにより期待された置換基の導入についてその効果を検討したところ、予想通り吸光係数の増大が実現した。また、我々の開発した、従来使用されている N719色素と比べ、より長波長側に極大吸収を持ち、ほぼ同等の吸光係数を持つ2つのピピリジンの窒素原子がすべて同一平面上にあるような新規配位子を持つルテニウム錯体色素については、類縁体をさらに合成し、その構造と性能の関係を検討した。その結果、電極への結合基の位置、数、アミノ基の窒素原子上のアルキル置換基の長さが増感剤としての性能に影響を示すことを明らかにした。また、セル性能の経時劣化要因の解析を行い、温度、光強度やセル構成法が影響を与えることを明らかにした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体

〔研究題目〕中小企業基盤技術継承支援事業

〔研究代表者〕松木 則夫

（デジタルものづくり研究センター）

〔研究担当者〕服部 光郎、岡根 利光、廣瀬 伸吾、
石川 純、遠藤 博史、黒須 隆行、
梅村 浩之、澤田 浩之、徳永 仁史、
古川 慈之、山内 真、Ryabov Oleg、

岩本 和世、尾崎 浩一、碓井 雄一、
藤瀬 健領、大橋 隆弘、伊藤 哲、
花田 康行、今村 聡、松田 五明、
園家 啓嗣、塚原 園子、藤木 榮、
岩田 一明、岡野 豊明、富澤 拓志、
城門 由人、篠崎 吉太郎、大谷 成子、
阿部 健太郎、住田 雅樹、鄭 想勲、
松田 次郎、近藤 孝之、盛 真由美
（常勤職員20名、他16名）

〔研究内容〕

わが国の中小製造業は、優れた作業者の技能と高度な技術が融合し、高いものづくり力を保ってきた。しかしながら近年、その競争力の低下と後継者不足が懸念されている。そこで、経験や勘に基づいて熟練者が培った技能を、計測技術や計算機技術を活用して抽出し、体系化された知識として蓄積することで、中小製造業のものづくり力を維持・向上させるための技術開発が強く求められている。

本研究センターでは、「中小企業基盤技術継承支援事業」を中小企業庁・NEDOより受託し、「①技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発」と「②工程・製造設計支援アプリケーション構築技術の開発」の二つの開発課題（サブテーマ）を実施している。前者は鋳造、鍛造、めっき、熱処理という基盤的な加工技術を対象に、技能の抽出と継承のための加工現象の解明と体系化に関する研究、加工計測技術の研究を行い、加工テンプレートという形で利用者に提供する。後者は製造業の従事者が自身の持つ業務知識に基づいてアプリケーションソフトウェアを独自に開発するのみならず、それらの改良・保守・運用を可能とするソフトウェア開発技術の研究を実施する。

① 技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発

製造業における技能継承は、主に職場内訓練（OJT）により、熟練技能者から後継者に技術・技能が継承されてきた。しかし、OJTは育成に時間がかかること、「なぜその作業を行うのか？」といった疑問に熟練技能者が的確に対応できない問題がある。また、ビデオやマニュアルを利用した既存継承ツールの利用もあるが、中小企業には導入が困難という問題がある。一方で、加工法や製品群を限定すると、企業ごとに特徴はあるものの、基本的な留意点や作業手順はほぼ共通する、と言われている。本事業では、多くの技能の例題を収集し、解明された加工現象と照らし合わせて体系的に整理し、個々の製品に固有な寸法などの数値や設定を除いた「穴埋め問題」のような技能記述形式（加工テンプレート）により技能を抽出する手法の研究開発に取り組む。

平成18年度研究内容は以下の通りである。

(1) 事例の収集及び技能の指標化とソフトウェア試作

鋳造では、方案の概略設計と注湯作業を研究対象とした。概略設計を支援するソフトウェアを作成し、協力企業においてこのソフトウェア利用の過程で蓄積された事例から熟練者の技能の指標化を試みた。また、注湯作業を例にとり、手作業の技能計測とデータ蓄積するツールを構築し技能の指標化を試みた。鍛造では、容器の後方押し加工圧力等3種類の加工圧力計算をサポートするソフトウェアを作成し、企業での利用により事例データの収集と技能の指標化を実施した。一方、めっき及び熱処理では、トラブル対策の技能に着目した。めっきでは、めっき技能者が有するトラブル対策をデジタル化して登録することを可能とするソフトウェアを開発し評価を実施した。熱処理では、浸炭焼入れ・焼き戻しに関するトラブル対応の技能について事例の収集と現象の解明に取り組んだ。

(2) 高度熟練技能計測分析技術の開発

本開発技術は、技能の中でも技術化（文書化）の難しい高度熟練技能の計測分析を実現し、これら技能の継承に資することを目的とするものである。高度熟練技能の計測は、作業における技能者の判断力や運動といった人間計測の観点からと、作業中の温度変化・分布や完成品の寸法といった物理計測の観点からそれぞれ行い、両者を合わせて分析することにより技能の本質により接近することを試みる。本年度は、人間計測としては、技能者に対するインタビュー、及び複数台のハイビジョンカメラを用いた作業の3次元計測、高速度カメラによる動作解析を実施した。また、物理計測に関しては、色々な加工法による精密加工平面に対応可能な液面基準平面度計の開発を行った。

② 工程・製造設計支援アプリケーション構築技術の開発

(1) 業務分析&アプリケーション設計支援ツールの開発

本開発技術は、業務モデル記述言語、業務モデルからアプリケーション設計図への変換機能、アプリケーション構造記述言語、の3つの要素技術から構成される。ユーザは対象とする業務のモデルを、業務モデル記述言語による表現形式として入力する。それによって、システムが業務モデル記述言語形式からアプリケーション構造記述言語形式に変換し、業務モデルに対応するアプリケーション設計図を作成する。平成18年度は、具体的なアプリケーションとして「技術計算ツール」を対象に開発を行い、処理フローをテーブル形式で記述することによってアプリケーションを自動生成するプロトタイプシステムを作成した。

(2) 次世代 MZ Platform の開発

次世代 MZ Platform の開発では、業務分析&アプリケーション設計支援機能により得られるアプリケーション設計図から自動的に MZ Platform におけるプログラムを生成する機能を開発する。平成18年度は、アプリケーションを自動生成することを可能にするア

プリケーション設計図の記述方法を定めるとともに、生成されたアプリケーションデータの汎用性及び流通性を確保するため、その完全な XML 表現形式の確立及び変換プログラムの作成を行った。また、生成された MZ Platform におけるアプリケーションのネットワーク管理・運用機能の基本設計及びプロトタイププログラムの作成を行った。

(3) 業務アプリケーション構築のための雛形作成

MZ Platform の企業への導入とその業務アプリケーション開発を通じて、企業の実業務アプリケーションの構成要素となる基本機能の分類と整理を行い、受注情報管理、在庫管理、グラフ化等10種類の雛形モジュールプログラムを作成した。これらのプログラムは、アプリケーション設計図に基づいて MZ Platform アプリケーションを自動合成する際に用いられるものであり、いずれも MZ Platform の標準コンポーネント（ソフトウェア部品）のみから構成されている。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 技能継承、鋳造、鍛造、めっき、熱処理、コンポーネント技術、XML、業務モデル

[研究題目] 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、人間・ロボット協調型セル生産組立システム/次世代産業用ロボット分野/コンパクトハンドリングシステムを備えた安全な上体ヒューマノイド

[研究代表者] 山田 陽滋（知能システム研究部門）

[研究担当者] 山田 陽滋、中坊 嘉宏、尾暮 拓也、Yoon Seong-Sik（常勤職員3名、他1名）

[研究内容]

本研究では、企業とのコンソーシアム体制で、1)作業者とロボットとが共働できるための安全管理技術、2)必要ときに必要な量の部品を整理して供給する作業支援技術、3)作業者が習熟しやすい作業情報提示技術、の要素技術を開発することを開発項目としている。

産総研では、安全管理システムの開発を分担して進めてきた。まず、セル生産組み立ての現場で作業者とロボットとが極めて近接した状態で安全に共働したいという強いニーズに応えるべく、作業領域を互いに分離することを目指した。この目的のために、安全な空間共有・分離機能の確認として、センサライトカーテン、及びセンサマットの2つの侵入検知センサを用いて、作業空間のエリアごとのセンシングを実現した。次に、作業者が、共存協働するロボットを停止させることなく安全な復旧作業や再教示を行うことができるように、安全なロボットの直接教示制御系の構築を目指した。その結果、教示操作ハンドルを握った際にも、母指に不必要な外旋運動をきたすことなく、どの方向からでも直接教示が可能な

イネーブルスイッチ付ヒューマンインターフェースを開発した。最後に、当該ロボットに係るリスクアセスメント及び安全保守を支援する3Dシミュレータベースのソフトウェアシステムを開発することを目指した。これに基づいて、まず当該ロボットのリスクアセスメントをPHA法によって行い、次に、3Dシミュレータとソフトウェア開発環境の連携テストを行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】セル生産、安全管理、空間分離、直接教示、3Dシミュレータ

【研究題目】走査型プローブ磁気力顕微鏡用探針(MFM探針)の安定性阻害要因の把握に関する調査

【研究代表者】秋永 広幸
(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】秋永 広幸、倉持 宏実
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

情報ストレージ産業は、我が国にとってますますその重要性が高いものとなってきている。特に、ハードディスクドライブに関する国際競争力を高めておくことは必要不可欠である。NEDO ナノテクノロジープログラム・ナノ機能合成技術プロジェクトにおいて、産総研は、CoFeをコートしたカーボンナノチューブ探針を装備した磁気力プローブ顕微鏡の開発に成功した。この顕微鏡は世界最高の空間分解能を示したが、一方で、その実用化を図るには製造歩留まりが悪いという問題点があった。本調査事業においては、まず、この歩留まり阻害要因を精査し、それを解決するための要素技術を把握することを目指した。

計画：

本事業では、大別して次の2つの調査中項目を設けた。調査中項目(A)：MFM探針の安定性向上を目的とした安定性阻害要因究明と製造条件探索

MFM探針の歩留まり向上のためには、形状の評価、磁気特性の評価を製造条件と対比し、安定性低下の原因を明らかにする必要がある。機能を安定化、さらには、高機能化するための製造条件を探索する。

調査中項目(B)：MFM探針の実用化にむけての企業ヒヤリング等の調査

電子スピン系機能によって期待されるテラビット級情報ストレージ製品を目指す企業を探索し、MFM探針を組み込んだ装置の実用化試験を円滑に行うため、関連特許や情報を収集し国際競争力との位置付けも明らかにして情報を整理する。

年度進捗状況：

第一の目標として、現状20から30%の収率を60%以上に向上させる成膜方法を探索した。特に、ナノ機能合

成技術プロジェクトにおいては超高真空スパッタ装置を用いてCNTへの強磁性体コーティングを実施していたが、この手法をより汎用化し、かつ、外部協力社であるエスアイアイ・ナノテクノロジー社に技術移転するレベルに引き上げることを目指した。まず、産総研内では、ほぼ100%の探針収率の成膜方法を開発することに成功した。次に、その成膜プロセスをエスアイアイ・ナノテクノロジー社に技術移転した。その結果、エスアイアイ・ナノテクノロジー社においても同等の機能を発揮するCNT-MFM探針の作製ができるようになった。また、当調査事業で得られた成果を最大限に引き出すため、また、国際競争力との位置付けを見るために、周辺特許調査とこの技術を実用化する可能性のある企業へのヒヤリングを実施した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】磁気力プローブ顕微鏡、カーボンナノチューブ

【研究題目】超薄型ヘテロ構造シリコン太陽電池の研究開発／プラズマ加工スライス、セルプロセス

【研究代表者】藤原 裕之(太陽光発電研究センター)

【研究担当者】藤原 裕之、高遠 秀尚、増田 淳、坂田 功、山中 光之、下川 隆一
(常勤職員6名)

【研究内容】

太陽電池モジュールの大幅な低コスト化を実現するため、シリコンインゴットのスライスから超薄型結晶シリコン太陽電池の作製までを含む包括的な新規プロセス技術を開発する。

1) プラズマスライス技術の開発

エッチングガスとしてNF₃を用い、スライス電極にDCパルス電圧を印加することにより局所プラズマを形成し、シリコンインゴットのプラズマスライスを行った。本研究開発から、プラズマスライスを阻害するアーク放電を回路抵抗の導入により抑制できることが明らかになり、これにより現状のワイヤーソーススライスの半分程度である1.7 μm/sの高いスライス速度が得られた。

2) 単結晶ヘテロ接合型太陽電池の開発

本研究開発では、単結晶太陽電池の両面にa-Si:H系ヘテロ構造を導入し、高効率な超薄型太陽電池を作製する。本研究開発により、Si層を高温または低rf出力で形成すると、Si基板上でエピタキシャル成長が起こり、変換効率が低下することが明らかとなった。特にこの開発からは、エピタキシャル層成長が成長条件に応じて大きく変化するという重要な知見が得られている。

3) 多結晶界面制御型太陽電池の開発

本開発では、多結晶太陽電池の光閉じ込め技術及び

基板両面でのパッシベーション技術を高度化する。光閉じ込め技術に関しては、プラズマレスドライプロセスにより、単結晶シリコン基板上にサイズ0.2 μm 程度のテクスチャー形成が可能であることを確認した。太陽電池に対しては、単結晶シリコン太陽電池の裏面にBSF層としてa-Si:H層を導入すると、n+エミッター層にも影響（欠陥の不活性化、あるいは欠陥形成）を及ぼす場合があることが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、結晶シリコン、超薄型基板

〔研究題目〕 タンデム型高効率・高耐久性有機薄膜太陽電池の研究開発

〔研究代表者〕 齊藤 和裕（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 當摩 哲也、山成 敏広、阪井 淳
（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

1. 高効率化セルの開発

材料探査に基づく開放電圧（Voc）の起源の解明及び高 Voc セルの開発を行った。低分子セルでは、分子のエネルギー準位と Voc に良い相関が見られ、最高で0.91 V の Voc を示すセルを開発することができた。一方、高分子セルでは明確な相関が得られなかった。また、Voc は、作製条件や素子構造にも大きく依存することが明らかとなった。

高分子セルにおいて、一般的に用いられる C60系材料の代わりに光吸収の多い C70系の材料を導入することで短絡電流密度（Jsc）を向上し、エネルギー変換効率3.8 %@4 mm²を達成した。さらに、光学シミュレーションを用いて既存の低分子セルにおける Jsc 理論限界の見極めを行い、実験値はほぼ理論限界に近い値であることを明らかにした。

受光面積1 cm²のセル作製・評価技術の開発を行った。P3HT:PCBM を用いた高分子セルでは、変換効率3.1 %と小面積セル（4 mm²）よりも低い値が得られた。両者を比較したところ、Jsc や Voc には違いが表れず、効率の低下はフィルファクター（FF）の悪化によるものであることが明らかとなった。

2. 高耐久性セルの開発

耐久性に課題のあるルブレ薄膜を用いた低分子セルについて、劣化機構を調べた。ルブレ薄膜は酸素と光のある環境では顕著な劣化が観測されたが、真空中では劣化が大きく改善されることが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 有機薄膜太陽電池、有機太陽電池、有機半導体、バルクヘテロ接合、フラーレン

〔研究題目〕 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム／サービ

スロバット分野／店舗応用を目指したロボット搬送システムの研究開発

〔研究代表者〕 小森谷 清（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 小森谷 清、安達 弘典、神村 明哉、橋本 尚久（常勤職員4名、他3名）

〔研究内容〕

本研究では、民間企業と共同でスーパーマーケットやホームセンターのような大型店舗での、高齢者や障害者への買物補助、さらに一般者の買物補助も安全確実に実行する自律移動搬送ロボットシステムを開発するとともに、店舗内情報収集や警備、商品補充、清掃といった作業へも拡張可能な基本技術を開発する。

本研究テーマの中で、移動環境データベースの開発、自己位置推定技術の開発、人検出・予測技術の開発が産総研の担当項目である。移動環境データベースでは、ロボットが自律移動するために必要となる環境情報の選定及びメタデータ生成、マップのデータ構造の決定を行った。具体的には、店舗設計 CAD データや OCR データからの2次元幾何情報及び移動可能領域の抽出技術を開発し、さらにロボットの位置誤差修正のためのランドマークや環境固定カメラ位置、視覚エリア等を含めた構造化ベースマップの構築を行った。自己位置推定技術では、環境設置型センサである固定カメラと車輪エンコーダ等の搭載型内界センサ情報を統合して、初期位置認識を含む、広域でのロボット自己位置を推定する技術を開発した。人検出・予測技術では、環境に設置された複数の固定カメラで、一人の人間の動きを追従し、その移動奇跡をリアルタイムで得られる計測システムを開発した。さらに、レーザレンジセンサと赤外線センサシステムにより人を検出する信頼性の高いシステムも開発した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 搬送ロボット、店舗環境、移動環境、自己位置推定、人検出

〔研究題目〕 日本人 BAC を用いた革新的染色体異常解析基盤技術の開発

〔研究代表者〕 平野 隆

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 平野 隆、町田 雅之、玉野 孝一、齋藤 総一郎、森田 桂子、山本 真紀、坂本 涼、木村 康明
（常勤職員3名、他5名）

〔研究内容〕

ヒトゲノムの塩基配列のドラフトが2002年に公開され、この塩基配列情報を基に産業化を目指した研究開発がポストゲノム研究として推進された。この研究開発は生体内で目的とする機能を担っているタンパク質を効率よく見出し、物質生産あるいは創薬に生かそうとするものである。このための手法としてタンパク質そのものを解析するプロテオーム、あるいはタンパク質の配列を決めて

いる塩基配列を解析する相補的 DNA 及び発現解析が大きく進歩した。しかしこれらの手法は無数の種類と数及びその量の中から有用な情報をいかに引き出すかという純粋科学の手法とは異なる課題に突き当たった。生体内では機能を恒常的に維持するタンパク質が大量に存在し、目的とする機能を持つタンパク質はある限られた条件下のみ発現されるか、量的に検出できない場合があることが分かってきた。特に相補的 DNA 及び発現解析においては、染色体上の DNA 塩基配列から目的とするタンパク質を効率よく生産するために編集された RNA が不安定で、この RNA を転写して得られる相補的 DNA そのもの以前に大きな根本的問題を抱えている。このような理由からゲノム DNA から RNA、相補的 DNA さらにタンパク質へと想定された道筋では発展が望めないことがポストゲノム研究で明らかとなった。

本研究課題では原点の染色体上の DNA ゲノムに研究対象を戻し、創薬及び医療などに直接応用可能な研究開発を行うものである。この DNA ゲノム研究の大きな長所は解析対象の DNA が発現解析で対象となった RNA よりはるかに安定であり、焼却あるいは化学的損傷のない限り変化しないことにある。当該研究グループではこれまで「染色体の蛍光画像解析による癌患者の染色体異常の解析」をこの10年間にわたって行ってきた。この解析では数百万の分子量の染色体レベルの解析を行っていたため、解像度は数十万が限界であった。この解像度を上げるために我々が採用したのが国際ヒトゲノム計画で採用された人工染色体 BAC (Bacterial Artificial Chromosome) である。BAC 技術はヒトゲノムを制限酵素でゆるやかに切断することにより得られる15万程度の分子量の DNA 断片を大腸菌に挿入し、この大腸菌を増殖させることにより全く同じ配列の DNA を生産するものである。この BAC を多数ガラス基板上に配列することにより、数万以下の分子量の異常を同定可能となる。この技術の適用は既に染色体異常で疾患が生じることが明確になっている癌とし、それぞれの個人が罹患している癌の組織を解析することにより、臨床診断として癌の治療方針を決定することに寄与する。これは癌の一般的治療が外科療法、化学療法、放射線療法のいずれも侵襲的であることから、癌の悪性度に応じた個別な医療が望まれていることに対応するものである。またこれらの染色体異常の解析の手法は別の研究で癌に対する創薬の対象検出でも有用なことが明らかとなっています。

本研究開発で最初で最も大切な研究課題は「日本人」の BAC ゲノムライブラリーを作成することにあります。これまで BAC ゲノムライブラリーは米国 NIH が確立した欧米人のゲノムに基づいています。しかし多くの医薬及び医療関係者は日本人と欧米人は薬剤感受性などにおいて異なることに気がついています。厚生省の承認においても日本人に適用化可能かどうかを証明することを求められています。これらの目的のためには日本人のゲ

ノムの標準を定める必要があります。当該研究開発の最初の2年間は日本人の BAC ゲノム断片を大腸菌に挿入したライブラリーを作成し、それぞれの BAC がヒトゲノム塩基配列上のどの位置にあるかを決定する膨大な作業を行うことにより、社会基盤整備を行っています。この資産は公的ライブラリーとして公開し、日本のゲノム研究開発に貢献することを目指しています。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 日本人、人工染色体 (BAC)、癌悪性度診断、アレイ CGH

【研究題目】 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、建設系産業廃棄物処理 RT システム/特殊環境用ロボット分野/廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発

【研究代表者】 神徳 徹雄 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 北垣 高成、大場 光太郎、谷川 民生、金 奉根 (常勤職員5名)

【研究内容】

建物解体現場に焦点を当て、建設現場から排出される廃棄物をゼロとすることを目指しつつ、ロボット技術による解体・選別作業のシステム化を実現することで効率の向上を狙い、建物解体中における作業員の作業環境の改善や安全性確保、周辺の住民の安全性などの向上を実現することを目的とする。

この研究開発テーマでは、解体後に様々な材質が混在した廃材を分別するのではなく、解体作業と同時にリサイクルやリユースのために廃材分別を行う廃材の積極分別方式を基本コンセプトとして提案し、解体と分別の同時処理を可能とする解体作業支援ロボットシステムを開発する。つまり、解体後に様々な材質が混在した廃材を分別するのではなく、解体廃材を解体作業と同時に分別を行い、廃材のリサイクルとリユースの促進をはかる。また、ロボットを導入することで作業における高齢者作業支援を可能とし、あわせて、危険物解体等の自律作業も可能なシステムを構築することを目指す。

全ての建材や内装材への RFID タグが埋め込まれた将来の建造物に発展する可能性を考慮しつつ、現状技術として人間の判断力を活用して ID タグを解体対象に貼付することで解体分別の同時処理を可能とする廃材情報化技術を開発することを目指す。

プロジェクトの初年度にあたる平成18年度は、ID タグを利用した作業・環境情報構造化技術について、他分野での活用が進んでいるタグシステムの標準技術や技術動向を調査するとともに、調査研究 (システム評価委員会) やシステム仕様検討・作業設計の研究 (清水建設) と連携をとりながら、解体作業の RT 化に適した工法について検討を進めた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 解体作業、RT ミドルウェア、作業情報構造化、環境情報構造化、ID タグ

〔研究題目〕 廃棄物系バイオマスからの液体燃料製造技術の研究開発

〔研究代表者〕 安田 肇（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 安田 肇
加茂 徹（環境管理技術研究部門）
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

建設廃棄物系廃木材はリサイクルシステムとして収集ルートが確立しているが、プラスチック類等が合した廃木材や接着剤を用いた材は再生利用価値が低く、多くは最終処分されている。これら劣質な廃棄物系バイオマスを液体燃料に転換・利用する目的で、複数の反応過程を組み合わせたプロセスを提案し、その要素技術の開発に着手した。プロセスの構成として、まず廃棄物系バイオマスをマイルドな条件で熱分解し、低分子化する。熱分解反応器で生成した固体残渣と水をアルカリ化合物共存下で水素へ転換する。熱分解反応器で生成した液状重質成分等を分解・水素化改質し、軽質炭化水素成分を得ると同時に窒素や塩素等の成分をアンモニアや塩化水素等の有価物質として分離する。得られた軽質炭化水素成分をガス化・改質した後、液体燃料を合成する。産総研では、水素生成と分解・改質の要素技術の開発を担当した。熱分解残渣からの水素生成に関する研究では、各種溶融炭酸塩の触媒作用を調べた。炭酸ナトリウム、炭酸カリウム、及び炭酸リチウムを添加すると水素収率はそれぞれ114 %、84 %、及び111 %程度まで増加した。これらの炭酸塩を2種あるいは3種組み合わせた混合炭酸塩共存下での水素収率はさらに増加した。液状重質成分の分解・改質反応に関する研究では、モデル有機化合物の急速水素化熱分解試験を行った。フェノールの分解試験ではメタンが水素分圧に対し直線的に増加するが、ベンゼンは増加後減少に転じ分圧に対し上に凸のピークを持つ結果を得た。また、ナフタレンの実験からは、ナフタレン→ベンゼン→メタンといった一方向の低分子化反応に限定しては解釈できず、複雑な反応機構であることが示唆された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、液体燃料、廃棄物、熱分解

〔研究題目〕 バイオマスエネルギー高効率転換技術開発／バイオマスエネルギー先導技術研究開発／膜分離プロセス促進型アルコール生産技術の研究開発

〔研究代表者〕 榎 啓二（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 池上 徹、根岸 秀之、北本 大、森田 友岳、川村 明、派遣職員1名
（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

本研究では、低濃度発酵アルコールから膜分離プロセスのみによる無水アルコール生産技術を確立するための要素技術として、膜分離プロセス適合型酵母の育種、分離膜の開発、及びアルコール分離プロセスの開発を実施する。

酵母の育種では、シリカライト膜の分離性能低下を引き起こすコハク酸やグリセロールを蓄積しないエタノール発酵性微生物の探索及び創出を行う。出芽酵母のコハク酸及びグリセロール代謝関連遺伝子の破壊株入手し調べたところ、グリセロール代謝遺伝子 *GPD1* の破壊によって、グリセロール蓄積量が顕著に低下することがわかった。一方、単独遺伝子破壊でコハク酸蓄積量が低下するコハク酸代謝関連遺伝子は得られなかった。また、エタノール発酵性酵母種の中から探索した結果、*Candida* 属酵母あるいは *Pichia* 属酵母の発酵液中のコハク酸含有量が、出芽酵母と比較して少ないことを見出した。

エタノール分離膜の高性能化では、支持体表面をより微細化、多孔化することによって膜透過流束の向上を図ることを目的とし、シリカライト層／多孔質ステンレス基板界面に粒径約10 μm のステンレス粒子を永動電着法で薄く配列させる条件について検討した。その結果、ステンレス粒子濃度10 g/L で、界面活性剤1.25 wt%添加のエチレングリコール浴において、粒子の凝集が見られず、沈降速度が極めて遅い、分散安定性の高い電着浴を見出すことができた。

また、エタノール水溶液へのグリセロール及びコハク酸添加がシリカライト膜の分離性能に及ぼす影響について検討した。その結果、エタノール水溶液にグリセロールが存在した場合には、シリカライト膜の透過流束のみ低下し、グリセロール濃度1.0 wt%における透過流束は、無添加の場合の84 %に低下した。一方、エタノール水溶液へのコハク酸の添加によって、シリカライト膜の分離性能は顕著に低下した。コハク酸濃度0.05 wt%で、透過流束は、エタノール-水の2成分系の場合と比較して44 %まで低下し、0.3 wt%の場合には6 %まで激減した。また、この場合、コハク酸添加前には81 wt%で回収された透過エタノール濃度は、34 wt%まで低下した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオアルコール、膜分離、シリカライト膜、酵母

〔研究題目〕 大面積 CIGS 太陽電池の高性能化技術の研究開発

〔研究代表者〕 仁木 栄（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 櫻井 啓一郎、石塚 尚吾
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

最終目標：

CIGS 太陽電池の革新的な高効率化技術の確立と CIGS のプロセスの高度化によって、10 cm 角の CIGS 太陽電池で変換効率18 %を得ることを目標とする。軽量基板上のサブモジュール（10 cm 角程度）で変換効率16 %の実現を目指す。

研究開発の成果

(1) 大面積高品質製膜技術の開発

- ・10 cm 角のガラス基板を複数枚同時に処理することが可能な3種類の装置、ガラス基板の洗浄装置、裏面電極作製装置、CIGS 製膜装置の装置設計を行い、装置を導入して製膜を開始した。
 - ・産総研が保有する10 cm 角の CIGS 光吸収層の多元蒸着装置を用いて CIGS 光吸収層を作製し、CIGS 光吸収層の組成・膜厚の面内均一性や結晶品質に関する評価を行い、多元蒸着法によって10 cm 角全体で均一な製膜が可能な事を確認した。
 - ・セレン原料の利用効率の向上を目指してラジカルセレン源を用いた新しい製膜技術を開発した。セレンの原料利用効率が10倍以上向上することを確認した。また、ラジカルセレン源を用いて CIGS 太陽電池を作製し、通常のセレン源による CIGS 太陽電池と同等の効率を実現した。
- (2) 高効率化技術の開発
- ・ドーピングによって CIGS 光吸収層の電気伝導性の制御技術を開発し、開放電圧の向上を図ることを目的に水蒸気照射効果のメカニズムの解明と新しいドーパントの探索を行った。水蒸気照射によってホール濃度が向上するのはセレン空孔のパッシベーション効果にあることを明らかにした。
 - ・CIGS 太陽電池の機能性を向上するために、フレキシブル太陽電池の高効率化技術の開発に取り組んだ。各種フレキシブル基板を用いて CIGS 光吸収層の低温製膜実験を開始し、金属ホイル基板上で変換効率12.2 % (Na 無) を実現した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽電池、化合物薄膜、高効率化

[研究題目] 太陽光発電システム未来技術研究開発／薄膜シリコン太陽電池の高効率化と高速堆積技術の研究開発

[研究代表者] 増田 淳 (太陽光発電研究センター)

[研究担当者] 松井 卓矢、布村 正太、賈 海軍、齋 均、三瀬 貴寛 (以上、太陽光発電研究センター)、菅井 秀郎、豊田 浩孝、石島 達夫、岡安 隆文、高西 雄大、林 孝信、遠藤 広考、杉浦 宏康、園部 裕之、竹中 研介 (以上、共同研究員) (常勤職員5名、他11名)

[研究内容]

テーマ①：薄膜シリコン系3接合太陽電池による高効率化技術の開発

高電圧型並びに高電流型の2種類の3接合太陽電池の実用化可能性を検証することを目的とする。平成18年度は、優れた赤外感度を有するナローギャップ新材料である微結晶シリコンゲルマニウムに関して集中的な検討を行った。ゲルマニウム組成比20～40 %の範囲でバンドギャップ制御を行い、材料・デバイスの最適化を検討した。ゲルマニウム濃度20 %の微結晶シリコンゲルマニウム膜を用いた単接合太陽電池では、膜厚2倍の微結晶シリコン太陽電池を上回る赤外感度を確認し、変換効率5.4 %が得られた。

テーマ②：マイクロ波プラズマを用いた微結晶シリコン膜の超大面積堆積技術の開発

これまで開発してきた大面積915 MHz マイクロ波放電技術をベースに、前年度までの実績の約2.5倍に相当する2 m²の微結晶シリコン薄膜の高速堆積をめざした。幅1 m にわたって均一に高密度プラズマを生成するため、導波管をこれまでの1本から3本に増やした。3本の915 MHz 導波管の並列運転によって均一・大面積・高密度プラズマを安定に生成できることが確認され、将来のさらなる大面積化 (～4 m²) への見通しがついた。

テーマ③：VHF プラズマソースによる大面積製膜技術

電極上の電圧分布をシミュレーションにより検討し、2 m 程度の電極長でも均一な放電が可能な電極構造・給電方法の目処を得た。

テーマ④：マルチホローカソードプラズマを用いた微結晶シリコン膜高速堆積技術の開発

微結晶シリコン膜の高速堆積に適した電極設計の最適化を図るために、マルチホローカソードプラズマの診断を行った。その結果、マルチホロー電極の採用により通常の平行平板カソードを用いる場合に比べてプラズマ密度が2倍程度増加し微結晶シリコン膜の高速堆積が期待されることが示唆された。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 多接合薄膜シリコン太陽電池、マイクロ波プラズマ、VHF プラズマ、マルチホローカソードプラズマ、大面積製膜技術、高速製膜技術

[研究題目] 太陽光発電フィールドテスト事業に関する分析手法の開発及び分析評価

[研究代表者] 大関 崇 (太陽光発電研究センター)

[研究担当者] 大関 崇、加藤 和彦、高島 工、山田 隆夫、三谷 みどり (常勤職員5名)

[研究内容]

本研究は、太陽光発電システムフィールドテスト事業において、全国各地に設置された多種多様な公共・産業用太陽光発電システムの運転性能を分析・評価を行うこ

とを目標として実施している。

データ収集分析手法の開発については、単面サイト・複面サイトに関してそれぞれ有効な手法を提示できた。しかしながら、運転データの収集率やその信頼性の影響により、詳細な分析が困難であった。今後は、個別サイトに関して、電圧・電流特性及び1分値データを用いての詳細な解析が必要である。最適化シミュレーションに関しては、日陰と配線のシミュレーション例を示した。ただし、配線数が限られること及び、より簡素な現地調査での周囲環境測定方法が今後の課題である。また、実際に配線組み換えを実施するなど実証が必要である。最適化シミュレーションには、インバータとPVの容量比について入力・MPPT制御電圧を加味したシミュレーション手法の開発も今後の課題であり、さらには長期信頼性を図る最適な設計も考慮が必要である。

分析評価については、各種解析により、全体の評価は概ね終了した。今後は個別サイトに注目が必要である。特に、蓄電池付システムの解析はデータ配列が不明瞭などにより詳細に分析が困難だったため、今後はその効果を評価する必要がある。また、発電性能が良くないサイトの要因を現地調査と組み合わせ、明確にすることが今後の課題である。

なお、本研究開発で開発されるデータ分析手法や分析評価は、今後設置される公共・産業用太陽光発電システムの発電量増大に直接寄与するものであり、また、今後の開発要因の明確化によりいっそうのコストダウンと長期信頼性を兼ね備えた太陽光発電システム技術開発が期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽光発電システム、分析評価、フィールドテスト、実証試験

【研究題目】 次世代半導体材料・プロセス基盤(MIRAI)プロジェクトにおける先導研究(化合物半導体を含む non-Si チャンネル材料上への High-k 絶縁膜形成技術に関する先導研究)

【研究代表者】 安田 哲二
(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 安田 哲二、宮田 典幸
(常勤職員2名)

【研究内容】

微細化が限界を迎える2015年(22 nm 世代)以降のLSIにおいて、n チャンネルに電子移動度の大きいIII-V族化合物半導体を用いることにより、高速化・低消費電力化を実現することが提案されている。本研究では、その鍵となる良好な金属-絶縁体-半導体(MIS)構造を化合物半導体上に形成するための本質的な条件を明らかにし、今後の製造技術開発の指針を示すことを目的としている。

具体的には、物質・材料研究機構との共同研究により、High-k 絶縁膜/シリコン直接接合技術、光学的界面構造評価技術、及び、化合物半導体表面制御技術を統合し、III-V族半導体表面の再構成構造や界面挿入層厚さが界面構造と界面電気特性に与える影響に着目することにより、低界面欠陥密度のMIS構造を実現する。

平成18年度は、先端デバイス材料グループが開発したHigh-k/シリコン直接接合技術のノウハウを盛り込んだ絶縁膜形成装置を設計・製作し、物質・材料研究機構の所有する化合物半導体成長MBEシステムへ接続し、平成19年度の研究の本格展開の準備を整えた。並行して、同グループが有する界面評価法である反射率差分光(RDS)について、MIS特性を劣化させる原因である界面酸化を検出するためのモニターとして十分な感度を有すること、及び、界面酸化が誘起する界面欠陥によるフェルミレベルピニング変化を追跡できること、の2点を実証した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 新チャンネル材料、High-k 絶縁膜、界面制御

【研究題目】 エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／低消費電力プロセッサのための不揮発論理回路基盤技術の開発

【研究代表者】 酒井 滋樹
(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 酒井 滋樹、高橋 光恵、原市 聡
(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究では、高度情報通信機器の中核であり情報処理量の増大に伴う消費電力増加傾向が著しいプロセッサの低消費電力化を目指して、プロセッサの内部の論理回路の中で記憶機能を持つキャッシュ及びレジスタをデータ不揮発にするための基盤技術の開発を行うことを目的としている。強誘電体ゲート電界効果トランジスタ(FeFET)を用いた不揮発キャッシュ及び不揮発レジスタ実現に必要な不揮発論理回路基盤技術の開発を行うための全体を通じた研究開発計画として、①素子作製技術の開発・評価と②回路化技術の研究開発の2つを挙げている。当該年度は①の細目として、(イ)FeFETの特性ばらつきの抑制と(ロ)FeFETのしきい値電圧の制御の研究開発を実施した。

(イ)FeFETの特性ばらつきの抑制

本研究では、数十トランジスタ規模のFeFETによる論理回路の試作を計画しており特性ばらつきの抑制されたFeFETを開発する必要がある。当該年度は、メモリウィンドウ1V以上を持つドレイン電流-ゲート電圧特性の実現を目標とし、強誘電体SrBi₂Ta₂O₉(SBT)をパルスレーザ堆積(PLD)法で製膜する際

の基板温度の最適化を図った。SBT 薄膜の製膜時の基板温度を変えて、Pt/SBT/Hf-Al-O/Si 構造を持つ FeFET (SBT と Hf-Al-O の厚さは各々400 nm と7 nm) を作製しゲート電圧に対するドレイン電流を評価したところ、p、n 両チャンネルの FeFET とともに製膜時基板温度が430 °Cのときに最も広いメモリウィンドウ 1.2 V を実現できた。

(ロ) FeFET のしきい値電圧の制御

また、本研究で試作する不揮発性の FeFET 論理回路は相補型であるため、構成する FeFET のしきい値電圧の制御が重要である。研究開始前は正側にあった p チャンネル型 FeFET の論理演算状態のしきい値を、本研究で-0.5 V 以下にする。その一歩として当該年度は、n 型ウェルを形成するための不純物添加量をゼロから $5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ まで変化させた p チャンネル型 FeFET の作製を目標とした。不純物添加量をゼロから $5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ まで変えた Pt/Hf-Al-O (7 nm)/Si の MIS ダイオードと p チャンネル MISFET を作製し、不純物添加量の増加に従って、不純物体積密度の $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ から $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ への増加、及び、MISFET しきい値電圧の0.29 V から-0.19 V への減少を確認した。

p チャンネルの Pt/SBT(400 nm)/Hf-Al-O(7 nm)/Si 構造を持つ FeFET について、不純物無添加の場合には0.3 V であった論理演算状態しきい値電圧が、不純物添加量を $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ とすることによって0V へ減少することを検証した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 不揮発素子、不揮発ロジック、強誘電体 FET

[研究題目] 局所的触媒反応機構解明と長期的触媒特性改善のための研究開発

[研究代表者] 二又 政之
(界面ナノアーキテクトニクス研究センター)

[研究担当者] 二又 政之 (常勤職員1名)

[研究内容]

本研究では、新規超高感度・超解像分光分析法の性能向上を図るとともに、触媒表面に適用し、局所的な反応機構を解明し、性能改善・劣化機構解明・新規触媒設計のための指針を得ることを第1の目的としている。これに関して、①感度を改善するために、AFM、XPS、分光測定を用いて、金属ナノ構造の最適化及び金属と吸着種の相互作用について解明を進めた。その結果、増強度の ON/OFF の引き起こすメカニズムを解明した。②超解像で微弱な赤外信号光を検出するために、金属ナノ構造による信号増強メカニズムについて、FDTD 数値計算法により、ここで初めて局所電場強度及び吸収強度を求めることに成功した。この結果、球状粒子に比べて軸

比5:1~10:1の回転楕円体 (主軸500 nm、1000 nm) が、赤外領域で大きな電場及び吸収増強を与えることが明らかになった。従来の有効誘電率を用いたマクロな計算法に比べて直接形状と吸収強度の関係を明らかにすることができる点で画期的な成果を得た。この方法により、最適な白金系触媒薄膜の構造及び、金コート近接場プローブのナノ構造形成のための指針を得ることが可能となった。③RF スパッタ法によるカーボン集電層を含む触媒金属薄膜形成のために必要な真空チャンバを整備し (真空ポンプの整備、チャンバの電解研磨による清浄化など)、膜形成条件について検討を進めた。触媒性能評価・カソード添加剤の評価に関して、①触媒設計が触媒能に及ぼす影響と寿命に対する有効性を明らかにすること、②添加剤複合触媒を、燃料電池触媒としての実際の性能と寿命を評価することによって使用条件を最適化すること、及び③添加剤による Pt 触媒溶出抑制メカニズムを明らかにすることを目標として検討を行っている。そのために必要な実験装置 (回転リングディスク電極装置、インピーダンスメータ、燃料電池測定セルなど) の構築と性能確認を行うとともに、添加剤が Pt 上の酸素還元反応に及ぼす影響について検討を進めた。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 燃料電池、触媒、反応機構

[研究題目] ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発の成果普及に関する研究調査

[研究代表者] 松木 則夫
(デジタルものづくり研究センター長)

[研究担当者] 服部 光郎、尾崎 浩一、碓井 雄一、藤瀬 健領、高下 二郎、狩野 勝吉、河西 敏雄、大橋 隆弘、伊藤 哲、花田 康行、今村 聡、岡根 利光、廣瀬 伸吾、松田 五明、園家 啓嗣、塚原 園子、土井 修典、齊藤 強、江塚 幸敏、巽 かおり、澤井 信重、小林 秀雄 (常勤職員11名、他12名)

[研究内容]

情報技術 (IT) を「ものづくり」に活用することにより我国の製造業の国際競争力の維持・強化を図ること目的として実施された「デジタル・マイスター関連プロジェクト」の一環として、平成13年度から平成17年度において「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発」を実施し、その成果である「加工技術データベース」をインターネット上に公開している。このデータベースは、多くのユーザーを有し、ユーザーアンケートでも高い評価を得られているが、よりいっそうの普及と成果の活用が望まれる。またプロジェクトの事後評価においても、更なる内容の充実と普及が必要という指摘を受けた。

そこで本事業では、データベースの高付加価値化とさらなる普及を目的として、特にユーザー数が見込まれる

切削加工の情報の強化と、加工技術データベースの普及を調査し、以下の成果を得た。

a. 高付加価値技術情報の充実

- ・切削加工残留応力に関する技術情報の整備
 切削加工は産業界の加工ニーズも加工従事者も多い。被削材は切削加工されることにより加工表面が大きな加工力や温度変化を受けて組織変化し、残留応力や加工硬化を生じる。その結果、工具寿命、加工能率、コストだけでなく製品の精度や品質にも大きく影響する。そこで、特にニーズの大きな金型材料の加工における切削加工面の残留応力の測定法、残留応力に及ぼす影響パラメータに関する技術情報を整備した。また、昨今ハイテク部材として加工ニーズが急速に高まっている代表的な難削材であるコバルトの切削特性の情報を取得した。
- ・微細工具による切削加工に関する技術情報の整備
 機械部品の精緻化につれて小径工具による微細機械加工のニーズが急速に増大しているが、その代表となる小径ドリルによる微小径穴あけ加工においても、特に中小企業の製造現場では技能的な取り組みが多く、技術情報はいまだ不十分である。そこで通常サイズにおいても技術情報がほとんどなく、かつ微細になるほどその影響が大きくなる切削バリの低減に関するデータを中心に技術情報の整備を図った。

b. 普及体制の強化

各地の公設試や商工会議所等と連携して、普及セミナー、講演を10回実施した。また、北海道、香川、静岡、大阪など各地の技術交流会や展示会に7回出展し普及を図った。これらの連携活動を通して、データベースに関する企業のニーズを把握することができた。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 データベース、加工情報、加工事例

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム・革新的部材産業創出プログラム／ナノ計測基盤プロジェクト成果の標準化に関する調査

〔研究代表者〕 加藤 英幸（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 八木 貴志（常勤職員1名）

〔研究内容〕

ナノ計測基盤プロジェクトの有望な成果の一つである周期加熱サーモリフレクタンス法に関して、標準化を進める前段階の調査研究として、①ナノ計測分野での標準化動向調査、②ユーザーニーズ調査、③技術的内容の補強的研究調査、④ラウンドロビンテストによる実証的研究調査の4項目の調査を単年度で実施した。①の調査からはナノ計測分野で標準化の数は少ないものの戦略的な位置付けとしてその重要性が確認された。同様に②の調査においても、依頼試験機関等の聴き取り調査から標準化への期待が確認された。③の調査は、極めてパラメータの多い本計測システムを有限要素法伝熱シミュレーション

を用いて効率的に評価しようとする試みであり、実測では難しいデータの蓄積を得た。④のラウンドロビンテストでは、校正用標準試験片を用いた校正手続の検討を行い、基本となる計測評価プロトコルの確認を行った。本調査結果を受けた標準化はナノ計測基盤プロジェクト本体での継続を予定しており、技術仕様書の作成を目指す。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ナノ材料、計測評価技術、標準化

〔研究題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／選択的熱線反射による断熱・採光ガラスの研究開発

〔研究代表者〕 外岡 和彦

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 外岡 和彦、菊地 直人、邱 徳威

（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

建物及び乗用車等の窓に入射する太陽光の内、赤外線による加熱を制御し省エネルギーに資するため、表記研究開発に着手した。光学薄膜形成の基礎実験をレーザ蒸着法により行い、主要材料として想定する酸化チタン、酸化ケイ素等の薄膜に関して基板、堆積速度、ガス雰囲気等の製膜条件と膜質との相関を把握した。また、シミュレーション計算による多層膜の光学特性予測、新規材料導入による熱線反射特性改善の検討を行った

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 熱線反射ガラス、酸化物薄膜、レーザ蒸着

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム／ナノテック・先端部材実用化研究開発／自己治癒力を誘導する抗感染性カテーテルの開発

〔研究代表者〕 山根 隆志（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 山根 隆志、新田 尚隆、本間 一弘、小阪 亮（常勤職員4名）

〔研究内容〕

目標：

自己治癒力を誘導する長期留置カテーテルのために、アミノ化ナノ酸化チタンの抗感染性を励起する超音波照射技術を開発する。

研究計画：

試験用の超音波発生装置を導入し、音場計測装置を用いて照射条件を最適化し、試作した超音波振動子において50 mW/cm²の音響強度出力をめざした。この目標値は、国立循環器病センター研究所による、酸化チタンを触媒とした大腸菌殺菌のための UV 照射実験の結果を熱量換算し、超音波を用いて同程度の殺菌率を得るための音響強度として定めた。

年度進捗状況：

- 1) 超音波振動子の特性値：カテーテルと生体界面への標的照射、出力強度の目標達成に必要な特性値を得るためにシミュレーションを行い、振動子開口径40 mm、共振周波数500 kHz、焦点位置30 mmを決定した。
- 2) 超音波振動子材質・構造：目標の音響強度出力を得るため、Q値の高い圧電材（PZT）を用い、振動子内部にバッキング材を設置しなかった。一方、生体への超音波入射のため、振動面には音響整合層（エポキシ）を設置した。
- 3) 試験用の超音波発生装置を導入し、音場計測装置を用いて照射条件の最適化を行い、試作した超音波振動子において50 mW/cm²以上の音響強度出力を達成した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】超音波発生装置、抗感染性、酸化チタン

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発／低品位燃料レーザ着火ガスエンジンの調査研究

【研究代表者】古谷 博秀（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】古谷 博秀（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、(株)三菱重工業との共同で行っており、将来のバイオマス・廃棄物由来の低品位燃料ガスを利用した高効率発電システムの事業化に備えた各種課題の整理、具体的な市場調査、ビジネスモデルの具体像構築、想定される実フィールド適用のプラント計画、設備コストの目標イメージの明確化に取り組み、レーザ着火ガスエンジン実用化展開のためのビジョンを作ることを目的とする。経済性を重視したバイオガス利用発電プラントのビジネスモデルを構築するため、バイオマス経済性評価シミュレータを作成して定量評価を実施した。ガスエンジン発電効率とバイオマス引取り単価による投資回収年の関係を求めたところ、従来の電気火花着火方式のガスエンジンの場合、発電効率は200 kW 級で30 %程度であり、5年で投資回収するためにはバイオマス引取り単価を6円/kg とする必要がある。一方、レーザ着火方式の採用により最大39 %まで発電効率向上が期待され、この場合、バイオマス引取り単価5円/kg で投資回収できる可能性があることがわかった。レーザ系の予備的評価のため、副燃焼室ガスとしてメタンを二酸化炭素で希釈し、着火試験を実施した。この結果、燃料濃度が高いと着火確率が低くなるが、着火した場合の主燃焼室の燃焼は改善される傾向にあることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】低質燃料、ガスエンジン、レーザ着火技術

【研究題目】情報通信機器用低損失電源基盤技術開発

【研究代表者】奥村 元

（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】清水 三聡、井手 利英、中島 昭、青柳 昌宏、仲川 博、大橋 弘通、石井 順太郎、清水 裕公子
（常勤職員7名、他6名）

【研究内容】

本研究開発では、窒化物半導体材料を用いた電界効果トランジスタのノーマリオフ化の研究を進め、低損失動作かつ高速スイッチング動作が可能なノーマリオフ型半導体スイッチング素子を開発することを目的とする。またその為には、窒化物半導体ダイオードの開発、配線損失が少なく放熱特性の良い実装技術の開発、及びスイッチング電源での実用化技術の開発も必要である。よって、①トランジスタ開発、②ダイオード開発、③素子実装技術、④素子モデル技術、⑤レギュレータ回路技術の5サブテーマを設定して研究開発を行った。

① トランジスタ開発

本年度は、AlGaIn/GaN トランジスタ開発に必要な基本技術の開発を行った。まず、有機金属化合物気相成長装置を用いて、放熱性の良い SiC 基板上の窒化ガリウムの成長条件を最適化した。結晶性の評価方法の一つである XRD 装置（X 線回折装置）を用いて SiC 基板上に成長した窒化ガリウム結晶の XRD を測定したところ、(0002) 結晶面の対称反射と (10-12) 結晶面の非対称反射の FWHM（半値全幅）は130 arcsec と350 arcsec であった。この測定結果から、サファイア基板上に成長した場合と同等以上の結晶性が得られた事を確認した。

次にデバイスプロセスにおいては、ノーマリオフ動作を得るためにゲート部に用いるリセス構造の作製方法に関して検討を行った。塩素系ガスのプラズマを用いた反応性イオンビームエッチング装置を用いて、リセス構造形成プロセス条件（エッチング速度、選択比等）を調べた。その結果、再現性良くエッチングすることが可能であることが確認できた。

また素子設計では、デバイスシミュレーション（数値解析）を用いて、スイッチング素子に用いるフィールドプレート等の耐圧構造の最適化を開始した。

② ダイオード開発

Ni 系のショットキー電極を用いた AlGaIn/GaN ショットキーダイオードの試作を行い、動作確認を行った。立ち上がり電圧のバリア層厚依存性やドーピング濃度依存性を調べた。立ち上がり電圧は、AlGaIn バリヤーにドーピングしない場合は、1.3 V 以上であったが、ドーピングすることにより1.1 V 程度に変化することが確認できた。また、トンネル効果等を考慮したシミュレーションを開始した。

③ 素子実装技術

配線損失が少ない金属バンプ接合を用いた実装方法について検討した。

④ 素子モデル技術

デバイスシミュレータの解析結果から GaN-HFET 等価回路の構築を行い、スイッチング損失等の定量的評価が可能であることを確認した。

⑤ レギュレータ回路技術

スイッチングレギュレータ回路の放射損失の測定のためのノイズ測定装置を導入した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] GaN、スイッチングデバイス、低損失電源

[研究題目] ナノ応用プロセスの試験評価に必要な高精度・高信頼性計測技術に関する調査

[研究代表者] 三戸 章裕 (計測標準研究部門)

[研究担当者] 小島 勇夫、小林 慶規、藤本 俊幸、平田 浩一、馬場 哲也、榎原 研正、権太 聡、三隅 伊知子、堀 泰明、臼田 孝、高木 智史、清野 豊、服部 浩一郎、三戸 章裕、市野 善朗、福田 大治、雨宮 邦招、阿部 恒、堀田 博幸 (常勤職員19名)

[研究内容]

半導体や光デバイス関連の設計・製造・検査等に使用される試験検査装置に必要な高精度・高信頼性計測技術のニーズやそれに必要な標準の種類・精度、供給形態を把握すること、国内外の大学・研究機関を対象として、試験検査装置に適用可能な高精度計測技術や標準物質のシーズを把握すること、さらに、高精度計測ニーズとシーズの対応状況を踏まえ、今後、国として研究開発すべき高精度・高信頼性計測技術を整理、提案することを目的とする。

ナノ計測に関するアンケート調査を行った結果、「形状」、「膜」、「熱」、「光」の順にニーズが大きく、全体として約78%の回答が標準物質の重要性の増大を予想していた。訪問インタビュー調査を26機関(素材・材料メーカー、デバイスメーカー、製造装置メーカー、計測分析機器メーカー、計測分析サービス、標準物質供給)に対して行った結果、薄膜の計測分析ニーズが多いことがわかった。また、欧州標準物質計測センターなどの海外調査を行い、その研究開発状況をまとめた。シンポジウムを開催して、ナノ応用製造に必要な高精度・高信頼性計測技術の研究開発現状と今後への期待を把握した。以上のニーズ、シーズ調査から、半導体や光ディスク製造産業の研究開発や計測分析サービスに必要な計測項目をまとめた。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] ナノ、高精度、計測

[研究題目] 動的計測技術に関する調査

[研究代表者] 一村 信吾

(計測フロンティア研究部門)

[研究担当者] 一村 信吾、大久保 雅隆、古部 昭広、鈴木 良一、村瀬 至生
(常勤職員5名)

[研究内容]

日本の産業は高品質の製品開発で発展してきたが、その現場は属人的、感覚的ノウハウへの依存度が高く、コンピューター化や熟練者の退職の中で、現場技術の維持発展・継承に深刻な課題を持つ。この直面する課題を解決できる手段の一つは、製造技術の現場における属人的、感覚的ノウハウを、高度な計測評価手法を駆使して、科学技術に裏付けられた知識レベルにまで質的に変換することと考えられる。即ち、「暗黙知」から「形式知」への変換を図ることである。

本調査研究では、(1)国内企業の製造現場を主対象としたアンケートを実施して、ノウハウともいべき潜在的な知識の源泉の掘り起こしとその顕在化に不可欠な計測評価ニーズを把握すること、(2)国内外の大学・研究機関を対象として、実プロセスのその場モニターの可能性を有する up-to-date な動的計測評価ポテンシャルを把握することを目的とする。更に(3)上記の計測評価ニーズと計測・評価ポテンシャルの対応状況を俯瞰することにより、分野横断的な視点から、今後我が国として研究開発すべきと考えられる動的計測評価機器・手法に関する整理・提言を行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 先端分析機器、成膜、動的計測

[研究題目] 革新的熱電変換材料に関する調査

[研究代表者] 小原 春彦 (エネルギー技術研究部門)

[研究担当者] 小原 春彦、山本 淳、李 哲虎、太田 道広 (エネルギー技術研究部門)、三上 祐史 (サステナブルマテリアル研究部門)、舟橋 良次 (ナノテクノロジー研究部門) (常勤職員6名)

[研究内容]

2000年以降、熱電発電が商用化可能となる目安である熱電変換性能指数 $ZT=1$ を超える材料が相次いで報告されるようになった。もし仮に $ZT=2$ 以上の性能が達成されると変換効率は材料ベースで20%程度に達することから、現状では大量に存在する産業排熱、さらに自動車排熱などを有効に回収する強力な手段となるものと期待される。 $ZT=2$ 超絶材料を開発するためには、これらの革新的熱電変換材料開発の流れを基礎に、熱電変換現象と物質・材料物性の関連について物性物理・計算科学及び材料工学などを総合した学問的な解明が不可欠であるとする考えが熱電研究分野において共通の認識となりつつある。本調査研究では熱電変換物理と工学の解明を基

礎に、今後進めるべき研究方向とその手法について中・長期的な指針を示し、次期研究開発プロジェクトにつながる提言を行うことを目的とする。

本調査研究では飛躍的に高い熱電性能を有する熱電変換材料を開発するための方向と手法についての指針を明らかにするため、温度領域を分けて革新的熱電変換材料の調査を行う。また、2000年以降に報告された高い熱電性能を有する薄膜・ナノ熱電変換材料については、文献調査とともに実証的な試験研究も合わせて行い将来の実用化可能性を検討する。熱電変換を実現する基盤となるモジュール化技術において、システムに適合した有効な熱利用を可能とするサーマルマネジメント技術が極めて重要であることが明らかになった。熱の有効利用の観点からモジュール化技術とともにサーマルマネジメント技術についても調査検討を行う。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱電変換、排熱利用、ナノ材料、薄膜

【研究題目】100 %バイオディーゼル燃料のコモンレールシステムへの適合技術に関する調査研究

【研究代表者】後藤 新一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】後藤 新一、小熊 光晴

（常勤職員2名）

【研究内容】

100 %バイオディーゼル燃料をコモンレールシステムに用いる際の適合技術に関して、燃料配管系等で使用される金属やゴム材料に対する適合性の調査と、コモンレールシステムの燃料性状への影響に関する調査を行った。腐食に関して、金属試験片を用いて120 °C×1,000時間の材料浸漬試験を行ったところ、鉄、銅、アルミニウムについては、試験前後の質量変化はほとんどなく、燃料中に金属成分も検出されなかった。しかし、亜鉛については、試験後に約3.3 %質量が減少し、燃料中にも750 ppmの亜鉛が検出された。さらに、亜鉛を浸漬した燃料中には大量の沈殿物も見られた。金属材料が燃料の酸化劣化に及ぼす影響を調べるため、金属箔を添加してRancimat 試験を実施したところ、銅を添加した場合には酸化安定性が低下すると共に、試験中に銅の腐食が見られた。亜鉛については、酸化安定性への影響は比較的小さかったが、浸漬試験の場合と同様に試験中に材料腐食が発生した。アルミニウムについては、酸化安定性への影響も小さく、材料の変化も見られなかった。ゴム材料への影響について、各材料の試験片を用いて80 °C、120 °Cで1,000時間の材料浸漬を行い、機械物性等の経時変化を評価した結果、ニトリルゴム（NBR）、ニトリルゴム・ポリ塩化ビニルブレンドゴム（NBR/PVC）、水素添加ニトリルゴム（HNBR）などは物性低下が大きい傾向が見られた。フロロシリコーンゴム（FVMQ）やフッ素ゴム（FKM）は体積変化や質量変

化が小さく、特にFKMはいずれの温度でも体積変化、質量変化が最も小さく、バイオディーゼル燃料に対して適性が高いと考えられる。コモンレールシステムを模擬した試験装置を用いて燃料性状の変化を調べたところ、運転サイクルが増加するごとに酸化安定性の低下、過酸化物価の増加が見られ、酸化劣化が進行している様子が伺えた。また、試験サイクルの増加と共に動粘度が少しずつ増加する傾向が見られた。これは、燃料の酸化劣化が進行することで重合物が徐々に生成されたためと考えられる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ディーゼルエンジン、バイオディーゼル燃料、BDF、FAME、脂肪酸メチルエステル、軽油品質確保法

【研究題目】微生物を用いた有機性廃水からの実用・高効率水素生産方法の研究開発

【研究代表者】三宅 淳

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】中村 史、藤田 聡史、三宅 淳

（常勤職員3名）

【研究内容】

目標：

食品工場廃液をモデル廃水として用い、好熱性嫌気性細菌と光合成細菌の組み合わせによって、高効率の水素発生を実現する。嫌気性細菌による水素発光を主な反応とし、光合成細菌を補助的に用いることで、設置面積など現実的に実現可能な条件で最大限の水素発生効率を実現する方法を検討し、最適な条件を明らかにする。モデルリアクターなどを用いた実験を通じて有用性を実証する。特に、嫌気性細菌と光合成細菌を組み合わせることにより、反応効率を改良し、装置や運転コストを低減することと、飼料などとしても価値ある菌体や廃水を作ることと、最終的な廃水の処理コストも低減する。

研究計画：

現実に処理が必要とされている食品工場廃液をモデルとし、最大限の効率での水素変換と有価物の生産方法を開発し、実用的な技術確立を目指すものである。即ち、ジャガイモ加工などの食品工場から出るデンプンを多く含む廃液をモデルとして用い、高熱性嫌気性細菌による高速の水素発生と、発生する有機酸を光合成細菌が消化すると共に水素発生を行う2段もしくは混合系を組み合わせることで、高効率の水素発生技術を実現する。嫌気性細菌による水素発光を主な反応とし、光合成細菌を補助的に用いることで、設置面積など現実的に実現可能な条件で最大限の水素発生効率を実現する方法を研究し、大型のリアクターシステムなどを用いて実証する。また、それぞれの反応を制御して、最終的に生じる有機酸や菌体が、家畜飼料などにも用いられる有用な廃棄物になるように全体の反応系をデザインする。

- 〔分野名〕 ライフサイエンス
 〔キーワード〕 光合成細菌、嫌気性細菌、食品廃棄物、バイオエネルギー、水素
- 〔研究題目〕 生体高分子立体構造情報解析／蛋白質の構造・機能解析技術の開発
- 〔研究代表者〕 佐藤 主税（脳神経情報研究部門）
 〔研究担当者〕 佐藤 主税、三尾 和弘、三尾 宗代（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

目標：

脳において β -アミロイド沈着を生産する膜タンパク質 γ -secretaseの構造を解明する。そこからアルツハイマー症の治療法開発に貢献する。

研究計画：

γ -secretaseは一回膜貫通型タンパク質を細胞膜内で切断する酵素であり、部分的に疎水的な配列を含むペプチド断片を細胞外に放出する。これらの切断産物には β -アミロイドも含まれる。これはアルツハイマー症の原因と考えられている脳血管中の蓄積物の主成分である。この γ -secretaseの3次元構造を決定する。

年度進捗状況：

γ -secretaseの負染色電顕像からの低分解能での3次元構造の決定に、東大の岩坪・富田・浜窪等との共同研究により成功した。さらに構成サブユニットであるpresenilin等の位置を特定し、クライオ電子顕微鏡で撮影を行っている。

- 〔分野名〕 ライフサイエンス
 〔キーワード〕 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、アルツハイマー症、 γ -secretase

〔研究題目〕 細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発／細胞内ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発

- 〔研究代表者〕 平野 隆（セルエンジニアリング研究部門）
 〔研究担当者〕 地神 芳文、平野 隆、新聞 陽一、千葉 靖典、スニル・カウル、岡本 美智代、市原 昭、モハマド・カムルル・ハサン、相田 智子（常勤職員5名、他4名）

〔研究内容〕

細胞内ではタンパク質、脂質、多糖類などの多くの分子がお互いに制御しあいながら製美恵活動を維持している。これまで生体あるいはその構成単位の細胞の機能の解明はそれぞれの分子の機能として生化学的手法で解析が行われてきた。このような研究から多くの著書あるいは教科書はタンパク質の機能が記述されてきた。しかし実際の細胞内では単一のタンパク質が機能を発現するこ

とはほとんどあり得ないことが知られつつあり、むしろ細胞内の一つの機能であっても多くのタンパク質の相互作用によりダイナミックに維持されていることが明らかとなってきた。このような進展から細胞内のタンパク質の相互作用と機能発現を生きた細胞内でそのまま研究したい。見えるようにしたいとの方向が示された。産業的にも抗がん剤がどのように細胞内で働きどの分子とどのように相互作用しているか解明できれば、新しい抗がん剤の開発を行うことが可能となる。

当該プロジェクトでは「生きた細胞内の複数分子の相互作用をリアルタイムかつ3次元ハイビジョン規格で可視化するシステムの開発」を目的とし、装置側企業として独自のスピン型共焦点システムを有する横河電機、特に暗い場面での画像に有効なアバランシェ型電子増倍素子を有する日本放送協会（NHK）及びこれらの要素をカメラとしてくみ上げる日立国際電気、この装置を用いてバイオ側の研究を行って装置にフィードバックする研究側として産総研、独立行政法人理化学研究所、東京都臨床医学総合研究所が参画した。このプロジェクト開始後2年目に産総研に高精度型のプロトタイプ装置が導入され、酵母細胞の細胞骨格の形成機構及びヒト癌細胞の癌化及び不死化のメカニズムについてプロトタイプ装置を用いて研究開発を行った。

酵母細胞はヒト細胞と異なり細胞壁を有していることから、細胞壁の形成にかかわっているタンパク質ネットワークの機能を解明し、最も効果的な分子に対して創薬を行うことにより、酵母が属する真菌に特異的に働く薬の開発が期待される。本件研究項目においては酵母細胞が分裂する際に発生する発芽痕を裏打ちするタンパク質の存在を見出し、3次元画像で局在を明らかにした。酵母細胞は次々に発芽によって増殖することから、発芽痕を強化するタンパク質を無力化すれば酵母細胞は増殖できなくなり死滅する。したがって本発見は真菌剤開発の対象を明らかにしたことに繋がる。

ヒト癌細胞の癌化及び不死化に関しては、産総研で遺伝子として見出したモータリンタンパク質と癌関連遺伝子として有名なp53タンパク質の相互作用を最新のプロトタイプ装置で3次元リアルタイム可視化した。p53タンパク質は細胞の守護神として知られる文字通り分子量5万3千のタンパク質で、主として細胞の核内に存在し、遺伝子に異常が起こった場合の修復あるいは異常細胞の破壊を機能とする。モータリンはこのp53タンパク質と結合することにより核内からp53を核外へ引き出すことが見出された。このため細胞核内で異常が発生し癌化が起こっても防止することが出来なくなる。モータリンが過剰発現されればこのような相互作用により正常細胞は癌化され不死化される。したがってモータリンの機能を抑制することができれば、細胞の癌化を防ぐことが可能となる。

このような酵母細胞及びヒト癌細胞をプロトタイプ装

置で可視化する研究開発を行うことにより、当初研究開発にはなかった自動焦点装置あるいは経時変化追尾装置の提案を行い、プロジェクト期間内で装置側とバイオ研究側が連携してシステムの高度化を行うという産総研としてのミッションを達成した。当該装置はプロジェクト期間中から一部分既に実用化され発売に至っており、国際的にも最高水準であることが認められた。精度的にも顕微鏡の理論的解像限界を超えた結果が得られ、生きた細胞をリアルタイムで画像化するとその当初目的が達成された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ニポウ式共焦点スキャナー、アバランシェ増倍管、リアルタイム可視化

【研究題目】 細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発／多色多様生物発光システムを利用した細胞内マルチ標識技術開発、細胞内分子ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発

【研究代表者】 近江谷 克裕
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 近江谷 克裕、中島 芳浩、野口 貴子、熊田 志保 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

目標：

生きた細胞内の本来の機能を保持させたまま複数(少なくとも3種)の生体分子を識別、細胞内プロテオームを攪乱せず解析できる標識技術として、色特性(赤、橙、黄、青色の異なる発光)を利用した「色識別型発光タンパク分子プローブ」を開発する。またタンパク質修飾過程を解析できる標識技術として、発光から蛍光へのエネルギー移動の変化を指標とした「発光・蛍光エネルギー移動型分子プローブ」を開発する。さらに可視化プローブの能力を最大限に引き出す基質を分子設計し、合成を行い、細胞内ネットワークを識別解析するシステムとする。

研究計画：

本年度は生物発光に特化した一細胞イメージング装置の開発を行った。研究開発はマルチ標識基盤技術の開発を産総研が担当、東洋ビーネットがマルチ標識分子プローブの構築と最適化を行う。

年度進捗状況：

一細胞イメージング用ルシフェラーゼ及びイメージング装置の製品化と検証；細胞内での安定性が高く、哺乳類細胞内で発現効率を最適化したブラジル産ヒカリコメツキムシ由来緑色ルシフェラーゼを東洋紡より「E-Lucシステム」として製品化した。一方、試作した一細胞イメージング装置をアトー株式会社より製品化するための支援を行い、イメージング装置は「セルグラフ」として市販に至った。また、一細胞イメージング用ルシフェラ

ーゼに細胞内局在シグナルを付け、セルグラフで観察することで長時間に渡って細胞内のオルガネラの動きを観察することに成功し、本成果が有効な方法であることを検証した。さらに、2色発光用の一細胞イメージング装置を試作した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生物発光、細胞機能、イメージング

【研究題目】 ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)／ナノコーティング技術

【研究代表者】 袖岡 賢(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 袖岡 賢、鈴木 雅人、井上 貴博(エネルギー技術研究部門)、香山 正憲、田中 孝治、田中 真悟、施 思齊(ユビキタスエネルギー研究部門)(常勤職員6名、他1名)

【研究内容】

プラズマ溶射層構造の最適制御による皮膜内応力制御技術については、産総研エネルギー技術研究部門が担当した。平成17年度に引き続いて、低熱伝導の $\text{CeO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ 安定化 ZrO_2 、中温域まで優れた特性を示す8 wt% Y_2O_3 安定化 ZrO_2 、緻密で高い破壊抵抗が期待できる $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ ナノ複合層を組み合わせた、3層からなるTBC システムの試作・最適化の検討を行った。 CoNiCrAlY ボンドコート層の上に $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ ナノ複合層を生成した後、Ar 気流1, 200℃で熱処理を行い、その後8 wt% Y_2O_3 安定化 ZrO_2 層と $\text{CeO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ 安定化 ZrO_2 層を生成することにより、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ ナノ複合層の結晶性の向上と緻密化が図られ、TGO の成長抑制等の効果により耐剥離性がさらに向上することがわかった。また、 $\text{CeO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ 安定化 ZrO_2 /8 wt% Y_2O_3 安定化 ZrO_2 2層コーティング及び $\text{CeO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ 安定化 ZrO_2 /8 wt% Y_2O_3 安定化 ZrO_2 / $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 3層コーティングを共通試験片上に作製し、JFCC で実施される熱サイクル試験に供した。さらに、開発材原料である $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 複合粉末を用い、東京大学・吉田研究室において本プロジェクトで開発されたツインハイブリッドプラズマプレー装置を使用して成膜試験を実施した。得られた皮膜中のスプラットは、当所の溶射装置で施工した場合と同様ナノ複合組織を有しており、加えてスプラット間には原料粉末が一旦蒸発し気相から生成したと見られる微細な結晶が堆積しているのが確認された。

第一原理計算によるコーティング界面の解明とメソスコピック手法との連携については産総研ユビキタスエネルギー研究部門が担当した。平成18年度は、昨年度までに行ったアルミナ(0001)/Ni 界面の安定原子配列の第一原理計算の結果を受けて、引っ張り変形の第一原理計算を推進し、界面の引っ張り強度を原子・電子レベルから明らかにし、強度の支配因子を検討した。さらに、こ

うした結果から第一原理データベースを構築し、アルミナ/Ni 界面系の界面原子間ポテンシャルについて考察・検討した。また、従来のアルミナ/Cu 系の原子間ポテンシャルとの比較検討、メゾシミュレーショングループ、機械的性質の実験グループとの比較検討から、界面強度設計の因子について考察した。具体的には、1)アルミナ(0001)/Ni 界面の stoichiometry の違いによる O 終端界面と Al 終端界面で、界面平行方向の並進が異なるモデル (O-site、H-site、Al-site モデル) の各々の安定構造に対し、界面原子層間を引き剥がす計算 (rigid 型第一原理引っ張り試験) を実行し、界面の原子層の理想引っ張り強度、界面原子層間のポテンシャル曲線を求めた。Al 終端に比べ O 終端界面の引っ張り強度が極めて高いこと、各々の終端構造では、界面の原子配列の違い (界面の配位数や近接原子種ペアの違い) により強度がかなり異なること、また、アルミナ/Cu 界面よりも全体的に強度が高いことが判明した。これらの結果と界面の電子構造解析を比較し、界面の結合性と強度の関係を考察した。2) 最安定な構造に対して、relaxed 型の第一原理引っ張り試験を実行し、より現実的な界面破壊の様子を原子・電子の挙動に基づいて明らかにした。Al 終端構造では予想通り界面の Ni-Al 間で破壊し、O 終端界面では界面 Ni 層が破壊する様子が観察された。3) 以上の結果から、界面の原子間相互作用についてのポテンシャル形を考察し、アルミナ/Cu 系におけるポテンシャル形と比較検討した。4) メゾスコピックシミュレーションや機械的性質の実験グループ (東大・生産研) の結果と比較検討を行い、界面強度設計について考察した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 遮熱コーティング、異相界面、計算科学

[研究題目] ナノテクノロジープログラム (ナノマテリアル・プロセス技術) ナノコーティング技術

[研究代表者] 香山 正憲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

[研究担当者] 香山 正憲、田中 真悟、施 思齊

(常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

アルミナ/金属界面の結合性と機械的強度を第一原理計算で明らかにし、支配因子を検討するとともに、原子間ポテンシャル構築などメゾスケールと連携した計算技術を構築する。平成18年度は、前年度までのアルミナ(0001)/Ni 界面の安定原子配列の計算を受けて、引っ張り変形の第一原理計算を行い、界面引っ張り強度とその支配因子を検討した。さらに、こうした結果から第一原理データベースを構築し、アルミナ/Ni 界面系の界面原子間ポテンシャルについて考察した。具体的には、第一に、アルミナ(0001)/Ni 界面の O 終端界面と Al

終端界面で、界面平行方向の並進が異なるモデルの各々の安定構造に対し、界面原子層間を引き剥がす計算 (rigid 型第一原理引っ張り試験) を実行し、界面原子層の理想引っ張り強度、界面原子層間のポテンシャル曲線を求めた。Al 終端に比べ O 終端の引っ張り強度が極めて高いこと、各々の終端構造では並進による界面原子配列の違いにより強度がかなり異なること、アルミナ/Cu 界面より全体的に高強度であることが判明した。これらの結果と界面の電子構造解析を比較し、界面の結合性と強度の関係を考察した。第二に、最安定な構造に対して、relaxed 型の第一原理引っ張り試験を実行し、より現実的な界面破壊の様子を電子挙動から明らかにした。Al 終端構造では予想通り界面の Ni-Al 間で破壊し、O 終端界面では界面 Ni 層が破壊する様子が観察された。第三に、以上の結果から、界面の原子間相互作用についてのポテンシャル形を考察し、アルミナ/Cu 系のポテンシャル形と比較した。また、機械的性質の実験と比較検討を行い、界面強度設計について考察した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 金属/酸化物界面、第一原理計算、引っ張り強度、界面設計

[研究題目] 地球温暖化防止新技術プログラム/低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発プロジェクト/DLC 系皮膜技術

[研究代表者] 大花 継頼

(ナノカーボン研究センター)

[研究担当者] 大花 継頼、中村 挙子、田中 章浩、

呉 行陽、呂 明子、古賀 義紀

(常勤職員2名、他4名)

[研究内容]

水圧機器システムへの適応できる DLC 系皮膜の開発及びそれらの優れた特性発現機構の解明を目的として研究を行った。

1. 潤滑膜の構造・特性及び生成機構のための評価・解析技術に関する研究として、ボールの摩擦面の粗さを変化させた相手材を用いた摩擦試験を行い、共同研究のモデル検討グループにおいて提案された潤滑モデルの検証を行った。水環境下において摩擦係数は表面粗さを大きくすることにより、低下することが明らかとなった。粗さの標準偏差 Ra と潤滑モデルとの関係はさらに検討が必要であるが、突起密度との摩擦係数との関係は潤滑モデルからの予測と一致することがわかった。一方、空気中での摩擦係数の粗さとの関係は水潤滑ほど明確ではないことから潤滑モデルでの説明が困難であることを明らかとした。また、MS システムを用いて DLC 系皮膜のトライボ化学反応を検討した。反応種検出装置を用いて、水分子の存在下で摩擦により発生する化学種の気体成分の検出を行い、ハイドロ

カーボン系の分子が発生していることを明らかとした。さらに、水環境中での摩擦摩耗特性を、湿度の異なる空気中でのそれと比較検討するための摩擦試験もを行い、表面元素分析装置により摩擦面の元素の分布を検討し、水環境下では空気中での摩擦に比べて、摩耗面に酸素が多く存在することを明らかとした。これらの知見より、水環境下と空気中でのトライボ化学反応にはなんらかの違いが存在するものと考えられ、潤滑膜モデルの提案をおこなった。さらに皮膜の密着性を支配する因子として接触解析を行い、接触点半径が13 μm 程度のときでは von Mises 応力が1 μm の皮膜内部に極大値を持つことを明らかとし、皮膜が薄いほど von Mises 応力の最大値が膜と基板の界面に生じるようになるための荷重が減少することが予測され、耐はく離特性の膜厚効果のひとつの因子であると考えられた。

2. 高効率高耐久性水圧機器システムに関する研究として、耐はく離特性を向上させるために中間層の開発を行った。Cr との傾斜層を用いることにより、大幅な耐はく離荷重の向上を達成し、水環境下で100 N での摩擦試験において剥離が見られない皮膜を開発した。さらに厚膜効果が DLC 皮膜の成膜手法によって異なることを見出し、基板の変形が皮膜のはく離に影響を与えていることを明らかとした。以上の知見より、高信頼性皮膜の設計指針の提案をおこなった。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] DLC 膜、水環境、摩擦、摩耗、トライボロジー

[研究題目] ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術

[研究代表者] 明渡 純

(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 明渡 純、小木曾 久人、岩田 篤、馬場 創、中野 禅、朴 載赫、佐藤 治道、星 佳伸、後藤 昭博、佐野 三郎、楠本 慶二、小川 浩

(常勤職員12名、他3名)

[研究内容]

本プロジェクトでは、エアロゾルデポジション(AD)法の基本プロセスを詳細に解析するとともに、集積化マイクロデバイスを試作実証することで、製品レベルの機能を飛躍的に向上できる電子セラミックス材料の低温成形・集積化技術を開発する。

平成18年度は、結晶系の相違や粉体前処理による常温衝撃硬化現象の変化を捉え、成膜特性並びに電気・機械特性のデータ取得、解析をほぼ完了した。また、研磨粒子の斜め入射照射を用いた膜表面粗さの改善を試み、Ra : 9 nm を実現した。フォトレジスト材を用いたリフトオフ法による微細パターンングを試み線幅5 μm を実現した。50 cm 四方の成膜面積と、10 cm 四方で

5 $\mu\text{m}/\text{min}$ の成膜速度を実現した。エネルギー援用法では、主にレーザー加熱に絞込みステンレス基板上での圧電膜の特性向上を検討、従来の電気炉加熱に比べ約50 %以上の性能向上を実現。また、膜厚10 μm 以下において、圧電定数： $d_{31} = -360 \text{ pm/V}$ とリラクサー系圧電材料のバルク特性を世界で始めて達成した。インクジェットヘッド応用では、9 m/s の吐出実験に成功、耐久性も実用レベルにあることを確認した。キャパシタ内蔵基板では、常温成膜で比誘電率2,300を達成し、熱サイクル試験、飽和蒸気加圧試験などで実用レベルの性能を確認した。ポリイミドへ成膜した鉄-フェライト系常温成膜体で、数100 MHz~10 GHz 帯域において、30 %以上のノイズ抑制効果を得た。ファイバー型 EO/MO センサーでは、125 μm 径ファイバー先端に室温成膜した YIG の MO-AD 膜で2 GHz の電界/磁界測定に成功、高い空間分解能をもつことを確認した。以上、基本計画にある最終数値目標をほぼ達成した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] エアロゾルデポジション、ナノ粒子、常温衝撃硬化、MEMS、光スキャナー、光変調素子、キャパシタ、電波吸収体、高周波、光磁気光学効果、電気光学効果

[研究題目] ハイパーコール利用高効率燃焼技術の開発

[研究代表者] 斎藤 郁夫 (エネルギー技術研究部門)

[研究担当者] 斎藤 郁夫、鷹觜 利公、川島 裕之、Atul Sharma、張 立安、小谷野 耕二、宍戸 貴洋、橘内 稔、竿留 良明 (常勤職員4名、他5名)

[研究内容]

高効率燃焼が可能なガスタービンへ利用を目指して、石炭から無灰炭(ハイパーコール)を製造するための基礎研究を実施し、製造技術の最適条件を選定するとともに、低品位炭への炭種拡大、ハイパーコールのコークスへの利用、ガス化への適用等新規利用の可能性を明らかにすることを目標とした。平成18年度は、褐炭、亜瀝青炭、瀝青炭からハイパーコールを製造する際の溶剤抽出率の推定のため、全炭種の適用可能な炭種選定指標を、元素分析値、工業分析値などの簡易測定により得られるパラメータを用いて推算式を作成することを検討した。その結果、原炭の元素分析値を用いて、360 $^{\circ}\text{C}$ 、1-メチルナフタレン中での溶剤抽出率を推定できる推算式を作成し、全炭種に適用可能な炭種選定指標を提案するに至った。また、褐炭、亜瀝青炭の低品位炭から製造したハイパーコールを、基準配合炭に添加して熱軟化性及びコークス強度を測定した結果、原料炭由来のハイパーコールと同等以上の配合効果が得られることが明らかとなり、ハイパーコールのコークス利用において、低品位炭由来の安価なハイパーコールが十分利用できることを示した。

さらに、ハイパーコールを用いた低温触媒ガス化を種々の条件を変えて行い、低品位炭では600-700℃以下の低温でガス化が進行することを見出した。また、水蒸気分圧を変化させることにより、水素選択性の高いガス、あるいは合成ガスの製造のいずれのガス化システムにも応用可能であることを明らかにした。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ハイパーコール、低品位炭、コークス、ガス化

【研究 題目】 地球温暖化防止新技術プログラム 高効率高温水素分離膜の開発プロジェクト

【研究代表者】 原谷 賢治（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 原谷 賢治、大森 隆夫、中岩 勝、藤原 一郎、内丸 祐子、須田 洋幸、吉宗 美紀、向田 雅一、原 重樹、伊藤 直次（常勤職員9名、他1名）

【研究 内容】

膜モジュール設計の支援技術の一環として、膜反応器を用いたメタンの水蒸気改質反応のシミュレーターを作成し、それを用いて種々の反応・操作条件で膜反応器の挙動に関するシミュレーションを行った。反応温度500℃において、プロジェクトの目標値である水素製造量1 Nm³/hr かつ水素回収効率80%を達成可能な反応器サイズ及び反応・操作条件を探索・決定することが主な目的である。昨年度までは、ニッケル触媒の反応速度式を基にシミュレーションを行ってきたが、本年度は我々が実測・決定したルテニウム触媒の速度式を用いてシミュレーションを行い、ニッケル触媒との違いについて検討した。また、シミュレーターの公開版の作成も行った。

触媒による反応成績の差異については、触媒量が十分に多い領域ではほとんど差が見られなかった。触媒量を減少させていくと、水素製造量もメタンの転化率もルテニウムのほうが見かけ上は低くなるが、触媒担体の重量を除いて触媒のみの重量で比較を行うと、全体的にルテニウムのほうが高活性であることが明らかになった。また、膜反応器出口での各ガスの濃度も、触媒の違いにより大きな差はなかった。

無償配布用シミュレーターについては、以下に示すような基本仕様を満たす公開版の膜反応器シミュレーターを作成し、プロジェクト関係企業及び大学に配布した。膜反応器：単一二重管型（内管が分離膜、触媒は外管と内管の間の環状部分に充填）

分離膜：多孔質セラミック膜、触媒：ニッケルまたはルテニウム

操作方式：並流、透過側：減圧またはスweepガスを流す（水蒸気または窒素）

反応器モデル：等温または非等温の一次元均相モデル

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 高温水素分離、セラミック膜、水蒸気改質

【研究 題目】 ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）/ナノ計測基盤技術

【研究代表者】 田中 充（計測標準研究部門）

【研究担当者】 馬場 哲也、榎原 研正、坂口 孝幸、高畑 圭二、佐藤 輝幸、櫻井 博、衣笠 晋一、松山 重倫、高橋 かより、岸根 加奈、小林 慶規、鈴木 良一、富樫 寿、平田 浩一、大平 俊行、伊藤 賢志、岡 壽崇、何 春清、松林 信行、今村 元泰、城 昌利、福本 夏生、Thi Thi Lay、加藤 英幸、山田 修史、八木 貴志、藤井 賢一、早稲田 篤、渡邊 博道、阿子島 めぐみ、石井 順太郎、清水 祐公子、小林 謙一、池内 賢朗、根田 雅美、中村 文滋（常勤職員29名、他8名）

【研究 内容】

ナノテクノロジーにおける材料関係分野での基盤的研究開発を行いつつ、得られた成果等の知識の体系化を図ることを目的とする「ナノテクノロジー」プログラムの一環として、本プロジェクトを実施した。本プロジェクトでは、ナノテクノロジープログラム等で実施される技術開発に共通な超微細・高精度な計測として、微小要素物理特性、空孔、表面構造、熱物性のそれぞれの基盤的計測技術を構築するとともに、これらの分野での新たな標準物質を開発することを目標に研究開発を進めた。これにより、ナノテクノロジープログラム中での知識体系の信頼性向上に寄与するとともに、産業界における材料開発の知的基盤を整備することが目的である。

平成18年度は、当初の計画通り遅滞なく研究を進めることができた。具体的には、研究開発項目①「微小要素物理特性の計測基盤」

粒子質量分析装置について、電圧を時間的に連続走査が可能な高速測定技術を開発した。30 nm 以下の単分散粒子発生に適した標準物質の探索を行うとともに、粒子特性評価に適用可能な多分散粒子発生装置を試作した。また、20-30 nm の粒径範囲で液相中動的光散乱法によって求めた粒径値と PFG-NMR 法により求めた粒径値が不確かさの範囲内で整合することを確認した。さらに、15 μm を中心とする粒径範囲において、市販粒子数濃度標準液値づけを行い、サンプルの全量計数が可能で、粒径500 nm 粒子まで適用可能な高感度蛍光検出計数装置及び気泡抑制技術を開発した。

研究開発項目②「空孔の計測基盤」

プラズマ CVD 法で珪素系原料に炭化水素を混合して作製した薄膜を異なった方法で処理することにより、空隙構造の異なる多孔質薄膜を作製できることを示した。普及型陽電子寿命測定装置のパルス化条件の最適化を行いサブナノ空隙測定に十分な時間分解能を達成した。さらに、装置の小型化を検討するための陽電子ビーム小型化試験装置を設計・開発した。X 線散乱測定装置本体に X 線散乱測定用試料アライメント装置を付属させ、多孔質薄膜試料の小角散乱測定を行った。また、超高感度ガス吸着測定のための、偏光解析装置を整備した。さらに、陽電子寿命測定比較委員会を設立し、二つの試料について陽電子寿命測定の実験所間の比較試験を実施した。

研究開発項目③「表面構造の計測基盤」

アルミニウム薄膜試料について SEM や TEM 及び化学分析により膜厚や表面状態の評価を行い、その値を用いて光電子分光測定実験データを解析し有効減衰長を求めた。また、標準薄膜候補試料として Au 薄膜を試作し、その膜厚や表面状態について同様に評価解析を行い、100 eV から1000 eV のエネルギー範囲で有効減衰長を求めた。

無機化合物（酸化物・窒化物など）に加え、金属のスペクトルも取得してデータベースにデータを追加した。データベース検索・閲覧ソフトウェアについては、比較表示・演算処理などの機能追加を行った。

表面層の厚さを変えた試料のバックグラウンド解析では、極薄い場合に下地層からの微小なオージェピークなどの干渉で解析が妨害されている可能性が出てきたため、表面層が十分厚い試料について、解析を行った。また、従来計算の中で固定していたパラメータ群を系統的に変化させて、一括計算ができるようにした。

研究開発項目④「熱物性の計測基盤」

ナノ秒薄膜熱物性測定標準器の不確かさ評価を行い、時間制御の不確かさが90 ps、時間原点の不確かさが100 psであることを確認した。昨年度作製した薄膜標準物質候補である厚さ400 nm、600 nm、1 μm の窒化チタン薄膜（各25個）について全数の熱拡散率測定を行い、1ロット内の均質性評価及び安定した供給方法の検討を行った。フェムト秒サーモリフレクタンス法熱物性分布測定装置の測定温度領域の低温側への拡張を行った。また原子間力顕微鏡を導入し、薄膜試料の厚さ評価並びに表面形状評価に有効であることを確認した。

示差方式レーザーフラッシュ法による計測技術と黒化処理方法の評価を継続して行い、基材から剥がすことなくコーティング部の熱拡散率を測定する技術を開発した。数100 μm 厚さのコーティング部単体の熱拡散率測定装置の開発に必要な高速オシロスコープ、高速デジタルストレージや高速フォトレシーバなどを導入した。

熱・光学特性計測システムの開発では測定の安定性及

び再現性を向上させるために、外的環境（主に外気温度）の影響を評価し、測定環境制御能力と光学系の耐性能力の改善により計測データの質的向上を図るとともに、単結晶シリコン、機能ガラスの評価を行った。

研究開発項目⑤技術の体系化

標準物質に加えて基盤的な材料や先端産業において重要な代表的材料の組成及び合成プロセスと特性・機能との相関解析を材料科学の知見に基づいて進めるとともに、ナノスケールにおける熱拡散の素過程と界面熱抵抗の機構を物性物理学の観点から検討した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 粒子質量分析装置、動的光散乱法、気泡抑制、X 線散乱測定、陽電子寿命測定、SEM、TEM、光電子分光測定、オージェピーク、ナノ秒薄膜熱物性測定、示差方式レーザーフラッシュ法、コーティングの熱拡散率、熱・光学特性

【研究題目】 3D ナノメートル評価用標準物質創成技術プロジェクト

【研究代表者】 小島 勇夫（計測標準研究部門）

【研究担当者】 高辻 利之、渡部 司、権太 聡、三隅 伊知子、佐藤 理、菅原 健太郎、一村 信吾、野中 秀彦、黒河 明、中村 健、尾高 憲二、藤本 俊幸、寺内 信哉、張 麓□、東 康史
（常勤職員16名、他2名）

【研究内容】

ナノテクノロジーによって加工・成形されるナノ構造の形状や寸法を評価するために必要な「普遍的なスケール」を平成18年度（2006年度）まで開発するために、面内方向スケール校正用標準物質創成技術及び深さ方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発をおこなった。両研究課題とも候補標準物質の開発及び候補標準物質に値を付けるための校正技術の開発が主要な課題である。

以下それぞれのスケール開発についてまとめた。

1. 面内方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発

① AFM（原子間力顕微鏡）とレーザー干渉計を駆使した高精度評価技術の開発

面内方向スケールを評価するための高精度計測・校正装置、トレーサブル AFM（Traceable Atomic Force Microscope, T-AFM）の開発を行った。トレーサブル AFM の動作確認の結果、0.1 nm 以下の干渉測長の非線形性を確認でき、プロジェクト目標を達成した。

波長193 nm の深紫外レーザーによる光回折式ピッチ校正装置において、製品ベースの100 nm ピッチ試料を、JCSS（計量法校正事業者登録制度）校正ができ

るようになった。

② 面内方向スケール校正用候補標準物質の開発

50 nm～100 nm ピッチの試料の国内・国際双方の持ち回り測定を行った。独 PTB（物理工学研究所）との二国間比較（幹事：産総研）を行い、測定結果の整合性が確認された。この結果を受け、産総研のピッチ校正サービスの校正範囲を最小50 nm に拡大した。また、国内持ち回り測定（幹事：産総研）を行い、深紫外レーザー回折計・CD-SEM・AFM の一部で測定結果の整合性が確認された。この結果を受けて、深紫外レーザー回折計を用いたピッチ校正が JCSS の認定を受けることが可能となった。

GaAs/InGaP 超格子構造を応用して、25 nm ピッチ面内方向スケールを開発し、ピッチ測定及び不確かさ評価を行った。ピッチ及び合成標準不確かさはそれぞれ、25.39 nm、0.22 nm であった。また、Si/SiO₂ 系の超格子構造からなる面内方向スケールのピッチ測定及び不確かさ評価を行い、GaAs 系と同様の品質を確認し、プロジェクト目標を達成した。

2. 深さ方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発

① 高精度積層膜構造評価技術の開発

X線反射率法（X-ray reflectometry: XRR）はX線波長と走査角度を基準とした膜厚評価の絶対測定法であり、また非常に高い測定再現性を有している。積層膜の膜厚を値付けするためにトレーサブル XRR（X線反射率測定装置）を開発した。SI へのトレーサビリティの確立及び測定装置由来の不確かさ低減には角度走査の校正法確立が必須である。このため、国家角度標準と同原理を用い、同等の性能を有し、かつ、機構を単純化した自己校正機能を有するゴニオメーターを開発した。また、不確かさ1分子層未満の値付けを可能とするためには、試料由来の不確かさを極限まで低減する必要がある。試料由来の不確かさは試料の理想平面からのズレ（歪み）及び試料の試料の歪みや表面汚染等による影響をキャンセルする手法を確立した。高精度積層膜構造評価技術の開発と次項の高品質候補物質の開発に成功したことにより、化合物系半導体材料として GaAs/AlAs 超格子、シリコン系半導体材料として SiO₂/Si 極薄膜の膜厚を1分子層未満の不確かさで値付けした、認証標準物質の開発に成功しプロジェクトの目標を達成した。

② 高品質候補物質の開発

深さ方向ナノスケールの候補標準物質では、その膜厚が「1分子層以下の不確かさ」であることが求められる。しかも膜厚は標準試料面内に渡って一様であるだけでなく、膜を構成する物質の密度・組成の深さ方向の均一性、表面や界面の粗さ、遷移層などの界面の特異構造など、種々の因子を制御する必要がある。

本研究開発では、化合物系半導体超格子物質として

GaAs/AlAs を選択し、X線反射率法及び透過電子顕微鏡を中核とした精密構造評価法により製膜された試料の膜中均質性、面内均質性を、界面の明瞭さを重点的に評価し、その評価結果を基に製膜条件を最適化し、4インチウエハ内において GaAs 層1/4分子層未満、AlAs 層1/2分子層未満の膜厚均質性を有する候補物質作製に成功した。

シリコン系半導体極薄膜物質の開発においては、超高濃度オゾンガスを用いて酸化の条件を制御しシリコン酸化膜を形成させる手法を開発した。この方法により、半導体デバイスの主流を占めているシリコン酸化膜/シリコン構造を有する材料での条件によっては界面に構造遷移層が存在する問題に対処でき、深さ方向スケール校正用候補標準物質として、構造遷移層を極度に低減させる方法を開発できた。

また、候補標準物質は膜の厚さがナノメートルレベルと極薄膜であることから、大気中からの汚染ガスの吸着による見かけの厚さの増大が無視できなくなった。そこで汚染ガスの吸着を阻止する液中保管方法の研究開発を行った。これによりナノスケールの安定供給方法に目途を付けた。

なお候補標準物質の開発にあたり、前項目の高精度積層膜構造評価技術を併用して深さ方向の構造パラメーターの高度制御化を行った。

研究開発で行った主な項目は下記である。

- ・大容量のオゾンが必要となる大面積試料基板の酸化工程を実現するため、超高濃度オゾン大容量供給システムの開発
- ・超高濃度オゾンガス対応の大面積シリコン基板の酸化装置の開発。その中で直径200 mm シリコン基板用金属製酸化装置の開発と、小型試料用の非金属であることが特徴の石英製酸化装置の開発、及びそれらを用いた均一厚さの酸化膜作製技術の開発
- ・作製したシリコン酸化膜の厚さを含めた膜質の計測・評価技術の開発
- ・超高濃度オゾンガスによる酸化膜形成過程の解明によるオゾン酸化条件の探索
- ・振動分光法によるオゾン酸化膜の界面近傍の構造解析技術の開発
- ・候補標準物質の保管方法の研究開発

[分野名] 標準・計測

[キーワード] ナノスケール、面内方向スケール、深さ方向スケール、認証標準物質

[研究題目] 窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発

[研究代表者] 奥村 元

(パワーエレクトロニクス研究センター)

[研究担当者] 清水 三聡、沈 旭強、井手 利英、小倉 睦郎、中島 信一、北村 寿朗、

彦坂 憲宣、方 炯軫、佐沢 洋幸、
清水 三郎、古田 啓、土屋 忠敏、
山本 武継（常勤職員5名、他9名）

[研究内容]

準ミリ波、ミリ波領域に至る高周波領域で特徴を發揮する窒化物半導体の材料ウェハ、デバイス化プロセス、デバイス作製の研究開発を一貫して行い、新たな要素技術確立して上記帯域における革新的高出力高周波デバイスを開発する。本研究開発を効率的に推進するため、産総研は新機能素子研究開発協会と密接な協調を図り、共同研究契約に基づいて研究サイトの一つを担う。

(1) ヘテロ構造ウェハ解析技術

高出力高周波デバイス化のためのウェハ評価技術として、深紫外顕微マッピング分光評価、ICTS（等温過渡容量分光）評価、位置同定 TEG 評価等を行った。

侵入長の短い DUV（224 nm）を用いた顕微 Raman/PL 装置を用いて、クラック発生 AlGaIn/GaN サンプルや HFET TEG を GaN 自立基板上に作り込んだサンプルを対象に評価を進め、微小領域の PL 発光と TEG の電気特性に相関のある場合があることを見いだした。また、精密 X 線トポグラフィ像や紫外励起顕微 PL マッピング像の解析から HFET デバイスのゲートリーク電流の起源が螺旋転位であることを強く示唆する結果を得た。

深い準位の評価技術として、ICTS 法による解析評価を進めると共に、電流コラプスに関与すると思われる AlGaIn 表面のトラップ準位の評価のための電流過渡応答（周波数分散）測定系の構築を行った。ストレス印加直後に低ドレイン電圧で測定すれば従来測定できなかった短い時定数を有するコラプス現象も電流 ICTS で測定可能と期待したが、SiN 保護膜付きデバイスではコラプスは観測されず、この事実から SiN 保護膜は1/10～1/100以下に表面電子トラップ準位密度を低減する効果があると推定される。

マイクロパイプ、ドメイン境界、転位等のエピウェハ欠陥と FET 特性の相関を解明することを目指して、欠陥位置を同定した HEMT ウェハ上への位置特定 TEG 形成プロセスを用い、各種欠陥の TEG 特性への影響評価を更に推し進めた。顕微ラマンマッピング法等を活用してマイクロパイプのサイズと TEG までの距離をパラメータとして TEG 特性への影響範囲、歩留まりとの関連を明らかにした。一方、グレインバウンダリの TEG 特性への影響はそれほど大きくないことがわかった。また、3インチ HEMT ウェハ上に TEG を多数作り込んだ試料に対して、精密 X 線トポグラフィ、EBIC 等の各種評価法を適用し、I-V 特性やゲートリーク等の TEG 特性の分布と各種欠陥の相関を調べた。

(2) 高出力高周波デバイス化プロセス要素技術

高出力高周波デバイス化のための新規要素プロセス

技術として、ヘテロ構造ウェハ特性向上の可能性をもつ微傾斜 SiC 基板上 MBE 成長技術、及び新規デバイス構造として high-k 材料である HfAlO による MIS 構造を取り上げた。

MOCVD 法と比べて成長温度が低い MBE 法では、高品位の高 Al 組成 AlGaIn 膜の成長に適していると考えられるが、表面モフォロジーの点でデバイス品質に一歩達していない。モフォロジー改善に有効である微傾斜基板上成長法を、実際に電子デバイス用ウェハとして用いられる HPSI-SiC 基板等に適用し、高 Al 組成 AlGaIn/GaN-HEMT 構造、及び HFET TEG を作製し、電気特性などを評価した。その結果、微傾斜基板上成長はモフォロジー改善に加え、移動度の向上やデバイス構造中のゲート電極におけるショットキー接合のリーク電流低減にも効果のあることが分かった。HfAlO を用いた MIS-HFET では、順方向印加電圧幅の拡大による電流密度向上が可能であることを実証してきたが、その構造にリセス構造を適用した結果、低いゲートリーク電流を保ちつつ MIS 構造採用による gm（相互コンダクタンス）の低下を回復すると共に、トランジスタとしてのノーマリオフ動作を実現した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 窒化物半導体、高出力高周波デバイス、GaN-HFET

[研究題目] 水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発／大容量水素吸蔵合金と貯蔵タンクの開発

[研究代表者] 秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

[研究担当者] 秋葉 悦男、中村 優美子、榎 浩利、榎 浩司、浅野 耕太、
V. Iosub、Shao Huaiyu、渋谷 直哉、
中村 仁、Liu Xiangfeng、山田 好伸
（常勤職員5名、他6名）

[研究内容]

水素の輸送貯蔵に利用するための重量当たりの水素貯蔵量が高い水素貯蔵材料が求められている。「水素安全利用等基盤技術開発」では有効水素貯蔵量の目標値を5.5質量%以上と設定している。この目標を達成するとともに、水素の安全かつ効率的な輸送貯蔵に用いるため、ハイブリッドタンク用水素吸蔵合金の研究開発と評価及びマグネシウム、アルミニウム、カルシウム等の軽量な金属と水素の結合を利用した軽量な水素貯蔵材料を開発する。ハイブリッドタンクとは、35 MPa 程度の高圧水素と水素吸蔵合金を組み合わせた水素貯蔵容器であり、現状では最も実現可能性の高い水素貯蔵のオプションの一つである。ハイブリッドタンク用合金は従来の想定である1 PPa 以下の作動圧力と比較してはるかに高い圧力下で評価する必要があるため、新規に高圧ガス保安法に合致し、かつ効率的に水素貯蔵特性を評価するための

装置を試作したが、適したバルブが市販されていなかったため、本目的に適したバルブを新たに開発し、装置を完成させた。また、ハイブリッドタンクの作動条件下で、V-Ti-Mn系 AB_2 型合金の水素吸蔵放出特性を評価した。マグネシウム、アルミニウム、カルシウム等の軽量な金属と水素の結合を利用した軽量な水素貯蔵材料では、Mg-Co系BCC構造を有する合金の反応温度（従来は100℃で吸蔵）の低下を図り、室温での吸蔵に成功した。カルシウム系合金の開発では、平成16年度に開発に成功した蒸気圧の高い合金の溶解法による製造技術を駆使して、(Mg, RE)Ni₂ (RE:希土類)を合成し、結晶構造及び室温での水素貯蔵性を評価した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、水素貯蔵材料、ハイブリッド水素貯蔵タンク

【研究題目】水素社会構築共通基盤整備事業／水素インフラ等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発／水素安全利用技術の基盤研究

【研究代表者】藤原 修三（爆発安全研究センター）

【研究担当者】飯田 光明、堀口 貞茲、中山 良男、角舘 洋三、松永 猛裕、松村 知治、岡田 賢、若林 邦彦、緒方 雄二、和田 有司、椎名 拓海、茂木 俊夫、薄葉 州、今村 友彦、永井 秀明、間宮 幹人、大屋 正明、若槻 雅男、金 東俊、Martin CASTILLO、江渕 輝雄、相川 勇、中島 紀昭（常勤職員17名、他7名）

【研究内容】

燃料電池自動車及び高圧水素を扱う水素ガス供給スタンド等における爆発防止のための安全対策に関する検討を行い、水素を燃料とする燃料電池自動車に関連する安全技術の確立を図ることを目標として、次の基盤的な研究を推進した。

高圧水素ガス漏洩時の着火性に関しては、流速25 m/sまでの水素／空気混合ガス中の着火実験を行い、流通下では着火限界が上昇することを明らかにした。また、水素を放出した場合の噴流特性の解析結果の精度を向上させるために噴流中の流れを計測して着火性を調べた。さらに、水素の高圧化に伴い非着火で拡散した場合の着火現象や噴出着火の場合の現象についてリスク評価を行い、水素の高圧化によるリスク変化の解明を行った。

水素ガス漏洩時における静電気着火に関しては、高圧水素ガスの噴出に伴う静電気の発生について、混入物の材質、物性及び形状等による影響を明らかにした。また、水素配管中の移動にともなう摩擦帯電、噴出ノズル部での衝突帯電などに分離して測定して静電気発生メカニズムの解析を行った。

水素燃焼火炎特性に関しては、水素の噴出圧力と火炎の消炎の関係について、噴出口径及び噴出形状、隣接構造物などの影響を明らかにしてシミュレーションのためのデータを取得した。

水素の着火による火炎伝搬と爆ごう転移に関しては、小容量の水素空気混合気体を電気火花等で点火・燃焼させ、発生した火炎の伝搬状況や爆風圧に関する基礎的データを収集した。火炎伝播状況の計測では、整備した高速度赤外線計測装置を用いてデータの高精度化を行った。さらに、トンネルを模擬した管内でDDTを起こす条件について検討した。

化学反応論に基づく水素の着火と燃焼反応制御に関しては、水素－空気混合気の燃焼挙動への水蒸気の影響を調べ、火炎伝搬速度と爆風圧／爆風インパルスの組成依存性には相関があること等を見出した。微小重力下において一定温度で混合気を着火できる装置を開発して予備的な実験を行った。

【研究題目】ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）／精密高分子技術プロジェクト／高機能材料の基盤研究開発

【研究代表者】中浜 精一（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】中浜 精一（常勤職員7名、他4名）

【研究内容】

本プロジェクト「精密高分子技術／高機能高分子実用化技術の研究開発」は分子レベルの設計とナノレベルの高次構造制御に係る高分子合成及び構造評価の基盤技術をさらに進展させるとともに、光・電子材料、構造材料、高強度繊維等の高機能・高性能を実現する高分子材料を開発し、実用化の見通しをつけることを目標とし、高機能高分子材料の実用化技術研究開発12チーム及び高分子材料の共通基盤技術研究開発2チームからなる研究開発体制のもと、産業技術総合研究所と化学技術戦略推進機構が共同して研究開発を推進してきた。産業技術総合研究所は次のとおり研究を担当している。

- ① 高機能高分子材料の実用化技術研究開発 (b) 光・電子材料の研究（反射防止膜材料の開発）
- ② 高分子材料の共通基盤技術研究開発 (a) 高分子合成技術の研究（配位触媒重合による配列制御共重合体の精密合成法の確立）及び (b) 構造・ダイナミクス評価技術の研究（EFTEM等による接着界面解析と接着機構解明、リアクティブブレンディング等によるナノ構造形成と構造解析、マイクロ相分離構造の長距離秩序構造制御、固体NMR距離解析システムの開発）

平成18年度実施計画に基づき産業技術総合研究所における研究開発成果を以下に報告する。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造分野、及び環境・エネルギー分野

【キーワード】低屈折率多孔体、末端機能化ポリプロピ

レン、接着界面の可視化、熱可塑性エラストマー、ソフトモーディング法、固体 NMR 距離解析システム

【研究題目】光・電子材料の研究（反射防止膜材料の開発）

【研究代表者】横山 英明

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】横山 英明（職員） Cedric DUTRIEZ

（非常勤、平成17年7月-平成19年3月）

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

（目標、研究計画、及び年度進捗状況）

ブロック共重合体をテンプレートとして、二酸化炭素による発泡で大きさが数10 nm の空孔を形成する技術を開発し、多孔化による屈折率の低下により反射防止効果のある光学薄膜を開発する。フッ素を含むポリマーは、二酸化炭素に可溶なことからフッ素を含むブロックを持つブロックコポリマーに着目し、そのドメイン内に二酸化炭素を選択的に分布させることで多孔構造を形成することを研究し実現してきた。今年度は、屈折率1.25を実現し、単層の反射防止層で反射率がほぼ0となることを確認した。さらに、ナノオーダーの空孔を導入することによる薄膜の力学特性の変化を解析した。弾性率は、球状の空孔を仮定した有限要素法による予想とほぼ一致した。しかしながら、多孔体構造はクラック端の応力を緩和する機構を有しており、空孔の導入により脆性破壊から延性破壊に変化することがわかった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】低屈折率、ブロック共重合体、多孔体、低反射率

【研究題目】高分子合成技術の研究／配位触媒重合による配列制御共重合体の精密合成法の確立

【研究代表者】萩原 英昭（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】萩原 英昭、杉山 順一

（常勤職員2名）

【研究内容】

目標、研究計画、及び年度進捗状況：

これまで配位触媒重合における連鎖移動反応を利用した末端機能化手法を開発してきた。しかし、一般的なジルコセン触媒系による重合においては複数の連鎖移動反応が存在することから機能化率及び分子量制御において問題があった。リビング重合系でのプロピレンと極性基含有モノマーの共重合が達成でき、またこの共重合系において単一の連鎖移動反応を利用した機能化法が開発できれば、これらの問題を解決できると期待される。平成18年度は、プロピレンのシジジオ特異的リビング重合触媒系を用いたプロピレンと極性基含有モノマーの共重

合において、連鎖移動反応の制御により末端機能化ポリプロピレンの触媒的な合成を検討した。ジメチルシリル（9-フルオレニル）（*t*-ブチルアミノ）ジメチルチタン錯体[Me₂Si(9-Flu)(*t*-BuN)TiMe₂]と MAO からなる触媒系を用いて、プロピレンと極性基含有モノマーの共重合反応による末端機能化ポリプロピレンの合成を検討した。その結果、有機アルミニウムで極性基を保護したアリルアミンやアリルメルカプタン等の極性アリルモノマーをトリメチルアルミニウムの存在下でプロピレンと共重合反応を行うことにより、選択的に末端に極性基を有するシジジオタクチック PP の合成に成功した。この場合、極性アリルモノマーの仕込み濃度により分子量の制御が可能であった。

【分野名】環境・エネルギー分野

【キーワード】ポリプロピレン、極性基、末端機能化、リビング重合、連鎖移動

【研究題目】構造・ダイナミクス評価技術の研究

【研究代表者】堀内 伸（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】堀内 伸（職員）、Yonggui Liao（非常勤、平成17年10月-平成19年3月）、

李 勇進（職員）、中山 和郎（非常勤）、

横山 英明（職員）、Li Lei（非常勤、

平成17年4月-6月）、Cedric DUTRIEZ

（非常勤、平成17年7月-平成19年3月）、

三好 利一（職員）

（常勤職員4名、他4名）

【研究内容】

目標、研究計画、及び年度進捗状況：

エネルギーフィルターTEM (EFTEM) による元素識別を空間分解能10 nm で達成し、本手法を高分子界面の構造に適用してきた。さらに、同一元素の濃度分布を定量的に解析し、ポリマーブレンドの相分離構造形成機構の解析に成功した。本年度は、元素マッピング、EELS 解析技術、高分解能 SEM (in-lens SEM)、及び界面破壊エネルギー測定を駆使し、高分子界面の相互拡散や分子鎖絡み合い構造など分子レベルの局所構造解析の可能性を検討した。さらに、熔融混練により得られるポリマーブレンド界面の解析に適用し、せん断力による相溶性や界面構造の変化を検討した。

アクリルゴムと親和性の高い結晶性高分子 (PVDF) をブレンドすることによって、新規な熱可塑性エラストマーを開発した。このエラストマー系における結晶性高分子相の役割を解明するために、異なる成分比での特性評価を行った。アクリルゴムの含有量を変えても、PVDF 相は、結晶性高分子としての特性を保持しており、ブレンド中に生成する PVDF 相の微細な結晶構造が、架橋点として働き、エラストマーの力学的性質（弾性率、引張強さ、弾性的性質）を劇的に向上させることが分かった。このように、ゴム状の非晶性高分子と結晶

性高分子を物理的に混練し、構造を制御することで、優れた力学的性質をもつ新規な熱可塑性エラストマーを創成することができた。

- ・ポリジメチルシロキサンからなるグレーティングの波状表面を持ったモールドによりブロック共重合体のマイクロ相分離構造ドメインを一方向に長距離にわたって配列を制御する方法（ソフトモールドニング法）を開発している。本年度は、ソフトモールドニング法により、シリンダーの配列制御を研究した。ポリスチレン（PS）-ポリ2ビニルピリジン（PVP）からなる薄膜に同手法を適用した結果、PVPのシリンダーを一方向に配向する事ができた。しかしながら、シリンダーには多くの欠損構造を含むものであった。このPVP層に金ナノ粒子を導入することにも成功した。
- ・高分子物質等のバルク、界面、表面においてナノレベルで構造を非破壊で解析評価する技術開発と分子のダイナミクスを原子レベルで精密に評価する基盤技術開発を行っている。本年度は、昨年度に開発した固体NMR計測技術手法により、結晶領域の分子鎖のパッキング構造の秩序（無秩序）の度合いを定量化することに成功した。更に、不溶性高分子の微細構造（立体規則性、構造欠陥、平均分子量）を定量化できる溶融NMR法を開発した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 接着界面の可視化、接着機構、熱可塑性エラストマー、弾性的性質、PVDF、ソフトモールドニング法、マイクロ相分離構造、固体NMR、距離解析システム

【研究題目】 環境配慮設計推進に係る基盤整備のための調査研究

【研究代表者】 日置 昭治（計測標準研究部門）

【研究担当者】 衣笠 晋一、田尾 博明、松山 重倫、大畑 昌輝、中里 哲也、佐藤 浩昭、岸根 加奈、赤坂 幹男、田村 守孝（常勤職員7名、他3名）

【研究内容】

重金属分析用標準物質の作製方法の確立のために、重金属分析用ポリプロピレン樹脂標準物質の候補標準物質作製を行った。ポリプロピレン樹脂ペレットと粉末状のカドミウム、クロム、水銀、鉛の化合物を混合し、単軸押出機で混合物をペレット化した。それに対して攪拌・混合・再ペレット化の過程を二度繰り返した。このペレットから射出成型によって、蛍光X線分析用のディスクを作製した。作製した候補標準物質の均質性評価法・前処理法・値付け法の開発を行った。いずれについても複数の方法間の定量値の一致は良好で不確かさの大きさも満足できるレベルで値付けでき、重金属分析用ポリプロピレン樹脂標準物質の作製に用いることが可能であると確認された。ディスクについては、蛍光X線分析法

を用いた均質性評価法の開発を行った。また、重金属分析用ポリ塩化ビニル樹脂の候補標準物質の均質性評価法・前処理法・値付け法の開発を行った。臭素系難燃剤含有標準物質の作製方法の確立のために、候補標準物質の作製法、特性値（濃度）の値付け法、均質性評価法及び不確かさ評価法を開発した。臭素系難燃剤としてデカブロモジフェニルエーテル（DBDE）、マトリックスとなるプラスチックとしてポリ塩化ビニルを選び、試料の形状はディスク状を採用した。候補標準物質を製造する工程を確立した上で、同位体希釈法を用いた高速液体クロマトグラフィー-質量分析（LC-MS）法、同位体希釈法を用いたガスクロマトグラフィー-質量分析（GC-MS）法、及び高純度DBDEを検量線に用いる高速液体クロマトグラフィー（HPLC）法の手順を確立し、最終的に各法から得られる値を重み付け平均することで、値付けする手法とその不確かさ評価手法を開発した。さらに、高速液体クロマトグラフィー-誘導結合プラズマ質量分析（LC/ICP-MS）法によって、参考情報としての全臭素濃度を算出する手法を開発した。また、蛍光X線分析法を用いたディスクの試料間均質性の評価法を確立した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 無機材料標準物質、高分子標準物質、プラスチック

【研究題目】 超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発

【研究代表者】 石川 浩

（超高速光信号処理デバイス研究ラボ）

【研究担当者】 石川 浩、河島 整、杉本 喜正、

池田 直樹、栗津 浩一

（常勤職員3名、他3名）

【研究内容】

筑波大学を中心とした共同研究体制で、フォトニック結晶導波路と量子ドットを集積化した干渉計型のスイッチを用いて光を周回させて、光情報を記憶するデバイスの開発を進めている。平成18年度は、トポロジー最適化と呼ばれる技術を用いて、フォトニック結晶導波路の性能向上を行った。曲げ導波路のコーナー部分にトポロジー最適化で設計した微細構造を作りつけることで、直線導波路とほぼ同じ透過帯域と低挿入損失を実現した。交差型導波路でも交差部分に最適設計に基づく微細構造を導入して、14 dBのクロストークの抑制を実現した。量子ドットの作製では、位置制御量子ドットの製作技術の開発を進めた。また、S-Kモードと呼ばれる方法で製作した量子ドットを含むフォトニック結晶導波路の製作を行い、フォトニック結晶の低群速度効果による光非線形性の増強を確認した。平成19年度にはこれら成果を光蓄積デバイスへ導入する予定である。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 フォトニック結晶、光バッファメモリ、量子ドット、トポロジ最適化

〔大項目名〕 機械加工システムの新構造部材の開発／高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開発／高機能摺動部材と評価技術の開発

〔研究代表者〕 佐々木 信也
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究内容〕

我が国における製造業の国際競争力維持・強化を図ることを目的として、高付加価値製品の高効率加工に資する高度機械加工システムの研究開発事業を行う。具体的には、①工作機械を設計・評価するためのツールの開発、②表面改質による潤滑性に優れた摺動材料の開発とともに、表面への微細パターンニング技術や潤滑分子種の最適化技術の開発により、高耐圧低変形かつ摩擦力の変動が従来の1/10以下になる案内面の開発を行う。平成18年度は、「工作機械設計支援手法」の研究について、異なる設計コンセプトを有する機械構造間の比較を試み、加工領域のおおよその大きさを同一として比較する方法を提案した。また「コーティングによる摺動材料の研究開発」では、摩擦力変動の小さい摺動面として、モリブデンターカイトの組み合わせにより案内面の摩擦係数が著しく低下することを明らかにした。さらに「パターンニングによる摺動特性発現の研究開発」では、数十マイクロメートルオーダーのディンプルを表面に施した場合、平滑面に比べ摩擦係数が低下し、また安定になることが実験的に確認された。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 工作機械、すべり案内面、マイクロパターンニング

〔大項目名〕 機械加工システムの新構造部材の開発／高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開発／高機能摺動部材と評価技術の開発

〔中項目名〕 工作機械設計支援手法

〔研究代表者〕 三島 望
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 三島 望 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究項目では、新規構造材料の開発も含め、近年、高度化、複雑化している工作機械設計について、主としてその初期の設計段階を支援する方法を提案することを目的としている。この目的のため、ロバスト設計の手法に基づく概念設計評価手法と有限要素法による詳細な構造変形の計算を組み合わせた工作機械設計支援ツールを提案した。概念設計支援手法では、単独の計算により、工作機械の設計パラメータ、局所誤差、構造などが性能に与える影響を見積もり、設計指針を導出する一連の計算方法を提示した。

平成18年度はこの方法を異なる設計コンセプト（全く構造の異なる）機械に適用し、性能比較を行った。その結果、近年提案されているハイブリッド形などの構造形式は従来構造に比べて相対的に高精度であることを確認できた。また、設計支援ツールによる評価結果を、アンケート調査の結果得られた熟練設計者の知見と比較し、両者がほぼ一致することを確認した。これにより開発した設計評価ツールの妥当性を検証した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 工作機械設計、ソフトウェア、ロバスト設計、有限要素法

〔大項目名〕 機械加工システムの新構造部材の開発／高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開発／高機能摺動部材と評価技術の開発

〔中項目名〕 コーティングによる摺動材料の研究開発

〔研究代表者〕 村上 敬
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 村上 敬、佐々木 信也、Xia Yanqiu、金田 克夫、井上 尚志、斉藤 慶子、佐々木 雅子、福村 京子
(常勤職員2名、他6名)

〔研究内容〕

現在、従来より高精密な加工が可能な工作機械がさまざまな分野で求められている。本研究項目では、工作機械の位置決め精度改善のため、摩擦力変動を従来の1/10に抑えた工作機械すべり案内面用摺動材料の開発を目的とする。平成18年度は、Fe-Mo 二元系、Cu 系合金の境界潤滑条件下における摺動特性の変化を調べた。その結果、現用の鋳鉄 FC300よりも Mo を含む合金を用いた方がより低摩擦・低摩耗の得られることを明らかにした。特に Fe_7Mo_6 単相の組成に相当する Fe-42 at%Mo が最も低摩擦・低摩耗を示し、平成19年度はこれらの材料にマイクロパターンニングを施し、摺動特性の評価を行う計画である。また現用の工作機械すべり案内面用潤滑油には極圧剤として硫黄が多く含まれているが、XPS 分析の結果、Mo を含む材料表面には硫化物等の付着、形成がほとんど見られなかった。

このことから、Mo、Fe-42 at%Mo に硫黄系極圧剤はあまり作用しないと考えられ、今後有効に作用する極圧剤、油性剤等の選定も行う予定である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 すべり案内面、境界潤滑、 Fe_7Mo_6 、金属間化合物

〔大項目名〕 機械加工システムの新構造部材の開発／高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開発／高機能摺動部材と評価技術の開発

〔中項目名〕 パターンニングによる摺動特性発現の研究開発

〔研究代表者〕 中野 美紀
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 中野 美紀、佐々木 信也、斉藤 慶子、
佐々木 雅子、福村 京子、小島 康史
(常勤職員2名、他4名)

〔研究内容〕

摺動面表面にパターニング処理を施すことによって、流体潤滑領域の拡大、摩擦力の減少及びすべり速度の増加による浮き上がり量減少の効果が起こることが報告されている。そこで、これらの効果を工作機械すべり案内面に応用することで、摩擦力の変動を抑えた案内面の開発を行った。表面形状の最適化を行うため、パターニング形状の最適化について数値計算を行い、実験との比較により、最適構造の探索を行った。サンドブラスト法によって、鋳鉄表面に数十ミクロンオーダーのパターニングを施し、市販のすべり案内面用潤滑油を用いて潤滑下の摩擦特性を調べた。パターンの形状としては、数値計算より推奨されるディンプル形状と、比較として溝形状を用いた。

その結果、溝形状の場合には、平滑面よりもおよそ一桁高い摩擦係数を示し、境界潤滑領域への移行が起こることが分かった。一方、ディンプル形状の場合には、平滑面よりも低く安定な摩擦係数を示した。この結果から、ディンプル加工によって流体潤滑領域の拡大が起こったものと考えられ、数値計算とも一致した。今後、数値計算と実験の組み合わせから、さらなる形状の最適化を進めていく予定である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 すべり案内面、流体潤滑、パターニング、サンドブラスト、鋳鉄

〔研究題目〕 健康安心プログラム／身体機能代替・修復システムの開発／生体親和性インプラント材料のテクノロジーアセスメント技術

〔研究代表者〕 岡崎 義光 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 岡崎 義光、岩澤 洋
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

米国 FDA 及び国内の不具合情報を整理した結果から、人工股関節に関しては、システム及び摺動部を中心とした耐久性評価を、人工膝関節摺動部の耐久性評価装置及び制御システムを開発した。人工股関節、600万回までの試験においてもクロスリンクポリエチレンと Co-Cr-Mo 合金の組み合わせでは、摩擦量は、血清の付着による増減の変動内で、ほぼゼロであった。人工膝関節に関しては、荷重制御或いは変位制御による4軸制御システムにより、インプラントの形状に応じて4軸が同時に負荷された場合の相互干渉を最小にする機能を備えた人工膝関節摺動部の耐久性評価装置及び制御システムを開発し

た。連続試験中の荷重制御或いは変位制御での制御波形(命令波形)と実測波形を比較した結果、荷重制御及び変位制御のいずれにおいても両者の波形がほぼ一致した。特に、長期間の耐久性の評価においては、軸荷重及び屈曲・伸長の制御に比べ、回転トルク及び AP 力を規定どおりに制御することが難しいことがわかった。600万回までの試験では、100万サイクル当たりの摩耗量は、十数 mg であった。さらに、脊椎インプラントに関して、6軸で生体の動きをシミュレートできる評価装置を開発した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 整形インプラント、耐久性評価、生体親和性評価、標準化

〔研究題目〕 固体酸化物形燃料電池システム技術開発／信頼性向上に関する研究開発／中温円筒平板形スタック長期寿命評価並びに劣化挙動評価

〔研究代表者〕 横川 晴美 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 横川 晴美、酒井 夏子、堀田 照久、
山地 克彦、M.E.Brito、岸本 治夫
(常勤職員6名)

〔研究内容〕

4種類のスタック構造の異なる SOFC のスタック・モジュールの長期運転試験を行い、劣化挙動を測定するとともに、試験後解体して、特に2次質量分析計 (SIMS) を用いて従来の測定では十分な情報の得られていない低濃度 (1 ppM 以下) あるいは深さ分解能 (1 μm 以下) の物質移動過程をしらべ、劣化がある場合にはそのメカニズムを解明し、劣化が認められない場合でも長期間の運転下で劣化に至る可能性のある現象を見極め、寿命評価することを目的としている。「中温円筒平板形スタック長期寿命評価」においては、中温円筒平板形スタックを電流密度の異なる3条件において5,000時間程度の範囲で性能を評価し、解体調査により劣化に繋がる要因を抽出した。単セル、スタックとも、電流密度の増大が劣化率に対して重要な要因であることが判明した。単セルでは発電部の実抵抗成分の増加が主要因であると推測できた。スタックでは、高電流密度 (0.6 Acm^{-2}) で電流集中及び高温化により急激な性能劣化が起こった。電流密度0.3 Acm^{-2} 及び0.45 Acm^{-2} では急激な出力低下はなかったが、空気極/電解質界面で微構造変化が観測された。また、空気極と電解質の間にある Ce 反応抑制層中に空気極の金属成分が拡散する挙動がみられた。セル間を接続する酸化物/合金界面で SrCrO₄系の酸化皮膜が生成した。以上の現象について、防止策を含めたセル改良を行い、さらに長期の性能試験を開始した。また、負荷変動試験と繰り返し起動停止試験を行った。「劣化挙動評価」では、4種類のスタック・モジュールの初期性能時と長期運転後の各部材界面における主成分の移動、及び

周辺から混入する不純物元素の濃度変化を検出して劣化につながる現象の抽出、原因調査を行った。空気極材料、空気極/電解質、空気極/反応抑制層間の反応・拡散について、機構解明、拡散係数の算出を行った。拡散・反応の駆動力となる因子を見極めるため、酸化物あるいはその複合化合物の安定性に関して生成エンタルピーなどを用いて特徴づけ、元素ごとに熱力学的考察を行った。特に空気極で問題となるクロム酸塩の生成挙動は塩基性に強く依存することが明らかになった。スタック構造、運転条件の違いを考慮し、劣化挙動の総合的な把握を行った。

【分野名】 エネルギー環境

【キーワード】 固体酸化物形燃料電池、劣化、信頼性向上

【研究題目】 ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発/実用的な性能評価、安全基準の構築 / 『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価手法並びに安全基準の構築

【研究代表者】 関屋 章 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 関屋 章、徳橋 和明、田村 正則、
滝澤 賢二、近藤 重雄
(常勤職員5名)

【研究内容】

冷凍空調機器の冷媒として、GWP (100年値) の小さな炭化水素、アンモニア、二酸化炭素等のノンフロン系冷媒の使用が検討されている。しかしながら、炭化水素、アンモニアは燃焼性を有するため、これらの化合物を安全に使用する上では燃焼性の評価が不可欠である。また、持続可能社会の構築のためには、製造から廃棄までの消費エネルギー他を考慮した長期的な視野での温暖化評価を行う必要がある。そこで、最適な冷媒の選択に資することを目的に、冷媒の燃焼性評価で不可欠な燃焼限界と燃焼速度の測定と予測手法の開発を行うと共に、総合的な温暖化評価法を開発する。この目標達成のため、ノンフロン系冷媒として想定される冷媒単体及び混合系冷媒の燃焼限界と燃焼速度の測定、及び予測手法の開発を行う。また、ノンフロン系冷媒の総合的な温暖化評価について科学的で分かり易い評価法を追求する。

本年度は、以下の研究を行った。燃焼限界については、代表的な可燃性化合物であるメタン等8種類の化合物について、前年度の1:1の2成分混合系に続き1:3または3:1の混合系、さらに1:1:1の3成分混合系の測定を行い、ル・シャトリエ式による予測との比較を行った。その結果、下限界は高精度で予測可能であるが、上限界は予測精度が低いことが分かった。次いで、上限界についてはル・シャトリエ式の改良を行うことで、予測精度が向上することを明らかにした。また、7種類の可燃性化合物について、代表的な不活性ガスである窒素で希釈した場

合の燃焼限界の測定を行うと共に、得られたデータを基に予測手法の検討を行い、ル・シャトリエ式を拡張することで予測可能な見通しを得た。

燃焼速度については、含窒素系ノンフロン冷媒であるメチルアミン及びプロピルアミンの燃焼速度を球形容器法とシュリーレン法で測定した。メチルアミンについてはバーナー法による測定も行った。その結果、メチルアミンとプロピルアミンの最大燃焼速度はそれぞれ24.7 cm/s及び28.3 cm/sであり、アミン類は炭素鎖長の増加と共に燃焼速度が増加することを明らかにした。さらに、アミンの燃焼速度は対応する炭化水素に比べてかなり小さいが、その原因として C-N 結合の解離によって生成するアミノラジカルが燃焼速度を抑制している可能性を得た。

温暖化評価については初年度の調査に基づき2年度の目標である温暖化手法の構築に向けて研究した。特に時間軸をもとに評価できる TWPWG や CWP 手法の完成について進めた。今年度はオゾン層の破壊効果が地球の寒冷化に効果があることを指標に入れることができた。この手法を用いて二酸化炭素などのガスの安定化について知見を得た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 冷媒、燃焼性評価、燃焼限界、燃焼速度、温暖化評価

【研究題目】 水素安全利用等基盤技術開発/水素に関する共通基盤技術開発/水素エネルギーの導入に伴う社会的便益等に関する研究

【研究代表者】 赤井 誠 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 赤井 誠、竹村 文男、丸山 康司
(常勤職員3名)

【研究内容】

水素エネルギーシステムの社会導入を図るため、1)水素燃料電池自動車 (FCV) の導入に伴う社会的・経済的便益の評価、2)エネルギー経済モデルを用いた、時系列的な一次エネルギー供給構造や競合技術との関係を考慮した長期的な導入シナリオの検討といった様々な観点からの分析評価を通じて、有効な施策を提言することを最終目標とする。平成18年度は、これまでに実施してきた、FCV 導入による大気環境改善と CO₂削減に係る便益評価について、大気排出物による影響を分析する際の評価モデルの改良などを通じて精度の向上を図ると共に、将来の大気汚染物質の排出規制強化策や、FCV の導入台数を政府目標から変化させた場合などをシナリオとして設定したケーススタディを実施した。また、主要諸外国における水素エネルギー経済モデルの検討状況も踏まえ、これまでに開発してきた水素エネルギー経済モデルに、国内外の研究開発動向を反映した最新の技術・コストデータなどを組み込み、水素及び競合する代替燃料の需要構造を詳細化するなどの改良を加えたシナリオ分析

を実施し、技術競合の下での FCV 導入シナリオを提言した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 燃料電池自動車、社会的便益、外部性、モデル、排出規制、エネルギーモデル

〔研究題目〕 介護動作支援ロボット及び実用化技術の開発

〔研究代表者〕 山田 陽滋（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 山田 陽滋、小野 栄一、松本 治、本間 敬子、李 秀雄、市川 和宏（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

本研究の目標は、水洗ポータブルトイレ技術とロボット技術を融合することにより、排泄介護負担を軽減するための総合的な支援ロボット「トイレアシスト」を企業とのコンソーシアム体制で開発することである。今年度の産総研での研究開発目的は、1)第1次実証試験タイミングに合わせたリスクアセスメントと3ステップ法の実施、2)安全かつ実用的な力制御系の開発、3)便器の衝突回避に関する研究開発、4)便座からの被介護者の転落検知に関する研究開発、5)手すりをを用いた上体支持に関する技術開発、の5項目からなる。

まず目的1)に対しては、リスクアセスメントの網羅性を向上させるために、とくに通常運用時（＝排泄介護時）の動作フェーズを詳細に定め、また、FMEA テーブルのリスク見積もり値が互いにそれぞれ異なる場合が生じるとして、介護者、被介護者、さらに保守要員の3パターンを設けて評価を行った。目的2)に対しては、トイレアシストのパワーアシスト移動制御系の故障検出装置を実際に開発し、装置の回路が断線故障を起こした際に、トイレアシストの駆動アクチュエータへの電流が確実に遮断されることを確認した。目的3)に対しては、レーザレンジセンサを使用した障害物検出及びトイレアシスト自律走行制御に関するソフトウェア開発を行い、障害物検出・停止実験を行った。目的4)に対しては、被介護者の便座着座の転落のリスクを介護者に通知する力計測ユニットを試作し、実際にデータを収集して、連続した静止画（簡易アニメーション）の形で表示するプログラムを製作した。最後に目的5)については、トイレアシストへの装着を想定した4タイプの手すりの提案をした。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 排泄介護、リスクアセスメント、パワーアシスト、自律走行、転落検知

〔研究題目〕 音声認識用デバイス及びモジュールの開発

〔研究代表者〕 横井 一仁（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 阪口 健、Neo Ee Sian（常勤職員3名）

〔研究内容〕

これまでの RT ミドルウェア開発の成果及びその課題を踏まえ、共通化・標準化の観点から、各種のモジュールと組み合わせて使用することのできる音声認識モジュールの開発を行う。さらに、開発したモジュールをロボットシステムに組み込むことにより有効性の検証を行う。次世代ロボットの新しい作り方の実例を広く示すことで、次世代ロボットシステムの効率的な開発体制の実現につなげ、異業種や新規参入を促進することによりロボット開発を活性化することが本事業の目的である。

独立行政法人産業技術総合研究所では、本事業において開発された音声認識モジュールを人間型ロボット HRP-2に組み込み、その有効性を評価することを目標とし、音声認識モジュールを人間型ロボット HRP-2に組み込むために必要な技術並びに、その有効性を評価する技術の研究開発を行う。

平成18年度は、(1)人間型ロボット HRP-2の制御システムから、RT コンポーネントである音声認識モジュールにアクセスするソフトウェアの開発、(2)人間型ロボット HRP-2に開発された音声認識モジュールを組み込むために人間型ロボット HRP-2頭部の改造を実施した。

(1) 人間型ロボット用ミドルウェアの開発

人間型ロボット HRP-2の動作制御システムの基本となる OpenHRP 制御ソフトウェアを RT ミドルウェアで推奨されている OmniORB4.0に対応するように改造した。また、音声認識モジュール上の RT コンポーネントと接続する人間型ロボット HRP-2用 RT ミドルウェアである音声コマンド入力部 RT コンポーネントを作成した。

(2) 人間型ロボット HRP-2の頭部改造

人間型ロボット HRP-2の頭部搭載マイクロフォンで計測された音声データを日本電気株式会社に提供し、人間型ロボット HRP-2の頭部搭載マイクロフォンの性能評価と、ロボットの動作音が「音源方向検出」や「ノイズキャンセル」といった音声認識処理に与える影響を評価した。この結果、人間型ロボット HRP-2の頭部搭載マイクロフォンを音声認識モジュールに接続して音声認識が行えるとの評価結果が得られた。そこで、人間型ロボット HRP-2の頭部搭載マイクロフォンをそのまま活用し、人間型ロボット HRP-2の頭部内部に日本電気株式会社から提供された音声認識モジュールのハードウェアを搭載した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 音声認識、ロボット、コミュニケーション、共通基盤

〔研究題目〕 ナノダイヤコーティングを施したポリフェニレンサルファイド（PPS）樹脂の射出成形品

〔研究代表者〕 長谷川 雅考

(ナノカーボン研究センター)

[研究担当者] 長谷川 雅考、石原 正統、金 載浩、
津川 和夫、川木 俊輔、古賀 義紀
(常勤職員3名、他3名)

[研究内容]

① 低電子温度表面波プラズマ CVD 法の確立

ナノダイヤモンド用スロットアンテナ型低電子温度表面波プラズマ CVD 装置の製作を行い、性能試験運転を行った。Ar ガス、及び水素ガスを用いて、リングミュアプローブによるプラズマ密度、電子温度等のパラメータの測定を行い、表面波プラズマ発生の実証を行った。また、発光分光等の分光的手法により水素ラジカルの観測を行い、最適なプラズマ発生条件を見出した。また、製作したナノダイヤモンド用スロットアンテナ型低電子温度表面波プラズマ CVD 装置、及び既存の平行アンテナ型表面波 CVD 装置を用い、ガラス基材、金属基板、シリコン基板などへのナノダイヤモンド堆積試験を行った。堆積したナノダイヤモンドの結晶成長 (X 線回折、ラマン分光観測)、光学的品質性 (屈折率)、機械的特性、膜厚均一性、表面平坦性、密着性の検証を行った。

② PPS 射出成形品表面の水素プラズマ耐性付与

PPS 射出成形品表面にプラズマ耐性を付与するため、SiO₂コーティング、金属コーティングなどを実施した。これら表面処理を施した PPS 射出成形品表面の水素プラズマ耐性の評価を実施し、課題を明らかとし、解決策を講じた。

③ ナノダイヤモンドを施した PPS 樹脂射出成形品の作成と評価

PPS 射出成形品表面へのナノダイヤモンドコーティング試験を行った。ラマン分光測定、透過電子顕微鏡観察により、ナノダイヤモンド成膜の確認を行った。以上により、PPS 樹脂射出成形品へのナノダイヤモンドコーティングに成功した。この成果を受け、平成19年度実施予定のコーティングの密着強度測定を行った。実用化へ向けて密着強度の向上が必須であることを明らかとし、これに対する対策を講じた。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ナノダイヤモンド、低電子温度表面波プラズマ、PPS

[研究題目] 遷移金属酸化物を用いた大容量不揮発性メモリと極微細加工プロセスに関する研究開発

[研究代表者] 秋永 広幸

(ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 秋永 広幸、高野 史好、島 久 (ナノテクノロジー研究部門)、高木 英典、井上 公 (強相関電子技術研究センター) (常勤職員5名、他1名)

[研究内容]

目標:

近年情報家電、各種モバイル機器の発達は目覚ましく、これに伴う記録媒体に関する技術向上が望まれている。このため、既存の不揮発性メモリの想定性能を超え、超大容量、超低消費電力、超高速、低コストという全ての条件を満足するメモリ素子の開発が不可欠となっている。本テーマは、このニーズに対応し、遷移金属酸化物における巨大抵抗スイッチ効果を用いて、サブ100 nm スケールの不揮発性メモリ素子を実現することを目的に、必要となる極微細加工プロセス技術と装置を開発する。研究開発目標は次の3つに大別される。

①不揮発性抵抗スイッチ現象の解明

②遷移金属酸化物用加工プロセスの開発

③不揮発性メモリ機能の開発

計画:

①不揮発性抵抗スイッチ現象の解明

本研究開発項目では、遷移金属酸化物に特有のナノオーダーの電子揺らぎを制御する手法と装置の開発を実施する。この技術開発を通じて、遷移金属酸化物における不揮発性巨大抵抗スイッチ現象の原理を解明し、更に定量的モデルを構築することを目標とする。定量的モデル構築は、素子作製プロセス開発、メモリ機能の実証に関わる指針、さらには、不揮発性メモリ素子の機能を高性能化する指針を得るために必要不可欠である。また、この目標が達成され、遷移金属酸化物を用いたメモリ素子が実用化されれば、世界で最初の強相関電子デバイスとなる。

②遷移金属酸化物用加工プロセスの開発

本研究課題では、極微細加工に適しているとされている反応性プラズマイオンエッチング法に着目し、遷移金属酸化物用のエッチングプロセス技術開発を目標としている。メモリ素子の特性均一化を図る上で、研究開発項目①に挙げた成膜中のナノレベル組成揺らぎを制御する技術の開発と、当研究開発項目の遷移金属酸化物用のエッチング技術開発は、決定的要因である。また、エッチングプロセス技術開発の効率を上げるために、第一原理計算による非経験的手法によって、プラズマエッチング・プロセス設計を行う技術を開発する。

③不揮発性メモリ機能の開発

本研究課題では、RRAM が不揮発性メモリ市場にて必要とされるレベルを最終目標として設定し、我が国発の不揮発性メモリを、フラッシュメモリの次世代に送り込むことを目標としている。

年度進捗状況:

①不揮発性抵抗スイッチ現象の解明

平成17年度に製作されたラジカルアシスト蒸着装置を用いて、平成18年度は装置の完成度を高め、遷移金属酸化物の酸化状態を原子レベルで制御する成膜方法を開発するとともに、その制御を可能とするラジカルアシスト

蒸着装置の試作機を完成させた。また、平成17年度の基礎実験から得られた実空間動作のイメージを検証し、この現象論モデルから有望と考えられる遷移金属酸化物を用いたデバイス作製と特性評価を系統的に行うことで、RRAM 実用化に最も適した材料スクリーニングを実施し、定性的なモデル構築をすることが出来た。

② 遷移金属酸化物加工プロセスの開発

平成17年度は、反応性イオンエッチング・プロセス設計支援計算システムを購入し、その構築と、その既存PC クラスタとの統合を実施した。平成18年度は、実際に遷移金属酸化物を反応性イオンエッチングするためのプロセス設計を1つのプロセスガスレシピに対して実施した。さらに、その結果を受けて、計算モデルとなった遷移金属酸化物の反応性イオンエッチングを実施し、そのエッチング速度、加工物の形状を評価することによって、計算精度の評価を行うためのクライテリアを決定した。予期せぬ成果として、Pt 電極を用いた RRAM 構造においても良好な反応性イオンエッチングが出来ることが明らかになった。

③ 不揮発性メモリ機能の開発

平成18年度は、①、②の研究成果を基に、 $\sim 1 \mu\text{m}^2$ サイズの極微細メモリ構造において、その機能の実証に成功した。さらに予期せぬ成果として、RRAM の高性能、低コスト化に必須の基礎技術を開発することに成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 遷移金属酸化物、不揮発性ランダムアクセスメモリ、極微細加工

【研究題目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発／低抵抗・高イオン拡散性ナノポーラス電極による高出力型2次電池の研究開発

【研究代表者】 本間 格 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 本間 格、周 豪慎、松田 弘文、島野 哲、三宅 博都、大久保 将史、姜 春海、工藤 徹一 (常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

本研究では、高出力型電池の実用化を目的とし、高速電荷移動が可能な電極を創製するためにナノ空間を有するポーラス電極 (ナノ構造電極) の新規合成法を開拓し、通常のリチウム2次電池に比べて100倍程度高速に充放電可能な電池材料を創製することを目標とする。すなわちナノ構造電極のコンセプトとして、1) ナノポア内における高速イオン拡散と、2) 活物質のナノ構造化によるリチウムイオン拡散長の短縮、3) ナノポア内部の高い比表面積から生じる巨大な擬似容量や、4) 連続フレームワーク構造の高い電子導電性を利用した従来の材料技術では達成不可能な100 C レベルの高速充放電可能なナノ構造電極の要素技術開発を行う。平成18年度は、溶液プロセスあるいは高速アニール法に基づくナノ結晶 LiCoO_2 の合

成方法を開発し、その構造解析と電極特性を評価した。特に溶液プロセスを用いてイオン交換法にて作成したナノ結晶 LiCoO_2 は10 C 以上の高速充放電が可能であった。また熔融塩法を用いてナノ結晶 LiCoO_2 の量産化プロセスの開発も行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ナノ結晶、リチウム2次電池、高速充放電、ナノポーラス電極

【研究題目】 ナノテクノロジープログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発

【研究代表者】 鹿田 真一

(ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】 山田 貴壽、Nebel Christoph Erwin、上塚 洋 (常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

先端直径400 nm の円柱円錐状で、針先端に導電性の付与と表面の修飾が可能であるダイヤモンドナノ針を達成するために、以下の3研究項目に取り組んでいる。

1. 円柱円錐状で400 nm の鋭い先端形状を実現するダイヤモンド微細加工技術
2. ダイヤモンド導電性付与技術
3. 細胞内でのナノ操作が可能なダイヤモンド表面修飾技術及び先端形状創製技術

<平成18年度の進捗状況>

ダイヤモンドの微細加工技術：ダイヤモンドナノ針作製に関して、ダイヤモンドの高アスペクト比エッチングを誘導結合型 (ICP) プラズマエッチングにより実施した。前年度までに当センターで開発したダイヤモンド加工技術を基に、先端直径100 nm 以下、高さ18 μm の円錐状ダイヤモンドチップの製造に成功した。これは当初の到達目標を上回る成果である。また、ホウ素ドーパダイヤモンドを用いて針状加工を行い、ダイヤモンドチップ全体への導電性付与に成功した。

ダイヤモンドの表面修飾：平坦面ダイヤモンドで、水素プラズマ及び酸ウェット処理の検討を行った。得られた水素終端及び酸素終端ダイヤモンドの表面を用いて、電気化学的にニトロフェニル基の修飾を行った。その結果、酸素終端表面と比較して水素終端表面のほうが、被修飾能が高く、低電位での修飾が可能であることを見出した。ニトロフェニル基は、電気化学的還元でアミノフェニル基に変換することにより、最終的に DNA 等の生体分子を修飾することが可能である。したがって、水素終端表面を用いることにより、任意の密度の生体分子をダイヤモンド上に修飾できることが明らかとした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド、デバイス、MEMS、AFM、バイオ、細胞

〔研究題目〕 ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発

〔研究代表者〕 中村 史

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 中村 史 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

目標：

ナノファブリケーションを用いたナノ計測により、組織・器官の場における細胞内・細胞間の微細機能をマッピングすることを「ナノ細胞マッピング」と呼ぶが、本研究開発はこの「ナノ細胞マッピング」を実現するダイヤモンド・ナノ針の研究開発である。「細胞に損傷無く刺せる剛性のある針」そして「先端だけ露出した導電性針」を、生体適合性、剛性、表面修飾性などに優れたダイヤモンドを用いて作成し、評価することを目的とする。研究計画：

ダイヤモンド・ナノ針、導電性針を評価するために、主にマウス以上の高等動物の培養細胞を用い、培養細胞に針の挿入操作を行い、細胞挿入における侵襲性、核酸導入効率、細胞挿入における力学測定を評価することを目的とし、評価方法を確立する。

年度進捗状況：

シリコンナノ針を用い侵襲性評価系の構築を行った。DAPI 排出試験では、ヒトリンパ球、マウス繊維芽細胞に対して2時間のシリコンナノ針挿入操作を行ったが、細胞の活性低下を示す DAPI 染色を受けた細胞は観察されなかった。また、ヒト腎由来胚性細胞に対して、直径400 nm のナノ針を90分以上の挿入を行ったが、転写、翻訳の阻害は無視出来る程度であることが明らかとなった。乳ガン細胞 MCF-7を用いて細胞への機械刺激を評価した結果、200 nm 直径のシリコン針の挿入では細胞が変形せず、カルシウムイオンの流入が全く起こらず、機械的変形刺激がほとんど無いことが明らかとなった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ダイヤモンド、AFM、ナノ針

〔研究題目〕 モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発

〔研究代表者〕 湯元 昇、平野 隆

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 湯元 昇、平野 隆、三宅 正人、中村 史、藤田 聡史

(常勤職員5名)

〔研究内容〕

製薬産業界では、ライフサイエンス研究により蓄積されたゲノムの塩基配列情報や遺伝子発現情報、タンパク質の立体構造情報など、様々な情報を活用するゲノム創薬によって創薬プロセスを効率化し、医薬品を迅速かつ安価に上市することが期待されており、これらの情報を

もとに示唆される多数の創薬ターゲット候補遺伝子の中から有望な創薬ターゲット遺伝子を効率的に探索・検証し、開発候補の絞り込みを行う技術の開発が望まれている。本研究開発は、多数の細胞に同時に異なる遺伝子等を高効率で導入することにより、複数の遺伝子発現等の時系列計測を行い、得られる種々の細胞応答データから疾患関連遺伝子等、創薬ターゲットの同定に有用な汎用性の高い解析ツールを開発するため、以下の技術開発を実施する。

(1) TFA 技術を用いた遺伝子バリデーション技術の開発

遺伝子導入効率が多種の培養細胞株においても十分高く、また、細胞の状態変化を定量的に把握できるだけの連続性を有した時系列解析能力を有し、さらに薬剤感受性の予測が十分に可能な培養細胞ネットワーク解析精度を有する遺伝子バリデーション技術を確立する。

(2) 細胞ネットワーク及び時系列トラフィックの解析・制御技術

細胞の状態変化を定量的に把握できるだけの細胞画像解析能力を開発する。特に、TFA システムより得られる多数の細胞画像から迅速に発現データを取得する技術を開発する。発現カスケード同定技術の開発については数百以上の遺伝子に対して発現カスケードを推定する技術を開発する。

(3) ゲノム解析手法による培養ガン細胞のガン関連遺伝子抽出技術の開発

多種の初代培養株においても十分高い精度で染色体異常検出を行うことができ、細胞の状態変化を定量的に把握するために十分な数の複数ガン関連タンパク質の可視化が可能となる技術を開発する。時間分解に適したトランスフェクションアレイの開発、画像のリアルタイム処理システムを構築する。乳ガン培養細胞について、ゲノムアレイ解析を完結させるとともに、発現変異の大きい遺伝子群などについて、検証する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 創薬、ヒト細胞、遺伝子ネットワーク、RNAi、トランスフェク

〔研究題目〕 健康安心プログラム／再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発

〔研究代表者〕 大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 大串 始、廣瀬 志弘、鍵和田 晴美、大島 央、町田 浩子、寿 典子、勝部 好裕、笹尾 真理、(常勤職員4名、他4名)

〔研究内容〕

臨床研究が開始されている「間葉系幹細胞」、「骨」、「軟骨」、「心筋」及び「角膜」の5分野に関しては、早

期の実用化が期待されている。そのためには、再生評価技術並びに計測機器を開発し、実用化レベルでの評価基準を確立するとともに、わが国発の基準の世界標準化を図る必要がある。健康安心プログラムの一環として、これら5分野の再生評価技術や計測機器開発の次年度からのプロジェクト化に向けたフィージビリティスタディ（F/S）を平成17年度に実施した。5分野のサブリーダーは、これらの分野の実用化研究においてそれぞれ指導的な役割を果たしている産業技術総合研究所（間葉系幹細胞及び骨）、京都大（間葉系幹細胞及び軟骨）、大阪大（心筋）、東京女子医大（角膜）の各施設が務め、特にこれまでの臨床研究等の成果と実績を基盤として再生医療の早期実用化の観点にたち遂行した。平成17年度の成果がみとめられ、平成18年度より本格研究としてスタートした。以下、産業技術総合研究所の担当した分野の成果を記す。

1. 「間葉系幹細胞の一次培養プロセスの計測・評価技術開発」

間葉系幹細胞の厚みと細胞増殖活性の相関を、既存の原子間力顕微鏡を用いて検証した。ヒト間葉系幹細胞の増殖能の高い細胞は、増殖能の低い細胞に比し細胞核部分での厚みが増加している傾向にあった。光学顕微鏡と画像解析ソフトを利用して、細胞厚み並びに細胞面積に対応した数値情報を取得することができた。以上の平成17年度における F/S の結果をふまえ、平成18年度は同一患者の間葉系幹細胞より増殖能の高い細胞は細胞の厚みが増加していることを確認でき、この測定におけるシステムを光学顕微鏡を用いることにより、プロトタイプとしてオリンパス光学と一緒に開発できうる体制を構築した。

2. 「骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発」

ヒト間葉系幹細胞による骨基質産生量を測定するため、既存のイメージアナライザーを用いて、骨基質に取り込まれたカルセインの蛍光強度と骨基質中のカルシウム量の相関を調べた。これらのパラメータ間には正の相関が認められた。また、LED 光源、CCD カメラによる一括撮影方式により、市販ヒト間葉系幹細胞のサンプルを用いて蛍光像と定量値が取得できることを検証した。さらに、培養骨基質蛍光測定装置のプロトタイプ製作に向けて、蛍光画像撮影の光学系ユニットの小型化も試みた。以上の装置開発以外に、平成18年度においては既存装置を用いての骨基質定量法の規格案を ASTM にドラフトとして提出し、国際標準化の目処がついた。また、本骨基質定量はカルセインという蛍光物質を用いるが、臨床応用を考えた場合、ヒトに投与できうる蛍光物質を選択する必要がある。種々蛍光物質から、ヒトに投与できうるテトラサイクリンをもちいても骨基質定量が可能であることを見いだした。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] 間葉系幹細胞、細胞増殖、骨再生、再生評価技術、標準化

[研究 題目] ナノテク・先端部材実用化研究開発／高配向性 CNT を用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発

[研究代表者] 安積 欣志
(セルエンジニアリング研究部門)

[研究担当者] 安積 欣志、清原 健司
(常勤職員2名、他3名)

[研究 内容]

目標：

ロボットや健康・福祉機器等の適用可能な小型軽量アクチュエータが求められている。本研究開発では、高配向性カーボンナノチューブ（CNT）を用いることにより、低電圧駆動で空中駆動できる従来にない性能を有するロボット用新型 CNT 高分子アクチュエータデバイスを開発する。高出力、長ストローク、高速応答性を実現する。

研究計画：

CNT、イオン液体、ベースポリマーからなる複合体電極の改良を行なうことにより、伸縮率、発生力、応答速度の性能を飛躍的に向上させる。特に、CNT の電極層内における分散性を向上させ、CNT が分散性良く電極層内に30 wt%以上、含まれる電極を作製し、アクチュエータ性能の向上をはかる。

年度進捗状況：

電極作製プロセスにおける、CNT、イオン液体、フッ素ポリマーの混合の際の溶媒の種類、さらに用いるフッ素ポリマーの種類、それらの組成の最適化、混合の方法等の検討を行い、次ぎに、混合液の溶媒の乾燥温度の検討を行った。その結果、最適な電極作製条件を見いだした。以上の結果、プロジェクト開始前より、電極伸縮率で、2倍から3倍、電極発生圧で3倍から5倍、曲げ力で3倍から4倍の性能向上があり、年度当初のこれらの目標値をほぼ達成した。

[分 野 名] ライフサイエンス

[キーワード] カーボンナノチューブ、イオン液体、高分子アクチュエータ

[研究 題目] 高機能簡易型有害性評価手法の開発／培養細胞を用いた有害性評価手法の開発／発がん性予測試験法の開発／高機能毒性予測試験法基盤技術の開発

[研究代表者] 近江谷 克裕
(セルエンジニアリング研究部門)

[研究担当者] 近江谷 克裕、中島 芳浩、星野 英人、呉 純、道畑 朋子、中森 俊江
(常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

目標：

簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うための手法の確立を目指し「高機能簡易型有害性評価手法の開発」の一環として、発がん性や発生毒性（催奇形性）、免疫毒性の3分野の試験に関して、わが国で開発された最新の技術を組み込んだ国際的に利用可能な高精度簡易試験法の開発を目標として研究開発を行う。

研究計画：

寿命の短い多色ルシフェラーゼを開発し、また細胞の発光を時系列的に測定する技術を開発する。また、これを用いて Bhas 42細胞の形質転換試験に代わる発光システムを試験の開発を行う。

年度進捗状況：

PC12細胞において、発光遺伝子群の導入法を検討した。リポフェクタミン2000を用いることによって再現性の良い結果が得られることを、また、導入遺伝子量や細胞処理時間等で最適化な条件があることを明らかにした。本条件は、本プロジェクトを共同で推進する東洋紡でも同様の結果が確認された。一方、赤、緑色発光プローブの細胞内寿命をコントロールするため、ベクター内に PEST 配列を導入、NIH3T3細胞内における半減期30分程度に制御可能であることが明らかにした。さらに、シグナル配列以外に SV40由来ポリ A 配列を導入したところ、さらに短寿命化できることが明らかになったことから、他のタンパク群のポリ A 配列をクローン化し、半減期の制御に有効であるか、確認中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生物発光、化学物質評価、簡易解析法

〔研究題目〕 水素結合系を利用した無加湿固体電解質材料の研究開発

〔研究代表者〕 林 繁信（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 林 繁信（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、水素結合系を利用してプロトンを伝導させることにより、完全無加湿条件下で使用できる固体電解質材料を開発することを目的としている。研究開発対象としては、 AO_4 型四面体イオン（ $A = S, P$ ）の水素結合ネットワークを持つ無機固体酸塩を取り上げる。プロトン拡散を調べる手法として、固体核磁気共鳴（NMR）法を主に用い、プロトン拡散の速さの決定及びメカニズムの解明を行う。

平成18年度は、 $Cs_5H_3(SO_4)_4 \cdot xH_2O$ 及び $Cs_3(HSO_4)_2(H_2PO_4)$ におけるプロトン拡散について調べた。 $Cs_5H_3(SO_4)_4 \cdot xH_2O$ では、NMR 測定の結果、結晶水がオキソニウムイオン H_3O^+ として存在していることが明らかとなった。水和物、無水物、いずれも、室温相は420 Kで高温相に転移した。室温相、高温相のどちらにおいてもプロトンの並進拡散運動が観測され、水和物の方が無水

物よりプロトンが速く拡散していた。 $Cs_3(HSO_4)_2(H_2PO_4)$ では、室温相が408 Kで高温相に転移した。室温相、高温相いずれにおいてもプロトンの並進拡散運動が観測され、 SO_4/PO_4 四面体の回転が律速となっていた。固体 NMR により解明された原子レベルのプロトンの運動からマクロな物性値であるプロトン伝導度を見積もったところ、交流インピーダンス測定で求められたマクロな電気伝導度と良く一致した。すなわち、原子レベルでのミクロな運動がマクロな特性に反映されていることが示された。以前に研究を行った $CsHSO_4$ 、 $Cs_2(HSO_4)(H_2PO_4)$ 、 $Rb_3H(SO_4)_2$ 、 $(NH_4)_3H(SO_4)_2$ と同様、上記の物質においても物質固有の値として、すなわち、完全無加湿の条件下で $10^{-2} S cm^{-1}$ のプロトン伝導度を示した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 プロトン伝導、固体電解質、無機固体酸塩、核磁気共鳴、固体 NMR

〔研究題目〕 太陽光発電フィールドテスト事業に関する運転データの収集・分析手法の開発及び分析評価

〔研究代表者〕 大関 崇（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 大関 崇、加藤 和彦、山田 隆夫、三谷 みどり（常勤職員4名）

〔研究内容〕

本研究は、太陽光発電システムフィールドテスト事業において、全国各地に設置された多種多様な公共・産業用太陽光発電システムの運転性能の分析・評価を行うことを目標として実施している。コスト、発電量、及び環境価値を総合的に評価できる指標の基本的な考え方の検討を行い、テストケースとして、全国各地に設置された公共用・産業用の大型太陽光発電システムの基礎データ及び運転データを収集し解析を行った。また、コスト特性と発電特性の発電コストへ与える影響等の検討を行い、今後必要な技術課題などの抽出、提案を行った。

データ収集分析手法の開発については、総合評価指標の基本的な考えかたの提案を行い、コスト特性、発電特性についてそれぞれイニシャル、ランニング特性に分離する考え方を示した。

分析評価については、提案した、指標を用いた解析を行った。特にコストと考慮したトータル発電コストに関して詳細に分析を行い、今後の技術開発の流れを提案した。

なお、本研究開発で開発されるデータ分析手法や分析評価は、今後設置される公共・産業用太陽光発電システムの発電量増大かつ導入普及に寄与することによりコストダウンに直接寄与するものであり、最終的なターゲットである発電コストに向けた最適かつ効率的な太陽光発電システム技術開発への指針となることが期待される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽光発電システム、分析評価、フィールドテスト、実証試験

〔研究題目〕 革新的次世代低公害車総合技術開発／次世代自動車の総合評価技術開発

〔研究代表者〕 齊藤 敬三（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 齊藤 敬三、篠崎 修、桜井 博、榎原 研正、瀬戸 文章、矢部 明、大沼 恵美子（常勤職員4名、他3名）

〔研究内容〕

次世代低公害車からのPM（排気微粒子）排出量の減少に伴い、従来から用いられてきたフィルター法に代表される質量基準計測法は適用限界に近づくことが予測されている。このため、これらの重量測定に加え粒子の個数計測法に基づいた総粒子数濃度や粒径分布の測定が有効となってくる。本研究では、個数基準計測装置の校正・試験における不確かさを低減した高精度な計測技術の確立を図ることを目的として、自動車排気計測における粒子形状の不整形さや化学組成のばらつき、排気に含まれる揮発性蒸気成分などの凝縮等に起因する計測時の誤差要因を明らかにするとともに、PMの質量分級と個数濃度測定を組み合わせた高感度・オンライン質量濃度計測システムを構築し、従来のフィルター法の測定限界を推定することを目的とした研究を行う。

これまでに、標準器による濃度測定の高感度・低不確かさを 10^4 個/ccで1.5%、 10^3 個/ccで3.4%まで低減することができた。また、標準粒子による測定実験からオンライン計測法の妥当性を確認するとともに、新たにディーゼル排気微粒子（DEP）によるオンライン法とフィルター法の比較測定を行って、DEPについても標準粒子同様な手法の妥当性を確認することができた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ディーゼル微粒子、校正技術、質量濃度

〔研究題目〕 革新的次世代低公害車総合技術開発／新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化／革新的後処理システムの研究開発

〔研究代表者〕 後藤 新一（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 後藤 新一、小熊 光晴、辻村 拓、篠崎 修、二瓶 光弥（エネルギー技術研究部門）、小淵 存、大井 明彦、内澤 潤子、難波 哲哉、飯島 則夫（環境管理技術研究部門）、浜田 秀昭、藤谷 忠博、佐々木 基、羽田 政明、高橋 厚（環境化学技術研究部門）（常勤職員14名、他1名）

〔研究内容〕

超高圧コモンレール噴射システム、及び高速応答型可変機構をキーテクノロジーとし、新燃焼方式とその超高度燃焼制御により、革新的次世代低公害エンジンシステ

ムの開発を目指す。平成18年度は、従来型燃焼方式及び新燃焼方式に対する燃料性状の影響度を明確にし、最適燃料性状の提案を目標とした。燃料の影響度を明確化するモデル燃料を使用し、燃料着火性（セタン価）、芳香族炭化水素、及び揮発性がエンジン性能に及ぼす影響を、単気筒エンジン実験により評価した。NO_x排出量は、排出ガス再循環（EGR）により低減可能であり、大量EGRの適用はエンジン出NO_xを大幅に低減する。一方、大量EGRの適用によってエンジン筒内が酸素不足となり、Soot生成が課題となる。燃料着火性は予混合圧縮着火燃焼方式で重要となる燃料と筒内ガスの混合過程に強く影響し、燃料着火性の低下によって混合期間が長期化されてSootの大幅低減が達成された。ただし、燃料着火性の過度な低下は失火や噴射遅角の自由度を損なうことも明らかになった。また燃料に芳香族炭化水素が含有することで、混合期間の比較的長いPCI燃焼（Premixed Compression Ignition combustion）方式であってもSoot生成量が増加することも明らかになった。本研究結果から、燃料のセタン価は45程度までの低セタン価であること、及び芳香族炭化水素を含まないことが多気筒エンジン用の燃料性状として最適であることが、結論づけられた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ディーゼルエンジン、予混合圧縮着火燃焼、PCI、排熱回収コンバータ、De-NO_x触媒

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム／革新的部材産業創出プログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／超高密度HDDのためのナノオーダー制御高性能トンネル磁気抵抗素子の開発

〔研究代表者〕 湯浅 新治

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均（常勤職員3名）

〔研究内容〕

ハードディスク（HDD）は大容量・高速・低価格なストレージとして情報家電や携帯機器などへも応用範囲を広げており、現代のIT社会に欠くことのできない重要デバイスである。しかし、現状のHDDは読み出し磁気ヘッド（GMRヘッド）の性能限界のために、その記録密度の伸びが止まってしまうことが危惧されている。本研究開発ではこの限界を打破するために、より高性能な次世代磁気ヘッドの開発を行う。

産業技術総合研究所（産総研）、アネルバ、大阪大学の共同研究開発により、酸化マグネシウム（MgO）をトンネル障壁に用いたトンネル磁気抵抗（TMR）ヘッドの基本構造と製造プロセスを開発する。ステージI終了までに200 Gbit/in²以上、将来的に500 Gbit/in²の超

高密度 HDD に適用できる読み出し技術（高性能 TMR ヘッドの基本構造とその製造法）を確立する。

平成18年度は、上記の4項目について以下のような成果を得た。

- ・超高真空・分子線エピタキシー（MBE）法を用いて極薄 MgO 障壁を持つ単結晶 TMR 素子を作製し、素子抵抗 $RA=0.6 \text{ } \Omega \mu\text{m}^2$ の超低抵抗 TMR 素子において磁気抵抗比（MR 比）35 %以上（室温）を実現した。また、 $RA=0.5 \text{ } \Omega \mu\text{m}^2$ （MgO 厚さ3~4原子層）を境にして電子伝導の機構がトンネル伝導から金属的伝導に変わること、さらに金属的伝導領域になっても有限の MR 比が得られることなどを明らかにした。この極薄 MgO 層にはナノスケールの金属伝導パスが存在し、これを介した金属伝導でも bcc Fe-Co(001)電極の Δ_1 バンド（移動度が最も高いバンド）が完全スピン分極しているために比較的大きな MR 比が得られるものと解釈される。この伝導機構と素子の基本構造に関して特許（国内、PCT）を出願した。
- ・室温スパッタ成膜を用いて、アモルファス CoFeB 合金電極層と配向性多結晶 MgO トンネル障壁を組み合わせた多結晶 TMR 素子を作製し、低抵抗化と自由層の低磁歪化の開発を行った。 $RA=0.9 \text{ } \Omega \mu\text{m}^2$ の超低抵抗 TMR 素子において MR 比100 %（室温）を実現した。また、低磁歪の電極材料として CoFeNiB4元合金を開発し、MR 比100 %の TMR 素子で自由層の磁歪を 1×10^{-6} 以下にまで下げることに成功した（特許出願）。さらに、本年度後半に8インチ・ウエハを磁界中熱処理できるアニール炉を導入し、8インチ・ウエハ内の均一性の評価できる体制を整えた。これまでに、6インチ・ウエハ上の MR 比の分布を5 %以内、素子抵抗 RA の分布を5 %以内に抑えることに成功した。
- ・フォトリソグラフィと電子線リソグラフィを組み合わせ、微小素子パターンを描画し、メタノールを反応ガスに用いた反応性イオンエッチング（RIE）法により TMR 素子を形成する。数値目標として、RIE 法を用いて幅100 nm の TMR 素子を加工し、イオンミリング法と比較して MR 比の劣化が全くないことを実証するとともに、磁気特性（保持力、ヒステリシスのシフト磁界）のばらつきを約1/5に抑制することに成功した。このような磁気特性のばらつきの抑制は、RIE 加工による良好な側壁形状の制御（垂直に近いテーパ角と乱れの少ない側壁形状）に起因していると考えられる。さらに、RIE 加工した TMR 素子を用いてトンネル電子のスピントルクが磁化過程に及ぼす影響を評価し、形状が良好に制御された素子ではスピントルクの効果も再現性良く制御できることを確認した。現段階では RIE 法を用いた100 nm 未満のサイズの TMR 素子加工には未だ成功していないが、これは RIE 法の本質的な問題ではなく、RIE 用のタンタル（Ta）ハードマスクの微小パターンニングに手間取っ

ているためである。RIE 加工した100 nm サイズの素子の良好な側壁形状から判断して、さらに微小な素子サイズへの対応は十分に可能と考えられる。今後は Ta ハードマスクのパターニング法を工夫することによって問題を解決し、50 nm サイズの TMR 素子の RIE 加工を目指す。

- ・本プロジェクトで導入した装置を用いてトンネル磁気抵抗素子のノイズ特性の詳細な評価を行った。磁化の運動に起因するノイズを通常の電気ノイズと分離して測定する「電流変調ノイズスペクトル測定法」を用いることにより、通常は熱ノイズに埋もれて見えないスペクトルの裾野まで正しい形状のノイズスペクトルを得ることに成功した。この方法を用いて、産総研が作製した MgO 障壁トンネル磁気抵抗素子及び富士通が作製した Al-O 障壁トンネル磁気抵抗素子のノイズ特性の詳細な比較測定を行った。その結果、どちらの素子においても同様な磁気共鳴ノイズがあることを確認した。そして、これらの磁気共鳴ノイズがバイアス電流の影響を受けることを明らかにした。また、低周波数域におけるノイズは MgO の場合に大きく1/f ノイズの存在を示唆する結果となった。しかし、測定した MgO トンネル素子と Al-O トンネル素子ではハードバイアスの有無など構造に違いがあり、以上の違いが障壁材料の違いに起因するのかわかるいは磁区制御の問題であるのかは結論できなかった。今後、ハードバイアス付の MgO 障壁トンネル磁気抵抗素子のノイズを評価することによりこの問題を明確にする予定である。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] スピントロニクス、TMR 効果、HDD

[研究題目] 燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発／高性能リチウム電池要素技術開発／電池総合特性並びに加速的耐用年数評価技術の開発／解体試験等による電池構成部材からの評価技術確立のアプローチ

[研究代表者] 辰巳 国昭

（ユビキタスエネルギー研究部門）

[研究担当者] 辰巳 国昭、小林 弘典、小池 伸二、鹿野 昌弘、柴部 比夏里、金子 真二、河本 健一、吉田 芳男、石田 正、黒田 佳弥、佐藤 扶美子、中島 美幸、名倉 規代、和合 由美子、竹井 かずえ、（齋藤 喜康*、モハメド・カリール・ラーマン*、児玉 久子*）*エネルギー技術研究部門（常勤職員6名、他12名）

[研究内容]

車載に必要な高出力密度と長寿命等の特性を有するリチウム電池の技術開発にむけて、電池の各構成部材に着目した劣化機構解析技術、信頼性評価技術等の開発を

行った。まず、電池の出力劣化と容量劣化については、これらを引き起こす要因がそれぞれ異なることを明らかにした。出力劣化については、電池の交流インピーダンス計測から正極の反応抵抗がサイクル経過と共に増大していたことから、正極材料について走査型電子顕微鏡観察、中性子・X線回折測定、グロー放電発光分析に取組んだ。その結果、出力劣化に伴う電極構造及び活物質バルクの変化はほとんど見られなかったが、他方、軟X線領域での電子収量法測定によって正極活物質表面付近の酸素の電子状態に変化があることを見出した。また、X線光電子分光測定及びFT-IR測定により表面皮膜の組成や厚みが増加することを見出した。以上より、出力劣化には正極活物質表面近傍での相変化や皮膜の成長が影響を与えると考えられた。容量劣化機構については、正極活物質の組成分析の結果として、主に充電状態0%に放電した側においてリチウム量が減少する傾向が観測された。また、 $^7\text{Li-NMR}$ 測定による負極活物質中のLiの状態分析の結果として、負極中の満充電時のリチウム量がサイクル試験の実施により増加していく傾向が示唆されたことから、容量劣化には、正負の容量バランスの変化が影響を与えると考えられた。さらに、劣化した電池でも十分な安全性が確保されている必要があるとの観点から、劣化電池の熱安定性評価に取り組んだ。その結果、特に60℃以上の高温で劣化させた電池において、正極の熱安定性と電池の劣化性能とに関連性があることを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極、負極

【研究題目】燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発／高性能リチウム電池要素技術開発／電池の難燃化・固体化のための新規電解質の研究

【研究代表者】辰巳 国昭

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】辰巳 国昭、栄部 比夏里、松本 一、五十嵐 加津子、草柳 育子、森野 晴美(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

本研究は、電解質の難燃化・固体化によりリチウム電池の安全性を飛躍的に向上させ、同時に高出力用途へ適用可能とするためにリチウムイオン導伝率の向上を目指し、さらに独自の電極・電池構造の設計を行い、高性能・高信頼性電池の自動車用補助電源等を含めた幅広い用途への適用を目的とする。液体電解質の開発においては、燃性・難揮発性といった特徴を有する常温熔融塩電解質に注目し、特に電気化学的安定性の高いPP13-TFSIにリチウム塩としてLiTFSIを溶解した常温熔融塩電解質をモデル電解質系に設定し、リチウム電池に用

いるための電解質組成の最適化、小型実電池設計のための基礎データ収集及びリチウム金属を利用した熱安定性評価を行った。その結果、ごく少量の皮膜形成添加剤を使用することで、熱安定性を低下させずに黒鉛系炭素負極の特性が飛躍的に向上し、これまでは適用が難しいと考えられたリチウムイオン電池へも適用可能ということがわかった。さらに電解質単独、或いはリチウム金属共存下、充電後正極共存下での熱分析により、汎用の有機電解液と比較して、発熱開始温度が100℃以上高温側にシフトし、電池の熱暴走過程において電解質の関与する発熱反応を抑制或いは遅らせる効果が期待できる。電池構造の設計及び電解質の薄膜化のための要素技術についても検討を行った結果、セパレータ部分の電解質の固体化・薄膜化手法として、高分子複合化膜の適用により、出力特性と漏液抑制性を兼ね備えた小型実電池を構築できる可能性を見出した。また、電極厚さについても検討し、高出力化電池設計のための電極厚さの最適化を行った。以上の結果から、本研究開発で見出した難燃化・固体化電解質は高い電池特性と高い安全性を両立可能であることが確認された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、イオン液体、負極

【研究題目】燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発／高性能リチウム電池要素技術開発／ベースメタル元素を活用した新規酸化物正極材料開発

【研究代表者】辰巳 国昭

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】辰巳 国昭、田淵 光春、竹内 友成、鹿野 昌弘、阿度 和明、鍋島 洋子、(秋本 順二*) *先進製造プロセス研究部門(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

マンガン系正極材料並の低コスト性、省資源性を保持しつつ充放電特性及び耐用年数において優れるリチウムイオン二次電池用新規ベースメタル系酸化物正極材料の開発を目的に、平成18年度は、まず鉄含有 Li_2MnO_3 系正極材料について、基本的な製造プロセスである共沈-水熱-焼成法の最適化を行い、60℃における初期充放電容量が200 mAh/g以上に達する高容量正極となり得ることが見出された。またその初期充放電容量は、鉄含有量だけでなく、試料中のLi含有量を増大させること、一次粒子径を小さくすることによりさらに特性改善可能ことが見出された。一方で室温での充放電特性は60℃に比べて著しく低下することから、更なる特性改善のためにNi、Co、Ti等の置換元素を検討した結果、Ti固溶により、室温以下での充放電特性及び出力特性が著しく向上し、-20℃での放電作動と、目標である10C

(1/10時間率)での高容量化(110 mAh/g:初期容量の48%)を達成した。また、更なる新規材料探索を行い、カルシウムフェライト型 LiMn_2O_4 を合成することに成功し、電気化学測定の結果、結晶構造から予測された300 mAh/g以上の高容量が実現可能であることを明らかにした。炭素材料との複合化による正極材料の高出力化技術の開発については、鉄含有 Li_2MnO_3 系材料に適用し、まず活物質と炭素との混合を良くするためメカノフュージョン法で両者を混合し、続いて超硬治具を用いて高加圧下で通電処理することにより複合体を作製した。得られた試料は、通常の活物質+炭素混合粉に比べ、5 C以上60 Cまでの高レートにおいて放電容量の増大、放電平均電圧の上昇が認められ、本方法がベース金属系正極の高出力化に有効であることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極、金属酸化物

【研究題目】水素安全利用等基盤技術開発/水素に関する共通基盤技術開発/メカノケミカル法グラファイト系及びリチウム系水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】清林 哲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】清林 哲、栗山 信宏、田中 秀明、池田 慎吾、濱口 圭子
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

計画:

水素貯蔵材料として注目されるリチウム/マグネシウムアミド・水素化リチウム混合物の研究開発を行っている。今年度は耐久性と安全性に関する研究を行う。

TG-DTA などのような極端な非平衡条件ではなく、実際に水素貯蔵材料として使用する条件に近づけた場合の水素吸放出量を検証する。勿論、現時点で全くの実用的条件(例えば100℃以下)で評価するのは時期尚早ではあるが、今後のための条件検討を開始する。そして、対一酸化炭素や対水の耐久性などをアラネートや合金と同じように比較する。また、安全性に就いても、この材料の発火性、引火性や処理方法などの問題に取り組む。今年度の研究内容: $\text{LiH}+\text{LiNH}_2+2 \text{ mol}\% \text{TiCl}_3$ 材料に対して、300℃における水素吸蔵放出の繰り返し容量の測定を行っている。また液体窒素トラップに試料からの放出気体を通過させアンモニアをトラップすることにより反応副生成物のアンモニアの量も定量している。現在、5 mass%程度あった容量が100回の繰り返しで3 mass%弱にまで減少すると言う結果になっている(継続中)。またモル比にして0.3%程度のアンモニアが発生していることがわかった。水素放出量の減少は、化学量論を考慮することによりこのアンモニア発生による試料の不可

逆的劣化としてほぼ説明できることがわかった。

安全性試験に関しては、アラネートや当該 NEDO プロジェクトに参画する他の共同研究機関からのアミド・水素化物材料も含めて、産総研が日本カーリット社に委託、又は共同で実施した。消防法、国連勧告に基づく安全性試験の結果は、全試料に関して「危険物第3類 第一種自然発火性物質及び禁水性物質」及び、それに相当する国際的危険等級である「自然発火性物質、自己反応性物質、(水反応)可燃性物質、容器等級 I」との判定であった。また容器に封入した試料が大気中に噴出したときの挙動も観察した。結果として噴出によって発火したのはアラネートで一回のみであえい、他の材料は着火しなかった。消防法試験のように試料が「塊」で存在し反応熱を内部に籠もらせ易い状況と異なり、噴出によって粉末が広範囲に飛散する場合には発火しにくいのかも知れない。水との反応性が高いことを考慮すると今後、雰囲気湿度の影響も考慮に入れる必要がある。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素、水素貯蔵材料、水素化物

【研究題目】水素安全利用等基盤技術開発/水素に関する共通基盤技術開発/超高圧合成法による高容量水素吸蔵合金の研究

【研究代表者】境 哲男

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】境 哲男、棚瀬 繁雄、北村 直之*、高崎 智明、向井 孝志 *光技術研究部門(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

本研究開発では、「有効水素含有量5.5質量%以上、放出温度150℃以下」を満たす新規高容量水素貯蔵材料の開発を目的とする。この目標を満たすことのできる最有力な候補として Mg 水素化物 (MgH_2) があるが、水素吸蔵量は7.6質量%と高いものの、水素放出温度が400℃以上と高いなどの課題があり、より低温で水素放出できる新規水素吸蔵合金の開発が期待されていた。本研究開発では、10万気圧までの超高圧水素合成法を利用して、世界初の Mg -遷移金属系水素化物 Mg_7MH_x ($\text{M} = \text{Ti}, \text{V}, \text{Zr}, \text{Nb}, \text{Hf}, \text{Ta}$) を合成することに成功した。これら新規水素化物の水素放出温度は約260~310℃であり、従来の MgH_2 に比べて130~180℃低温で水素放出することが分かった。放射光を用いた精密構造解析によると、この水素化物は FCC 型構造をとり、理論水素組成は $\text{Mg}_7\text{TiH}_{16}$ (水素量6.9質量%)であった。 Mg-H 間距離は MgH_2 に比べて長くなっており、このためより低い温度で水素放出できると考えられた。高圧水素 DSC 測定や PCT 測定により、300℃付近で可逆的に3~4質量%の水素が吸蔵放出できることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素貯蔵材料、超高圧合成、マグネシウム

ム系水素化合物

【研究題目】 固体高分子形燃料電池実用化・戦略的技術開発／基礎的・共通的課題に関する技術開発／固体高分子形燃料電池スタックの劣化・解析基盤研究／スタック劣化メカニズム解明に関する基礎的支援研究

【研究代表者】 谷本 一美

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 谷本 一美、蔭山 博之、小島 敏勝、竹市 信彦、安田 和明、五百蔵 勉、城間 純、山崎 眞一、谷口 晃、細井 義正、市村 美紀、田近 千晶、藤崎 清子、山下奈美子、中村 礼子、加美 崇、内田 雄幸
(常勤職員8名、他9名)

【研究内容】

平成17年6月～平成19年度までの2.75年計画による産学官連携のプロジェクトの2年目である。プロジェクト全体目標として、家庭用コージェネレーション用途の1 kW 燃料電池スタックに関してその劣化メカニズムの解明を行い劣化加速手法の開発を行なう。当所ではこの中の劣化メカニズムの解明に関して、光学的手法による白金-ルテニウム触媒の表面結合状態の *in-situ* 計測、電気化学的手法による電極劣化の研究、劣化コンポーネントの評価解析の3つのサブテーマを実施している。

光学的手法による白金-ルテニウム触媒の表面結合状態の *in-situ* 計測に関しては、発電過程にある電池の電極触媒層中の白金-ルテニウム合金粒子の状態を初期、4,000時間、9,000時間経過後の状態 XAFS 測定法によりベースデータを習得した。劣化加速条件となる起動停止及びアノード高電位法で劣化させた電池の白金-ルテニウム触媒に適用したところ、通常運転より劣化が進行していることが分かった。劣化メカニズムの解明と併せて今後も計測する。

電気化学的手法による電極劣化の研究では、燃料電池の単セルでの局所的な電気化学反応分布、電位分布により材料の劣化分布が生じている。本年度は、ガス切り替えの過渡状態での単電池内でのそこで分割型燃料電池セルを試作して、電位分布について100分割セルで計測を行い、アノードに酸素含有ガスから水素に切り替えた状態では、切替ガスの流れに沿って逆電流の移動が見られ、逆電流メカニズムが確認できた。また、カソードでの窒素から空気への切替で、アノード下流側で水素発生が見られその補償として上流で電位の上昇が見られることが確認された。

劣化コンポーネントの評価解析では、連携しているエネルギーユーザからスタック、単セルでの連続発電試験、加速劣化試験後の劣化コンポーネントサンプルについて材料分析を行なった。平成18年度は、触媒層の構成成分

の全量分析を行なった。この中で起動停止法でカソードの濡れ性が進行したサンプルでは、その触媒層中のイオノマーの減少が見られ、濡れ性の進行したことが伺える。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体高分子形燃料電池、劣化メカニズム、評価解析手法

【研究題目】 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代燃料電池技術開発／ガス拡散電極用高性能触媒担体の研究開発

【研究代表者】 塩山 洋

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 塩山 洋、上田 厚、大長 亜紀、小島 敏勝、木内 正人*、本城 国明*
*関西産学官連携センター
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

固体高分子形燃料電池 (PEFC) の普及に際しては、白金触媒の活性向上が必要である。本研究では、白金触媒の活性向上効果のある優れた担体を開発した。

各種カーボンの担体としての適性を、回転電極による半電池反応によって評価したところ、従来のカーボンブラックよりも優れた担体が見いだされている。しかしこれらの多くは、比表面積が低いので白金微粒子を必要量担持することは困難である。そこでカーボンの表面にフラーレンを起源とするナノ構造体を付加することによって、比表面積の増加と白金担持特性の向上を試みた。

PEFC カソードでは、発電中に生成する水が継続した発電を阻害するフラッディング現象が懸念される。この現象を解決する新しい手段として、白金触媒の活性向上効果も併せ持つフッ素系の撥水性官能基を賦与したカーボン担体を利用した。撥水性官能基賦与は、プラズマ処理装置を用いて行った。

これらの方法でカーボン担体を高性能化し、白金を担持した後 MEA を作製した。MEA の発電評価は、80 °Cで I-V 特性を求めることによって行った。白金使用量を通常の燃料電池の1/10にした場合、フラーレンを起源とするナノ構造体を付加した担体や、プラズマ表面処理技術で撥水性表面官能基を賦与した担体の MEA を、通常の XC-72を担体に用いた MEA と比較すると、0.7 V での電流密度が5倍程度にまで向上することが確認できた。

また、高性能化した触媒担体の長期間の発電による電極触媒劣化の評価も行った。フッ素系表面官能基を賦与した触媒担体を用いて作製したガス拡散電極は、200時間程度の運転では全く劣化が認められないことが明らかとなった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体高分子形燃料電池、電極触媒、触媒

担体、炭素材料

(常勤職員3名、他2名)

〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／電子伝導性酸化物材料を用いた高耐久性触媒担体の研究開発

〔研究代表者〕 五百蔵 勉
(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 五百蔵 勉、妹尾 博、丹上 貴子
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

本研究開発では、従来のカーボン系触媒担体に比較して格段に耐酸化性を向上させた新規な高耐久性の触媒担体を開発するため、電子伝導性と耐食性を有するチタンなどの亜量論酸化物 (Magnéli 相酸化物) をベースにした、電導性と耐腐食性を高い次元で満足できる担体材料を検討している。本年度は、高温水素還元によって得られた Magnéli 相チタン酸化物 Ti_4O_7 に Pt を担持することで Pt/ Ti_4O_7 触媒を調製し、その水素酸化・酸素還元などの触媒活性を評価すると共に、1.0 V 以上の高電位や電位サイクル試験などの加速劣化試験に対する安定性を検討した。また、より高比表面積を有するチタン酸化物担体を得る手法として、高エネルギー密度の紫外パルスレーザーを利用する手法についても検討した。

高温水素還元によって得られた Ti_4O_7 に Pt 微粒子を担持して得られた Pt/ Ti_4O_7 触媒では、 Ti_4O_7 の比表面積が小さいため、担持された Pt 粒子は10~50 nm 程度と粗大であるが、 Ti_4O_7 担体上で粒子状に分散担持されていること、水素酸化・酸素還元反応に対する活性が Pt/C と同等であることを確認した。高電位での担体及び担持 Pt 触媒の安定性を検討した結果、Pt/ Ti_4O_7 では1.5 V のような高電位においても、サイクリックボルタモグラムや電気化学的活性表面積に大きな変化は見られず安定した挙動を示した。また、量論酸化物 (TiO_2) を出発物質に用い、溶媒中に分散させながら紫外パルスレーザーを種々の条件で照射した結果、青色の還元チタン酸化物が得られ、それらは約10~数10 nm の微粒子からなることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 固体高分子形燃料電池、電極触媒、触媒担体、酸化チタン

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究／多孔質金属錯体系水素貯蔵材料技術の研究開発

〔研究代表者〕 徐 強
(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 徐 強、鄒 如強、鐘 瑞琴、清林 哲、栗山 信宏

〔研究内容〕

水素燃料電池の実用化のためには高性能水素貯蔵材料の開発が必要不可欠である。本研究は多孔質集積型金属錯体 (Metal-organic framework, MOF) のガス吸着特性に着目し、水素吸蔵能を持つ多孔質金属錯体の構築及び水素貯蔵材料としての応用について検討を行った。強い水素-骨格 相互作用を有する多孔質金属錯体系材料の構築のためには、①安定な2次構造基本単位の構築；②高表面積・大細孔容積を持つフレームワークの構築；③水素と強い相互作用を持つ配位子の導入；④水素が接近できるオープンサイトの形成、等のアプローチによって、錯体材料開発を進めた。合成された多孔質金属錯体の単結晶 X 線結晶構造解析を行い、錯体の構造を解明すると共に、金属と配位子との配位様式や水素が直接接近できるオープン金属サイトや不飽和金属サイトの有無についての情報を得た。多孔質金属錯体系材料の水素貯蔵能の評価システムを確立し、合成された多孔質金属錯体の水素貯蔵能評価を行い、各温度・圧力条件下における水素貯蔵量を明らかにした。また、水素吸蔵・放出の各段階の多孔質金属錯体系材料の X 線構造解析を行い、水素吸・放出に伴う錯体の構造変化についての情報を明らかにし、錯体の細孔サイズ分布や細孔構造と水素貯蔵能との関係についての情報を得た。本研究によって、6 wt%程度の水素貯蔵量が見込める多孔質金属錯体材料の構築が可能であることを実証した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー、水素、水素貯蔵

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究／超高圧水素圧を利用した高水素密度貯蔵物質の研究開発

〔研究代表者〕 竹市 信彦
(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 竹市 信彦、栗山 信宏、田中 秀明、妹尾 博、田中 孝治、Stanislaw M. Filipek (ポーランド科学アカデミー物理化学研究所) (常勤職員5名、他1名)

〔研究内容〕

体積的にも重量的にも高水素密度を有する水素貯蔵技術として、軽量高圧容器と水素貯蔵材料を組み合わせたハイブリッド容器の開発が進められている。この実用化には、高体積水素密度を有する水素貯蔵材料の開発が必要不可欠である。

本事業では、未知の領域とされる GPa オーダーの超高圧水素下での気相-固相反応を利用し、高体積水素密度新規水素化物を合成するとともに、合成された新規水素化物の水素吸蔵特性を評価し、高容量水素貯蔵材料の開発を目指した。

今年度は、希土類基(Y、Gd、Dy-遷移金属元素)及びZr基(Zr-遷移金属元素)ラーベス相合金において、高容量水素化物の探索を実施するとともに、軽元素添加による相制御及び組織制御を通じての水素化特性の向上を図った。

超高压水素雰囲気中で合成された水素化物の水素吸蔵特性(平衡水素解離圧や水素化物生成エンタルピー等)の制御は、従来の圧力範囲内で得られる知見と同様に、結晶格子の幾何学的因子(格子定数(格子体積))によって制御できるとする知見を得た。

また、Y基合金はその不均化し易さから実用化が困難と考えられてきたが、B添加の効果によって、超高压水素化処理を経ても構成相及び結晶構造を維持できることを見出すとともに、特定組成ではあるが、ラーベス相構造を維持した新規水素化物相の形成が確認された。しかしながら、合金組織と超高压水素化特性の関連については、得られた情報量が少ないために推察の域を出ないため、粒界組織制御が水素化特性に及ぼす影響等を抽出し、相関性を明確化することが今後の重要な課題である。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 超高压、水素、水素貯蔵材料

[研究題目] 革新的部材産業創出プログラム/高機能高精度省エネ加工型金属材料(金属ガラス)の成形加工技術

[研究代表者] 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

[研究担当者] 三輪 謙治、阪口 康司、田村 卓也、尾村 直紀、前原 有貴、上木原 大介(常勤職員4名、他2名)

[研究内容]

目標及び研究計画:

マイクロマシン用の超精密歯車等の精密機械部品や、コリオリ流量計、圧力センサー、リニア・アクチュエータ等の高精度計測機器の機能部材、さらには航空機や自動車等に対して、軽量で高強度な構造材料として期待される金属ガラス棒材の量産化を目指した、 castingプロセスにおける電磁振動を利用した新プロセス技術の開発を行う。電磁振動によりガラス形成能を向上させ、多段冷却制御により棒状素材の創製技術を開発すると共に、量産化のための連続 casting技術を開発する。平成18年度はFe基及びMg基金属ガラスにおける電磁振動プロセスによるガラス形成能向上の原因の理論的な解明、及び安定した連続 casting材の作製と連続 casting材の直線化を目標に立てて研究開発を実施する。

平成18年度進捗状況:

(1) 電磁振動プロセスによるガラス形成能向上の原因の理論的な解明

高融点合金として $(\text{Fe}_{0.6}\text{Co}_{0.4})_{72}\text{Si}_4\text{B}_{20}\text{Nb}_4$ 合金を選定し、高融点合金においても金属ガラスの形成能が明

確に確認できるように電磁振動プロセスを改善し、電磁振動下で溶解・凝固実験を行い、Fe系金属ガラスにおいてもガラス形成能を向上させることが可能であることを明らかにした。また、Fe系金属ガラスでは結晶粒が球状に晶出することから、電磁振動プロセスによるガラス形成能向上の原因を突き止めるのに最適であることが判明した。そこで、電磁振動プロセスによるガラス形成能向上の原因をMg基及びFe基合金において調査した。その結果、溶湯中の結晶の核となるクラスターなどが電磁振動力により潰れ、ガラス形成能が向上することが判明した。

(2) 安定した連続 casting材の作製と連続 casting材の直線化技術の開発

高融点合金である $(\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5})_{72}\text{Si}_4\text{B}_{20}\text{Nb}_4$ 合金にて、高活性な合金にも対応可能な電磁振動プロセスを用いた金属ガラスの連続製造技術の開発をおこない、電磁振動プロセスにより結晶相が存在しない2 mm角で長さが約250 mmのFe基金属ガラスの直線状の連続 casting材を作製することが出来た。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 金属ガラス、電磁振動、マグネシウム合金、鉄系合金、クラスター、連続 casting

[研究題目] 水素安全利用等基盤技術開発/水素に関する共通基盤技術開発/熱電式水素センサの研究開発

[研究代表者] 申 ウソク

(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 申 ウソク、松原 一郎、伊豆 典哉、伊藤 敏雄、西堀 麻衣子

(常勤職員4名、他1名)

[研究内容]

本研究開発では、水素スタンドの設置機器の耐久性や安全性確保技術として、漏洩水素の検知技術等の開発が要求される中、水素供給スタンド等での水素ガス漏れ検知を目的とする高感度の水素センサを開発する。熱電式水素センサの実用化を目指し、高感度・高速応答のマイクロ素子の開発を行った結果、平成18年度は、マイクロ熱電式センサ素子の素子デザインを最適化し、ppmレベルから%レベルまでの広い水素濃度を検知するマイクロ熱電式センサ素子の開発に成功した。また、低コスト化技術、量産技術を含めたマイクロ素子製造プロセス技術の検討を行った。

具体的には、マイクロ素子デザインの最適化及びメンブレンと触媒との大きさの最適化を行った、新しいセンサ素子は、水素検知性能が飛躍的に向上し、水素濃度0.5 ppmの低濃度から、5%の高濃度まで、優れた直線性の応答特性を示した。0.5 ppmの低濃度計測の電圧信号は約1 μV であった。地球上の大気には、水素が約0.5 ppm存在し、また、空気中の水素濃度は4%が

爆発下限と言われている。開発されたマイクロ熱電式水素センサは、大気中の水素濃度0.5 ppm から5 %までを直線性よく検知できるため、検知範囲については、水素漏れ検知センサとして最も優れていることが確認された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素センサ、漏れ検知、熱電素子

【研究題目】揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発

【研究代表者】松原 一郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】松原 一郎、伊藤 敏雄、申 ウソク、伊豆 典哉 (常勤職員4名)

【研究内容】

無機層状化合物である酸化モリブデン (MoO_3) の結晶層間に有機物がインターカレートした有機無機ハイブリッド材料は、揮発性有機化合物 (VOC) ガスに対して高い選択性を示す。本研究では室内の VOC 対策として、VOC センサに制御可能な換気システムの構築を目指し、有機/ MoO_3 ハイブリッド材料を用いた高感度・高選択 VOC センサを開発する。

平成18年度は、センサの応答性制御と高感度化に取り組んだ。高感度化については、ポリアニリン/ MoO_3 ハイブリッド薄膜素子の作製プロセスを改善することにより、80 ppb のホルムアルデヒドの検知に成功した。ポリアニリンをインターカレートする際に用いる溶液を十分にろ過あるいは遠心分離処理することで不溶性ポリマーを取り除くことが高感度化のためのポイントである。同様のプロセスをポリオルトアニシジンのインターカレートの際にも適用することで、数十 ppb レベルの感度を有する素子の作製に成功した。ポリアニリンとポリオルトアニシジンが挿入したハイブリッド薄膜素子は、それぞれ数十 ppb レベルでホルムアルデヒドとアセトアルデヒドに対して異なる応答性を示す。この特徴を利用して、これら2種類の素子を用いることで、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドの混合ガス中の個別ガス濃度の分離検出に成功した。VOC 以外の水素等の可燃性ガスや二硫化ジメチル等の臭い物質に対する応答を調べ、これらのガスには応答しないことを確認した。また酸素ガス濃度の変動にも影響を受けないことを確認した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】有機無機ハイブリッド材料、ガスセンサ、揮発性有機化合物

【研究題目】革新的部材産業創出プログラム／精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術プロジェクト

【研究代表者】下島 康嗣

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】下島 康嗣、細川 裕之、中嶋 剛
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本事業では、材料が成形加工され部材・部品になった時点で材料として有していた特性及び機能を最大限発揮できるように、成形加工時の材料特性変化を見込んだ材料創製技術と、その材料の最適な成形加工技術との一体的研究開発を実施することを目的とする。具体的には、次世代光ネットワーク機器、高度医療機器等に使用される高精度部材、3次元形状機能性機器部品の創製を目的に、高易加工性、高強度・高靱性等の特性を有する材料創製技術、高エネルギービーム等を用いた金型精密加工技術、高精度なマイクロ成形加工を安定して行うための精密成形技術を開発する。

平成18年度の研究開発項目は「高精度金属金型材料創製・加工技術の開発」、及び「高精度部材成形加工技術の開発」の2つに分けられ、以下に各項目の進捗状況を示す。

① 高精度金属金型材料創製・加工技術の開発

本プロジェクトにおいて新たに開発された、新超微細粒超硬合金について、FIB (集束イオンビーム) 加工装置を用いて、放電加工で作製された $\phi 80 \mu\text{m}$ 、深さ $500 \mu\text{m}$ の穴の仕上げ加工を行った。放電加工によって得られた穴の内壁の凹凸は約 $1 \mu\text{m}$ 、凹部底面からさらに深さ方向に約 $1 \mu\text{m}$ の加工変質層があることがわかるとともに FIB ビーム径などの加工パラメータが同一であれば、加工軌跡のバラつきも1 LSB の範囲で収まることがわかった。以上のことから、加工時に使用するベクトルデータを適宜設定することにより、加工変質層の除去並びにプロジェクトの最終目標のひとつである寸法誤差目標値 ($0.1 \mu\text{m}$ 以下) を達成した。また、FIB の加工適用範囲の拡大を目指し、FIB 加工装置内部にワーク回転機構を有するステージを開発することにより、ワークを回転させることにより、加工部分とビームを一定に保つことで軸物金型表面にシンメトリックで位置精度よくかつ均質な表面修飾加工を行うことができた。

本プロジェクトで開発された超硬合金の摩耗特性を調査することを目的に、ピンオンディスク摩耗試験による摩耗特性を調査した結果、前年度の開発試験片と比較した場合、新開発合金の摩擦係数は、ほぼ半分程度の低い値となった。また比摩耗量も少ないことから、WC 粒度の微粒化は、耐摩耗特性に対して有効であることが示された。

またプロジェクト開発の $0.1 \mu\text{m}$ 級超微粒超硬合金の曲げ及び引張強度及び曲げ及び引張一圧縮疲労強度を調べた結果、含有 Co 量が等しい場合、中粒 WC 材よりも超微粒 WC 材の方が良好な強度を示し、曲げ試験の場合、超微粒超硬合金は試片表面を平滑に仕上げるほど高い強度を呈した。

② 高精密部材成形加工技術の開発

超精密マイクロ金型の磨耗試験を行い、ピン形状の金型の磨耗特性について型開閉による耐久性評価と挿抜による耐久性評価を行った。本プロジェクトで新たに開発された超硬材料により製作されたピン並びにV溝金型との型開閉による耐久性評価と挿抜による耐久性評価を行った結果、昨年度の結果と同様に、磨耗痕はピンに磨耗粉は磨耗痕の片側に集中しており、また形状測定からピンにわずかな磨耗が見られた。さらに、V溝は、ピンの磨耗痕よりも幅の広い磨耗痕が観察され、ピンのV溝への負荷(型セット)による結果であると考えられる。組成分析から磨耗粉、磨耗痕は酸素リッチであることがわかった。コバルト量の少ない超硬材料は磨耗粉も細かいため、磨耗粉による加工精度への影響は少ないと考えられ、また絶対的な磨耗量も少ないため、微細成形加工用金型に適した金型材料であると考えられるという結論を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超精密金型、FIB、マイクロ金型成形、疲労試験、磨耗試験

【研究題目】 運動制御用デバイス及びモジュールの開発／ハプティックインタフェースの実証

【研究代表者】 神徳 徹雄(知能システム研究部門)

【研究担当者】 北垣 高成、尹 祐根、安藤 慶昭
(常勤職員4名)

【研究内容】

運動制御モジュール(M-RTMP)の実証を目的として、遠隔操縦システムを構成する各要素を先のNEDOプロジェクト「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」で開発されたRTミドルウェアであるOpenRTM-aistに基づいてRTコンポーネント化し、現在、専用PC-BOXで行っているハプティックインタフェース制御などを運動制御モジュールに置き換えて実現する。また、遠隔制御システム構成要素のRTコンポーネント化を行った作業経験の結果をフィードバックすることにより、RTミドルウェアの開発を支援する。

平成18年度は、昨年の基本設計に基づき、基本的なシステム構成要素をRTコンポーネントとして実装し、スキル制御などのRTコンポーネント設計を行いコンポーネントベースの遠隔制御システムの実装に着手した。また、運動制御モジュールとハプティックインタフェースとの接続に必要な検用装置類の作成を進めた。同時に、GUIベースでプログラム実行時にシステムを構成する全てのコンポーネントの状態や接続状況を表示して修正できるRTミドルウェアの開発支援ツールとして、OpenRTM-aist-0.4.0に準拠したEclipse版のRTC-Linkを開発した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ハプティックインタフェース、マニピュ

レーション、RTミドルウェア

【研究題目】 新利用形態燃料電池標準化等技術開発／新利用形態燃料電池の基盤研究開発(性能及び安全性試験)

【研究代表者】 宮崎 義憲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 宮崎 義憲、柳田 昌宏、山根 昌隆、永井 功、西村 靖雄、土山 尚彦、西川 演、松山 恵、川口 恵子、石井 みどり、溝口 尚子、玉木 一彦、江戸 貞子、天野 良成
(常勤職員5名、他9名)

【研究内容】

本研究開発では、社団法人日本電機工業会との緊密な連携のもとで、メタノール、水素やその他燃料を用いた携帯用燃料電池(マイクロ燃料電池)をはじめとする新利用形態燃料電池に関して、周辺機器を含めた電源システムの性能試験等の試験方法・測定技術を開発するとともに、安全基準の設定、国際標準化、国内標準化、規制適正化に資する基盤データの取得、試験方法の開発を行う。

平成18年度は、マイクロ燃料電池の性能試験方法とマイクロ燃料電池の安全性評価試験方法の研究を実施した。

マイクロ燃料電池の性能試験方法では、特にメタノール燃料不純物特性について、国際標準化活動における互換性の動きに合わせて燃料由来の不純物と燃料カートリッジ由来の不純物に関する互換性の基準、試験方法を提供するための研究に積極的に取り組んだ。このほか、間欠発電特性、放置発電特性、湿度環境発電特性等について、市販のメタノールを燃料とするマイクロ燃料電池を導入し、性能試験方法について検討を開始した。

マイクロ燃料電池の安全性評価試験方法では、特に、メタノール燃料電池発電システムの排出特性、水素カートリッジの水素漏洩評価の研究に積極的に取り組んだ。前者では、基本空間を用いたマイクロ燃料電池からの排出物の分析方法について、その試験方法としての評価を行うため、一定速度の換気(10回/h)下にある基本空間(1辺1mからなる立方体、気温22℃)内に模擬のメタノール排出源を置いたときの同空間内のメタノールガス濃度の時間変化について調べた。後者では、試作導入した水素漏洩分布試験装置を用いて、水素漏洩点から一定の高さにおける水素濃度分布測定を行い、種々の条件(走査モード、走査速度、走査高さ、漏洩量、漏洩点数等)における基盤データの取得を開始した。このほか、航空貨物として水素燃料カートリッジを輸送する場合の水素漏洩に伴う安全性基準を策定するために必要となる、航空貨物を覆うプラスチックシートの水素透過度に関する基盤データの取得、水素燃料カートリッジの膨張特性、落下特性、容器耐圧評価等について試験方法の検討、基

盤データの取得を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロ燃料電池、安全性評価、性能評価、標準化、規制緩和

【研究題目】健康安心プログラム／再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発

【研究代表者】大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】大串 始、廣瀬 志弘、鍵和田 晴美、大島 央、町田 浩子、寿 典子、勝部 好裕、笹尾 真理、(常勤職員4名、他4名)

【研究内容】

臨床研究が開始されている「間葉系幹細胞」、「骨」、「軟骨」、「心筋」及び「角膜」の5分野に関しては、早期の実用化が期待されている。そのためには、再生評価技術並びに計測機器を開発し、実用化レベルでの評価基準を確立するとともに、わが国発の基準の世界標準化を図る必要がある。健康安心プログラムの一環として、これら5分野の再生評価技術や計測機器開発の次年度からのプロジェクト化に向けたフィージビリティスタディ(F/S)を平成17年度に実施した。5分野のサブリーダーは、これらの分野の実用化研究においてそれぞれ指導的な役割を果たしている産業技術総合研究所(間葉系幹細胞及び骨)、京都大学(間葉系幹細胞及び軟骨)、大阪大学(心筋)、東京女子医科大学(角膜)の各施設が務め、特にこれまでの臨床研究等の成果と実績を基盤として再生医療の早期実用化の観点にたち遂行した。平成17年度の成果がみとめられ、平成18年度より本格研究としてスタートした。以下、産業技術総合研究所の担当した分野の成果を記す。

1. 「間葉系幹細胞の一次培養プロセスの計測・評価技術開発」

間葉系幹細胞の厚みと細胞増殖活性の相関を、既存の原子間力顕微鏡を用いて検証した。ヒト間葉系幹細胞の増殖能の高い細胞は、増殖能の低い細胞に比し細胞核部分での厚みが増加している傾向にあった。光学顕微鏡と画像解析ソフトを利用して、細胞厚み並びに細胞面積に対応した数値情報を取得することができた。以上の17年度におけるF/Sの結果をふまえ、平成18年度は同一患者の間葉系細胞より増殖能の高い細胞は細胞の厚みが増加していることを確認でき、この測定におけるシステムを光学顕微鏡を用いることにより、プロトタイプとしてオリンパス光学と一緒に開発できる体制を構築した。

2. 「骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発」

ヒト間葉系幹細胞による骨基質産生量を測定するため、既存のイメージアナライザーを用いて、骨基質に取り込まれたカルセインの蛍光強度と骨基質中のカル

シウム量の相関を調べた。これらのパラメータ間には正の相関が認められた。また、LED光源、CCDカメラによる一括撮影方式により、市販ヒト間葉系幹細胞のサンプルを用いて蛍光像と定量値が取得できることを検証した。さらに、培養骨基質蛍光測定装置のプロトタイプ製作に向けて、蛍光画像撮影の光学系ユニットの小型化も試みた。以上の装置開発以外に、平成18年度においては既存装置を用いての骨基質定量法の規格案をASTMにドラフトとして提出し、国際標準化の目処がついた。また、本骨基質定量はカルセインという蛍光物質を用いるが、臨床応用を考えた場合、ヒトに投与できうる蛍光物質を選択する必要がある。種々蛍光物質から、ヒトに投与できうるテトラサイクリンをもちいても骨基質定量が可能であることを見いだした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】間葉系幹細胞、細胞増殖、骨再生、再生評価技術、標準化

【研究題目】ナノテク・先端部材実用化研究開発／高配向性CNTを用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発

【研究代表者】安積 欣志

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】安積 欣志、清原 健司

(常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

目標：

ロボットや健康・福祉機器等の適用可能な小型軽量アクチュエータが求められている。本研究開発では、高配向性カーボンナノチューブ(CNT)を用いることにより、低電圧駆動で空中駆動できる従来にない性能を有するロボット用新型CNT高分子アクチュエータデバイスを開発する。高出力、長ストローク、高速応答性を実現する。

研究計画：

CNT、イオン液体、ベースポリマーからなる複合体電極の改良を行なうことにより、伸縮率、発生力、応答速度の性能を飛躍的に向上させる。特に、CNTの電極層内における分散性を向上させ、CNTが分散性良く電極層内に30 wt%以上、含まれる電極を作製し、アクチュエータ性能の向上をはかる。

年度進捗状況：

電極作製プロセスにおける、CNT、イオン液体、フッ素ポリマーの混合の際の溶媒の種類、さらに用いるフッ素ポリマーの種類、それらの組成の最適化、混合の方法等の検討を行い、次に、混合液の溶媒の乾燥温度の検討を行った。その結果、最適な電極作製条件を見いだした。以上の結果、プロジェクト開始前より、電極伸縮率

で、2倍から3倍、電極発生圧で3倍から5倍、曲げ力で3倍から4倍の性能向上があり、年度当初のこれらの目標値をほぼ達成した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 カーボンナノチューブ、イオン液体、高分子アクチュエータ

【研究 題目】 水素先端科学基礎研究事業

【研究代表者】 村上 敬宜

(水素材料先端科学研究センター)

【研究担当者】 松岡 三郎、近藤 良之、高木 節雄、土山 聡宏、濱田 繁、福島 良博、峯 洋二、高井 健一、早川 正夫、Jean-Marc Olive、Sergiy M. Stepanyuk、山辺 純一郎、堤 紀子、大西 勝、堀田 敏弘、杉村 丈一、村上 輝夫、和泉 直志、澤江 義則、森田 健敬、田中 宏昌、中嶋 和弘、坂井 伸朗、福田 応夫、三室 日朗、佐々木 信也、間野 大樹、村上 敬、奥村 哲也、藤井 丕夫、高田 保之、深井 潤、河野 正道、伊藤 衡平、久保田 裕巳、張 興、Peter Woodfield、藤井 賢一、新里 寛英、迫田 直也、日高 彩子、滝田 千夏、門出 政則、桃木 悟、山口 朝彦、赤坂 亮、小清水 孝夫、金山 寛、柿本 浩一、塩谷 隆二、荻野 正雄、西村 憲治、宮崎 則幸、松本 龍介、武富 紳也、河合 浩志
(常勤職員6名、他51名)

【研究 内容】

水素と材料に関わる種々の現象を科学的に解明して各種データを産業界に提供するとともに、経済性を考慮しつつ安全に水素を利用するための技術指針を確立することを目標として、①高圧水素物性、②金属材料の水素脆化の基本原理解、③金属、非金属材料の長時間使用と加工の影響、④高圧水素トライボロジー特性、⑤水素の挙動シミュレーションについて研究を行う。

今年度は、以下の成果が得られた。

- ・高圧高温状態における水素の PVT (圧力・比体積・温度) データ、粘性係数、水に対する溶解度について、計測方法、測定装置、データ測定の動向について調査を実施し、PVT 測定装置、細管式粘性係数測定装置、溶解度測定装置を試作した。
- ・疲労き裂進展加速現象を解明するためのマイクロ組織解析技術を開発し、水素脆化の機構を統一的に説明する理論の手がかりを得るとともに、水素環境下における疲労き裂進展特性の上限値の存在を突き止め、水素ステーションの蓄圧器 (水素貯蔵容器) の最安全側疲労

設計と管理指針の提案を可能にした。また、非金属材料に対する水素の影響を評価する手法を検討した。

- ・国内外の技術の開発動向の調査を行い、水素トライボロジーの重点的に取り組むべき技術課題の一部を明らかにするとともに、コーティング膜及び高分子の滑り摩擦試験、軸受鋼材の転がり疲れ試験、バルブ摺動材料の往復動摩擦試験を実施し、一部の材料では水素環境中で摩擦特性が変化することを見出した。
- ・鉄中の水素の動きを予測するのに用いられる有望な「鉄-水素ポテンシャルモデル」を見出すとともに、分子個々の動きを予測する分子動力学シミュレーションを実施し、水素が存在する場合としない場合とでは、鉄中のき裂進展に大きな差が生じることを確認した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素エネルギー、水素脆化、水素物性、トライボロジー、シミュレーション

【研究 題目】 次世代光波制御材料・素子化技術

【研究代表者】 西井 準治 (光技術研究部門)

【研究担当者】 西井 準治、福味 幸平、北村 直之、望月 博孝、金高 健二、渡辺 歴
(常勤職員6名)

【研究 内容】

ドライエッチング等の微細加工によってグラッシーカーボンあるいは石英等の表面に周期500 nm、深さ700 nm の一次元周期構造及び、周期300 nm、深さ150 nm 以上の二次元周期構造を有するモールドを作製し、低軟化点ガラスへの微細構造の転写性を調べた。その結果、周期とアスペクト比がそれぞれ、500 nm/1.4の一次元矩形構造の作製に成功し、可視域で位相差が発生することを確認した。また、周期300 nm の二次元錘形構造のガラス成型に成功し、反射防止効果の発現を確認した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 モールド、微細加工、ガラス

【研究 題目】 高機能簡易型有害性評価手法の開発／培養細胞を用いた有害性評価手法の開発／発がん性予測試験法の開発／高機能毒性予測試験法基盤技術の開発

【研究代表者】 近江谷 克裕

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 近江谷 克裕、中島 芳浩、星野 英人、呉 純、道畑 朋子、中森 俊江
(常勤職員4名、他2名)

【研究 内容】

目標：

簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うための手法の確立を目指し「高機能簡易型有害性評価手法の開発」の一環として、発がん性や発生毒性 (催

奇形性)、免疫毒性の3分野の試験に関して、わが国で開発された最新の技術を組み込んだ国際的に利用可能な高精度簡易試験法の開発を目標として研究開発を行う。

研究計画：

寿命の短い多色ルシフェラーゼを開発し、また細胞の発光を時系列的に測定する技術を開発する。また、これを用いて Bhas 42細胞の形質転換試験に代わる発光システムを試験の開発を行う。

年度進捗状況：

PC12細胞において、発光遺伝子群の導入法を検討した。リポフェクタミン2000を用いることによって再現性の良い結果が得られることを、また、導入遺伝子量や細胞処理時間等で最適化条件があることを明らかにした。本条件は、本プロジェクトを共同で推進する東洋紡でも同様の結果が確認された。一方、赤、緑色発光プローブの細胞内寿命をコントロールするため、ベクター内に PEST 配列を導入、NIH3T3細胞内における半減期30分程度に制御可能であることが明らかにした。さらに、シグナル配列以外に SV40由来ポリ A 配列を導入したところ、さらに短寿命化できることが明らかになったことから、他のタンパク群のポリ A 配列をクローン化し、半減期の制御に有効であるか、確認中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生物発光、化学物質評価、簡易解析法

〔研究題目〕 平成18年度知的基盤創成・利用促進研究開発事業／電池・燃料電池材料設計のためのイオン拡散挙動評価手法の確立に関する研究開発

〔研究代表者〕 齋藤 唯理亜

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 齋藤 唯理亜、境 哲男、棚瀬 繁雄、

梅木 辰也、奥村 妥絵

(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

電気化学デバイスに用いる導電体材料の設計開発を効率的に進めるための評価手法の確立を目的として、NMR を用いて電解質中のイオンや分子の易動度、濃度、イオン輸率、塩の解離度、イオンと媒体との相互作用力などの動的・静的物性値を同時に求める技術の確立を目指した。さらにこの評価技術を用いて得られた物性値を材料設計の指標となるデータベースとするため、電気化学物性や基礎物性値との相関性を検討した。研究計画は①電解質の調製、②電気化学特性評価、③NMR 測定技術の確立と基礎物性測定の項目からなり、18年度は評価技術の汎用化を目的とした装置開発と、データベース指標を選定するため種々のリチウム電解質について密度、粘性率、イオン導電率及び拡散係数の測定を行った。装置開発については、電場印加セル及びプローブの改良開発を行い、測定時間の短縮（これまでの1/2以下）と測

定データの確度向上を図った。物性評価における拡散係数の測定では、イオン液体を媒体とするリチウム電解質において媒体アニオンによるリチウム溶媒和が起り、その結果リチウムがアニオン種として存在することが解明できた。そのときの溶媒和粒子サイズを見積もると、通常の有機電解液中よりも大きなサイズであることが分かった。従って可動種としてのサイズ増とアニオン化がリチウム易動度の低下をもたらす要因であることが分かる。ポリエチレングリコールを用いて電解質をゲル化するとリチウム可動種のサイズはさらに増大し、リチウムとポリマーサイトとの選択的相互作用の存在が示唆された。以上の結果から、粘性率、イオン導電率などのマクロ物性に加えて、拡散係数、カチオン種とアニオン種の拡散係数比、溶媒和粒子サイズなどのナノレベル物性値が材料設計のデータベース指標として活用できる見通しが立った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 電解質、リチウム二次電池、燃料電池、易動度、NMR

〔研究題目〕 革新的部材産業創出プログラム／マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

〔研究代表者〕 中村 守

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 中村 守、神谷 晶、斎藤 尚文、

渡津 章 (サステナブルマテリアル研究部門)、

小林 幹男、大矢 仁史、

古屋仲 茂樹、小山 和也、堀口 貞茲、

荷福 正治 (環境管理技術研究部門)、

松崎 邦男、初鹿野 寛一、村越 庸一、

清水 透 (先進製造プロセス研究部門)

(常勤職員14名)

〔研究内容〕

マグネシウム合金高性能鍛造部材製造技術の基盤を構築する。マグネシウム合金の鍛造特性解明のため、種々の組織を持つ鍛造素材について素材組織と鍛造加工性の関係を調べ、また、加工性と鍛造後の高温強度・耐熱性を普遍的に記述するアトミックスケールからの構成方程式を構築するための基礎となるマグネシウム合金の高温変形特性に及ぼす添加元素の影響について検討を行う。素材組織と鍛造加工性の関係を解明し、鍛造加工マップを整備するとともに、素材の加工性と鍛造部材の機械的特性等のデータを整理・解析して、易加工性と優れた部品特性を同時に満足する組織を形成させる加工プロセス開発の指針を提示する。また、マグネシウム合金のリサイクル技術に係る課題を抽出し、課題解決のための技術開発を行うとともに、リサイクルシステムの提案と安全性評価を行う。

平成18年度は以下のような内容の開発を行った。

鍛造技術開発に関して、モデル鍛造素材として AZ61、

AZ80、ZK60、ACM522を選定し、これらの材料の組織及び特性評価を行なった。高温圧縮試験の結果、ACM522合金は200～350℃では小さな変形抵抗で変形可能であることが分かった。また、既存マグネシウム合金板材の組織・機械的特性と鍛造性評価について、各種板材の高温引張り試験と組織観察を行って加工性との関連を検討した。さらに、鍛造加工マップ構築のため、市販の耐熱性マグネシウム合金であるWE54等について組織及び特性評価を行った。高温圧縮試験からWE54に比べてACM522の方が200℃以上での鍛造加工が行い易いと推測された。このほか、耐熱マグネシウム合金ダイカスト材の組織・機械的特性等の基本的データ収集を行った。

リサイクルに関して、不純物除去のための基礎データ蓄積を行うとともに分離実験装置を試作し市中回収実サンプルでの実験を開始した。単体分離及びハンドリングの安全性評価について、爆発下限濃度、最小着火エネルギー、最小着火温度測定を行い、粒子物性との関係を明らかにした。また、固体リサイクル材の鍛造素材化技術の開発に関して、AZ31をドライ切削した切粉を押出し比1:5で熱間固化成形した試料で粒径15µm以下の微細な組織が得られた。これは150℃以上で64%以上の圧縮成形が可能であった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム合金鍛造、鍛造素材組織、高温圧縮試験、軽量化、輸送機器部材、家電部材、リサイクル、安全性評価

【研究題目】 マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

【研究代表者】 大矢 仁史（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 大矢 仁史、古屋伸 茂樹、小山 和也、小林 幹男（常勤職員4名）

【研究内容】

工場内で発生するスクラップの有機不純物除去技術について、主に切削油などが付着したスクラップを対象としたバッチ式過熱水蒸気雰囲気除去実験装置を試作した。実験装置の試運転と共に、切削油除去実験を実施した。その結果から安全でかつ、十分な有機不純物除去が行えることがわかった。

市中スクラップサンプルとして廃自動車のシュレッダー処理で発生するミックスメタル中に含まれるマグネシウム合金塊の乾式密度分離技術として、現場から入手した破砕片を対象にMg-Al分離の予備的検討を実施した。破砕片の3次元形状解析に基づいて密度測定値を補正する方法により90%以上の分離精度が得られることを確認した。さらに、無機不純物除去として再溶解によるリサイクル技術の前処理技術として、不純物となる銅の除去技術に関して、熱力学関係図を用いた選択的除去の可能性並びに除去実験を行った。アンモニアを用いた場合

には銅を選択的に除去可能であることが明らかとなった。

また、金属粉塵、特に、マグネシウム粉塵は爆発事例が多いことからその過去の事例調査を行い、粉砕、破砕工程での粉塵爆発災害が多いことがわかった。マグネシウム粉塵爆発実験により、爆発下限濃度（約90g/m³）、最小着火エネルギー（4mJ）を測定し、その粒度分布依存性も明らかにした。マグネシウム粉塵雲の着火温度測定もを行い、破砕、粉砕工程では高温雰囲気（約500℃以上）の形成時に注意が必要であることを示した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 マグネシウム、リサイクル、不純物除去、分離・精製、安全性評価

【研究題目】 マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト／固体リサイクル材の鍛造素材化技術の開発

【研究代表者】 松崎 邦男

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 松崎 邦男、村越 庸一、初鹿野 寛一、清水 透（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

マグネシウム合金の切削加工で生じる切り子を鍛造素材としてリサイクルするための方法を開発した。AZ31合金の押し出し材をドライ切削加工により切り子を作製し、高温プレス、高温押し出しを行うことで棒材の作製を行った。得られた棒材は等軸晶からなり元の押し出し材よりも微細な組織を示した。押し出し比1:20で作製した棒材においては250℃で相当歪み1以上の変形が可能であり、鍛造素材として十分な変形能力を有していた。また、同様な変形は150℃においても達成可能であり、元の押し出し材に比べて加工温度の低減が可能であった。さらに1:5の低い押し出し比で作製した試料においても十分な変形特性が得られており、通常の鍛造に適した大きさの素材が作製可能であることが期待できる。マグネシウム合金切り子を高温押し出しにより固化成形した素材は、元の押し出し材よりも微細で加工性に優れた特性を有しており、この方法はアップグレード型のリサイクル法と有望である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 Mg合金、鍛造、リサイクル、Mg切り子、押し出し、成形性

【研究題目】 緊急アスベスト削減実用化基盤技術開発／高温用非アスベストガスケット・パッキンの開発

【研究代表者】 水上 富士夫

（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 水上 富士夫、蛭名 武雄、長谷川 泰久、手塚 裕之、佐倉 俊治、中村 雄三、智原 保孝、岩井 泰昌、石田 誠、塚本 浩晃、宇治田 隆造、

矢野 和夫、荒木 勝美、永富 秀章、
竹沢 渉（常勤職員3名、他12名）

〔研究内容〕

本研究は、粘土材料を黒鉛系材料と組み合わせ、アスベスト製品と同等以上の取扱性の良い非アスベストガスケット・パッキン製品を開発することを目的とする。

平成18年度の単年度事業であり、粘土と膨張黒鉛の複合化の研究（サブテーマ名：粘土膨張黒鉛複合材料の研究、独立行政法人 産業技術総合研究所担当）、本複合材料の実用に向けての最適な形態や形状、成形方法等の製造にかかわる製品化研究（サブテーマ名：粘土膨張黒鉛複合材の製品化研究、ジャパンマテックス株式会社担当）、並びに得られた製品の実用レベルでの耐久・実証試験に関わる研究（サブテーマ名：粘土膨張黒鉛複合ガスケット・パッキンの実証研究、丸善石油化学株式会社担当）を一貫研究として行った。

まず複合材料に用いる粘土膜の開発を行った。粘土とバインダー種、溶剤の選定結果から、精製ベントナイト／合成雲母＋アミド化合物（溶剤：水）の構成が好適と判断された。膜のガスバリア性・耐熱性・難燃性は良好であった。この粘土膜を膨張黒鉛製ガスケット製品にコーティングするためのプロセスの開発をジャパンマテックス株式会社と共同で行った。コーティング品を評価した結果、現行のジョイントシートの JIS 規格の性能仕様を満たす他、JIS 規格を凌駕する耐熱性を有することが分かった。また従来の膨張黒鉛製品の難点であった、焼付き、粉落ちなどが改善されることも確認された。さらに、開発品を丸善石油化学株式会社千葉工場のプラントで使用し耐久性試験を行った。その結果、予定された期間内においてリークなどの問題は発生せず、シール性良好と判断された。

本開発品は平成19年1月にジャパンマテックス株式会社より上市された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ガスケット、パッキン、ガスシール、粘土、膨張黒鉛

〔研究項目〕 NEDO「ナノガラス技術」成果物の波及効果調査研究

〔研究代表者〕 西井 準治（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 西井 準治、村瀬 至生、安藤 昌儀、李 春亮（常勤職員4名）

〔研究内容〕

NEDO「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）ナノガラス技術」（平成13-17年度）の中で開発した技術を用いて、緑色蛍光を発する平均粒径30 nm の超微粒子分散ガラスビーズを作製した。平成18年度 NEDO サンプルマッチング事業の中で、この超微粒子分散ガラスビーズを民間企業1社に提供し、波及効果の調査研究を実施した。実用化可能性は60 %

程度と見積もられた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 超微粒子、ガラスビーズ

〔研究題目〕 Point-of-Care バイオチップの開発

〔研究代表者〕 石川 満（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕 石川 満、亀井 利浩（エレクトロニクス研究部門）、片岡 正俊、大家 利彦、党 福全、松廣 健二郎（エレクトロニクス研究部門）（常勤職員4名、他2名）

〔研究内容〕

緊急医療の現場、診療所、在宅治療中の患者のベッドサイドなど、処置や治療が必要な現場で診断（Point-of-Care Testing: POCT）を可能にするコンパクトな電気泳動法を用いた診断装置を開発することが、本研究開発の目標である。

POCT 用途に適したコンパクトなプラスチック製電気泳動バイオチップが実用可能になった。このチップに相応しいコンパクトな診断装置を開発するために必要な要素技術を開発する。装置開発と並行してバイオチップの応用技術を開発することが本研究開発の基本計画である。要素技術開発として蛍光検出用ホトダイオード、高効率蛍光集光用マイクロレンズ、そしてコマルチチャンネル励起光源の開発が含まれる。

今年度の進捗は以下の通りである。

《蛍光検出用ホトダイオード》

ポリイミドを用いた光学干渉フィルターのリフトオフ・プロセスを確立し、1時間のリフトオフで高速パターンニングに成功した。プラズマ CVD 装置の反応室を増設し、アモルファスシリコン・ホトダイオードの作製を開始した。

《マイクロレンズ》

レンズ材料からの自発光の評価を行い、NA が0.8に近いマイクロレンズの設計を終了し、レンズを製作した。さらに、レンズの表面粗さ測定、焦点距離測定等の評価を進めた。

《マルチチャンネル励起光源》

ファイバレーザと高精度コネクタを用いた4チャンネルマルチチャンネル光源及びマルチチャンネル光源を高精度に評価可能な評価システムを考案・設計及び試作を完了した。さらに、マルチチャンネル光源の評価を進め、評価技術を確立した。

《応用》

糖鎖及び糖たんぱく質がバイオチップのチャンネル壁面に非特異吸着することを防ぐために、泳動緩衝液中にセルロース誘導体を混入させる方法が知られている。今回、これまで解析が困難であった糖たんぱく質を解析するために、新たに合成13種類のセルロース誘導体を合成した。

血中アミラーゼ解析では従来の酵素法と遜色なく精密に、かつ解析時間はわずか数分で活性を評価することが

可能になった。DNA の制限酵素断片長多型解析では、従来法の1/10の量の DNA を用いて、12チャンネルのチップを用いて12検体の同時解析を可能とする系を確立した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】POCT、電気泳動、糖鎖、糖たんぱく質、アミラーゼ解析、DNA 解析

【研究題目】戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム(サービスロボット分野)、全方向移動自律搬送ロボット開発

【研究代表者】堀 俊夫

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】堀 俊夫、西田 佳史

(常勤職員2名)

【研究内容】

ロボットの新しいマーケットは、産業用ロボットから人が併存するオープンな環境における様々な移動作業ロボットへと広がりつつある。本研究では、人と併存するオープンな環境において安全な移動を実現するロボット要素技術を構築し、公共の空間で広く利用可能な移動型サービスロボットを実現することを目指している。本研究は村田機械(株)・慶應義塾大学・産業技術総合研究所の三者が共同で実施しており、具体的には村田機械(株)が搬送移動ロボットの開発を、慶應義塾大学が安全・異常検知技術の開発を、産総研が移動ロボット用超音波タグシステムの開発を担当している。

平成18年度は本プロジェクトの初年度にあたり、産総研では複数の居室とそれらをつなぐ廊下への超音波タグシステムの設置と、既存の Windows 用ソフトウェアの Linux への移植作業を行なった。また、多数の誤差が含まれるデータセットから最適解を導出するための確率的推定アルゴリズムの検討と、環境に埋め込む超音波受信器の配置が満たすべき条件の検討も併せて行なった。

【分野名】情報通信

【キーワード】自律移動ロボット、超音波タグシステム

【研究題目】固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発/次世代技術開発/アンモニアボラン利用燃料電池の開発

【研究代表者】徐 強

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】徐 強、張 新波、□ 俊敏、塩山 洋

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

プロタイド源(protide, H⁻)としてのアンモニアボラン(NH₃BH₃)は直接燃料電池に供給することにより、電気エネルギーに変換されることが提案されている。酸素正極及びアンモニアボラン(NH₃BH₃)水溶液負極を持ち、Vulcan XC-72担持 Pt(30 wt%)触媒層を有する25 cm²

実験室セルを構築し、同セルの性能を評価した。室温では、電流密度24 mA において電位は0.6 V であり、パワー密度は14 mW cm⁻²以上であることがわかった。開路電位(open circuit potential, OCP) 測定の結果、アンモニアボラン(NH₃BH₃)の OCP は-1.291 V (vs. SCE)となり、水素のそれよりもさらに221 mV 負の値となっている。サイクリックボルタンメトリー(cyclic voltammetry, CV)測定はアンモニアボラン(NH₃BH₃)の直接電気化学酸化ピークを示した。アンモニアボラン(NH₃BH₃)におけるプロタイド(H⁻)のプロトン(H⁺)への変換を示す OCP 及び CV 測定の結果は、アンモニアボラン(NH₃BH₃)水溶液の加水分解・水素放出反応には不活性または低活性、負極反応には高活性を示す適切な電極触媒を開発することにより、アンモニアボラン(NH₃BH₃)を直接燃料とする燃料電池(ABFC)の性能を向上させることが可能であることを示唆した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギー、水素、水素貯蔵

【研究題目】調光ミラーフィルムの研究開発

【研究代表者】吉村 和記

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】吉村 和記、田嶋 一樹

(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究開発では、透明な状態と鏡の状態を自由にスイッチングすることのできる「調光ミラーフィルム」の開発を行う。このため、①フィルム基板上への成膜に関する研究、②エレクトロクロミック調光ミラーフィルムの研究を行う。それぞれの課題に関して本年度は以下のような成果を得た。

①フィルム基板上への成膜に関する研究

水素を含んだガスによりスイッチングできる調光ミラーフィルムを開発するため、様々な透明フィルムの上に、マグネトロンスパッタ法によりマグネシウム・ニッケル合金を用いた調光ミラー薄膜を作製し、そのスイッチング特性の評価を行った。その結果、調光ミラーフィルムの調光特性は基板としたフィルムの種類に大きく依存し、ポリエチレンナフタレート(PEN)フィルム上などでは、ガラス上に匹敵する性能が得られることがわかった。また、スイッチングの繰り返しに対する耐久性を調べたところ、こちらも基板としたフィルムの種類に大きく依存するが、例えばポリエステルフィルムなどでは、ガラス基板上に作製したものよりも寿命が優れていることがわかった。

②エレクトロクロミック調光ミラーフィルムの研究

電氣的にスイッチングできるエレクトロクロミック調光ミラーフィルムに関しては、全固体型と貼り合わせ型の2種類のタイプのデバイスの作製を行った。全固体型は、透明導電膜(ITO)をコーティングしたフィルム基板

の上に酸化タングステン薄膜、酸化タンタル薄膜、パラジウム薄膜、マグネシウム薄膜を積層した構造を持っている。成膜条件を最適化することで、ガラス上に作製したデバイスに近いスイッチング特性を持つデバイスの作製に成功した。もう1つのタイプは、電解質層を蒸着したフィルムと調光層を蒸着したフィルムを張り合わせた構造を持つデバイスで、全個体タイプに比べ積層する薄膜が少ないという特徴がある。このデバイスでは、接着ぎしの役割も兼ねる電解質層の材料の開発が課題であったが、良好なスイッチング特性も持つ材料の開発に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 調光ミラー、スパッタリング、電解質、フィルム基板

【研究題目】 水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究／超高压水素化合物合成技術に基づく高密度水素貯蔵物質設計に関する研究開発

【研究代表者】 栗山 信宏

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 栗山 信宏、竹市 信彦、田中 秀明、田中 孝治、Stanislaw M. Filipek (ポーランド科学アカデミー物理化学研究所) (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

本研究では、超高压水素を用いた水素化合物合成に関する卓越した技術を有するポーランド科学アカデミー物理化学研究所と水素貯蔵材料の研究に対する豊富な知識・経験を有する産総研とが協力することにより、ギガパスカル (GPa) オーダーの超高压水素雰囲気での気相－固相反応を利用して、高压水素－水素吸蔵合金ハイブリッド水素貯蔵容器に適用可能な合金系高体積水素密度新規水素化合物の合成を進める。本検討を通じて、室温付近にて約35 MPa 以下の水素解離圧等実用的な条件で180 kg/m³程度の高体積水素密度を示す水素貯蔵材料の開発を目指す。

本研究では、ジルコニウム (Zr) 基ラーベス相合金及びその他それより派生する合金系に対し高体積水素密度新規水素化合物の合成を進める。特に、希土類合金系で確認された、軽元素の微量添加による不均化反応及び組織制御をジルコニウム基ラーベス相合金に応用し、第三元素添加による相制御及び組織制御と水素吸蔵特性との相関性に関する知見の蓄積を試みる。現在、ジルコニウム－鉄－マンガン (ZrFe_{2-x}Mnx) 系合金、更に第三元素として少量の硼素 (B) を加えた合金2系に着目し、それらの超高压水素化挙動を相形成の観点から調べている。硼素添加によって、超高压水素化後でも分相しない組成を見出しており、再現性を含めて高压用水素吸蔵合金としての可能性を検討している。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ハイブリッド容器、超高压水素、水素吸蔵合金

【研究題目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発 (21世紀ナノテクチャレンジプログラム) カーボンナノチューブ FED による停電時駆動可能な多機能情報表示装置の開発 革新的ナノテクノロジーの開発

【研究代表者】 畠 賢治 (ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】 畠 賢治、山田 健郎、二葉 ドン (常勤職員3名、他6名)

【研究内容】

産総研の有する画期的なカーボンナノチューブ成長技術であるスーパーグロース法の企業への開示を行い、当該企業に於いて、上記スーパーグロース法を用いたカーボンナノチューブの成長に成功した。

産総研で得られるプロセス結果の、当該企業へのスムーズな移行のため、産総研では、既設の実証炉 (ホットウォール型炉) の他に、当該企業で用いている合成炉に近い、新型の小型実証炉 (コールドウォール型炉) を導入した。

さらに、スーパーグロース法の超効率成長を用いて実現できる、CNT-FED の実用上もっとも大事な技術要素である、大面積での均一な CNT 膜を成長する合成基礎技術をベースに、従来、酸化シリコン基板上での単層 CNT 合成に使用されているスーパーグロース技術を拡張し、リードフレーム状の CNT-FED 用金属電極上に直接 CNT 膜を生成する技術を開発した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、スーパーグロース、FED

3) その他の収入

－文部科学省 科学研究費補助金－

【研究題目】 生物時計による性選択の分子機構

【研究代表者】 石田 直理雄 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 花井 修次、霜田 政美 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

種形成のための生殖前隔離分子機構としてショウジョウバエの交尾リズムの重要性を研究している。

研究計画・年度進捗状況：

これまでの研究結果は、交尾時間を制御する雌特異的分子機構の存在を強く示唆している。既に前年度までの実験結果からアナナスショウジョウバエもキイロショウジョウバエやオナジショウジョウバエと異なるそれぞれの種独自の交尾リズムを示す事を示してきた。さらに、オナジショウジョウバエの時計遺伝子がどの程度キイロ

ショウジョウバエの交尾リズムに影響を与えるかも解明してきた。(Formosan Entomol. (2006) 26, 227-234, Journal of Circadian Rhythms. (2006) 4;4.1-6) 現在、ロコモーター行動リズムや羽化リズムに関する脳内中枢は既に同定されているが、交尾リズムの中核については全く未知である。そこで、交尾リズム脳内中枢を同定する目的で欠変異株 (per0) に PER 蛋白質を様々な部位で発現しているトランスジェニックフライを用いてその交尾リズムの有無を解析してみた。その結果、交尾リズム中核は、行動リズムの中核と別の部位であることを同定した。そこで、RNAi 法を用いてこれら複数の領域を絞り込んだところ、DN1, 2, 3 と LNd 領域での per の発現が交尾リズムに必要な事が明らかとなった。今年度は pdf-GAL80 や UAS-RNAi の系を組合せる事により、これら複数の神経核での per 発現を per0 バックグラウンドのショウジョウバエの中で正または負に制御する事により、さらに交尾リズム中核の絞込みを行った。さらに、カタユウレイボヤについて、体内時計が存在するかを生理的、遺伝子の網羅的解析の両面から進行させている。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 体内時計、時計遺伝子

[研究題目] 有機強相関電子系の電解効果ドーピング

[研究代表者] 長谷川 達生

(強相関電子技術研究センター)

[研究担当者] 長谷川 達生、堀内 佐智雄、

熊井 玲児、山田 寿一、高橋 幸裕、

平岡 牧、松井 弘之

(常勤職員4名、他3名)

[研究内容]

本研究では、電子間の強いクーロン相互作用により電荷ギャップを形成した有機モット絶縁体結晶を対象に、電界効果トランジスタ構造を用いた結晶界面へのキャリア注入(電界効果ドーピング)と、得られる素子動作にもとづく強相関電子系の新しいデバイス物理の確立を目的とする。本年度においては、前年度までに得られた知見を基盤として、電荷移動型材料を、有機トランジスタ(OFET)を高性能化するための機能性要素として利用する研究を重点的に進め、以下に列挙する知見を得た。

(1) テトラチアフルバレン系分子を用いた高性能チャネル材料開発: ヘキサメチレンテトラチアフルバレン(HMTTF)単結晶をチャネルとし、TTF-TCNQ 薄膜をソース/ドレイン電極とする単結晶 FET において、移動度が $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える素子動作が得られた。その素子動作の起源として、HMTTF が横繋がり(side-by-side)、及び煉瓦積み(brickwork)様式により稠密な分子配列を取ること、及び有機金属電極により高いキャリア注入効率が達成されていることを議論した。(2) 電子スピン共鳴(EPR)法による有機 FET のキャリア輸

送機構の解明: ペンタセン薄膜 FET について、ゲート電圧による電界効果ドーピング、及び F4TCNQ により化学的にドーピングしたキャリアの EPR スペクトルを調べたところ、ゲート電圧増大による伝導性向上とともに、運動による尖鋭化効果によるスペクトル線幅の尖鋭化が観測された。その解析をもとに、チャネル内キャリア輸送機構について詳細な知見を得た。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 有機トランジスタ、有機半導体、強相関電子系、電界効果ドーピング、モット絶縁体、電荷移動錯体、電子スピン共鳴

[研究題目] 配位空間場制御材料の創製とそのエネルギーデバイスへの応用展開

[研究代表者] 蔭山 博之

(ユビキタスエネルギー研究部門)

[研究担当者] 蔭山 博之、野村 勝裕、目黒 珠美

(常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

今年度は、前年度までに高いプロトン導電性を見出した $(\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{ScO}_{3-\delta} (+y\text{H}_2\text{O})$ ($x=0.1-0.3$) 系化合物を対象として XAFS 測定を行い、組成の相違による材料中の金属イオンまわりの局所的な結晶構造の変化、及び価数の変化を調べ、導電特性との関係を検討した。その結果、プロトン導電体試料の Sr K、Sc K、及び La L₃ 吸収端の XANES 領域の比較から、 ScO_6 八面体に配位すると予想されるプロトンが形成する $\text{H}^+(\text{D}^+)-\text{O}-\text{Sc}$ 結合によって、ドーパントイオンである Sr イオン周りの局所構造が安定化していることが示唆された。また、Sr K、及び Sc K 吸収端の XANES 領域の比較から、 ScO_6 八面体と H^+ 、 D^+ との結合状態(電子状態)に差があることが分かった。このことは、 D_2O 体の D^+ 導電率が、 H_2O 体の H^+ 導電率より低いことと相関があるものと考えられた。

一方、プロトン導電性材料と同様に歪んだペロブスカイト構造を持つ LaScO_3 系化合物をベースとして混合導電性(プロトン-ホール(または電子)導電性)を示すことが期待される $(\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2})(\text{Sc}_{1-x}\text{Mnx})\text{O}_{3-\delta}$ ($x=0.25-0.75$) 系化合物を調製して XAFS 測定を行い、組成の相違による材料中の金属イオンまわりの局所的な結晶構造の変化、及び価数の変化を調べた。その結果、これらの試料は、 $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$ の混合原子価状態にあると推定され、 $(\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2})\text{MnO}_{3-\delta}$ と同様にホール導電性が発現するものと予想された。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] イオン導電体、ナノ材料、電気・電子材料、結晶構造解析、燃料電池

[研究題目] 多自由度アクチュエータ

[研究代表者] 矢野 智昭(知能システム研究部門)

【研究担当者】 矢野 智昭（常勤職員1名）

【研究内容】

1台で2ないし3台の1軸アクチュエータの働きをする多自由度アクチュエータは実用化すれば装置自身の小型・省エネルギー化とともに設置スペースの削減による大幅な省エネルギー効果が期待できる。しかし、ロボットの関節駆動などに使用できるような高出力の多自由度アクチュエータ開発には解決すべき課題が多く、商品化された多自由度アクチュエータはない。本研究ではそのような多自由度アクチュエータの開発を目標としている。研究期間は平成16年度から平成20年度の5年間である。平成16年度に多自由度アクチュエータの位置精度の測定装置としてレーザ追尾式3次元座標計測装置を試作し、平成17年度に多極球面同期モータを試作した。平成18年度は多自由度アクチュエータの出力軸がどちらの方向に動いても出力トルクを測定することができるトルク測定装置を考案し、設計・試作を行った。また、平成17年度に試作した多極球面同期モータの軌道制御実験を行い、多極球面同期モータの出力軸がなめらかに動くことを確認した。平成19年度に試作する全く新しい構造の球面モータを提案した。提案した球面モータについて、平成16年度に購入した電磁場・モーション連成解析ソフトウェアの解析モデルを作成し、動作の基本シミュレーションを行い、動作確認を行った。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 多自由度、アクチュエータ、3次元座標測定

【研究題目】 パノスコピック形態制御された希土類系酸化物固体電解質の創製と応用

【研究代表者】 棚瀬 繁雄

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】 棚瀬 繁雄、岩佐 美喜男、境 哲男、野尻 能弘（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

現在ある固体酸化物型燃料電池の動作温度や利便性、信頼性・耐久性等の限界を打ち破るため、新規な手法や材料をベースにした希土類系酸化物固体電解質の開発を目指して、本年度は $\text{La}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系に着目し検討した。

ここではまず、組成と導電率の関係を調べた。その結果、 $\text{La}_{9.33}\text{Si}_6\text{O}_{26}$ から $\text{La}_{12}\text{Si}_6\text{O}_{30}$ の範囲の内、 $\text{La}_{10}\text{Si}_6\text{O}_{27}$ で最も高い導電性が認められることが分かった。この導電率はイットリア安定化ジルコニア (YSZ) に匹敵し、活性化エネルギー（温度依存性）が低いため、高温では YSZ より低いものの、低温では YSZ よりも高いことが分かった。

次に、 $\text{La}_{9.33}\text{Si}_6\text{O}_{26}$ と $\text{La}_{10}\text{Si}_6\text{O}_{27}$ について結晶学的な特徴を検討したところ、これらがアパタイト型の結晶構造を有し、前者では $\text{La}_{9.33}\text{Si}_6\text{O}_{26}$ の内の La のサイトに空孔が存在することが、また、後者では $\text{La}_{10}\text{Si}_6\text{O}_{27}$ の27個

の内の1個の酸化物イオンが格子間に存在することが分かった。

続いて、 $\text{La}_{10}\text{Si}_6\text{O}_{27}$ の導電率を高める方法を検討した。ここでは、La を Ba で置換する方法を考えた。その結果、 $\text{La}_{10-x}\text{Ba}_x\text{Si}_6\text{O}_{27-0.5x}$ ($x=0\sim 1$) 系にある物質がいずれも固溶体を形成することが、また、導電率が x の増加とともに向上し $x=0.6$ で最大になることが分かった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 希土類、酸化物、固体電解質

【研究題目】 モーター・レール系運動制御の高分解能構造解析

【研究代表者】 廣瀬 恵子

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 廣瀬 恵子、上野 裕則、巖 康敏（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究の目的は、ナノシステムである分子モーター・レール系の複合体としての構造とその変化を、クライオ電子顕微鏡法とコンピューター画像解析法をもちいてサブナノメータに迫る高分解能で捉えることにより、その力発生と制御の機構を理解することである。対象としては主に、キネシン・微小管系及びダイニン・微小管系をもちいている。本年度はまず、キネシンファミリーに属する分子モーターである Kar3 と微小管の複合体に関し、昨年度までに得られた立体構造の解析を進め、Kar3 モータードメインの中央ベータシートなど幾つかの部位がヌクレオチドの有無で大きな構造変化が起こすことを見いだした。これをもとに、キネシンの運動メカニズムに関する新たなモデルを提案して論文報告した。また、ダイニン・微小管系に関しては、ウニ精子から精製した外腕ダイニン分子を用いて、二本の微小管の間にダイニンが規則的に一列に結合した系を開発し、この試料に少量の染色剤を加えた後に凍結試料を作製することにより、ダイニンのストーク構造を低温電子顕微鏡ではっきりと観察することに成功した。今年度はヌクレオチド非存在下における画像を収集し、九州工業大学との共同研究によってコンピューター画像解析を行い、単粒子解析法を用いた画像の分類を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 分子モーター、生体運動、電子顕微鏡、構造解析、画像解析

【研究題目】 電子線を用いた単粒子構造解析法の研究

【研究代表者】 佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 佐藤 主税、川田 正晃、柳原 真佐子、阿部 幸絵（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

目標：

ATP は生体内の主たるエネルギー源であるが、痛覚

の細胞間情報伝達物質としても用いられている。その受容体である P2X2 の構造を解明し、痛覚異常等の遺伝病解明、臨床薬開発に貢献し、さらには痛みを抑える治療に貢献する。

研究計画：

P2X 及び P2Y の体内での分布は広い。痛みを受ける皮膚から中枢神経系までの経路に豊富に存在していて、その遺伝子群は十数種類にも及び、super family を形成している。その中の P2X はそれ自体がイオンチャンネルであり、ATP との結合によって開くが、構造は未だに解明されていなかった。P2X2 を電顕により可視化して、その3次元構造を決定する。

年度進捗状況：

負染色電顕像のみならず、クライオ法を用いて P2X2 の2次元平均化による可視化に成功し、全体として花瓶の様な形の構造であることを解明した。現在、その構造を計算している。この3量体構造は、イオンチャンネルとして極めて新規である。本受容体種は我々の体内のほとんどの細胞に存在しており、その新たな機能の発見が期待されている。普通の接触が痛みを感じられる遺伝病や、通常の暖かさを暑さと感じてしまう遺伝病等、様々の遺伝病の原因遺伝子としてこの種類のチャンネルが同定されており、さらに分解能を高めることで、関連疾患の治療に貢献したい。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、P2X2、イオンチャンネル

【研究題目】 RNA と蛋白質の複合体によるヌクレオチド選択の分子進化基礎研究

【研究代表者】 富田 耕造 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 富田 耕造 (常勤職員1名)

【研究内容】

CCA 付加酵素は全ての tRNA に普遍的に存在する3'末端の CCA 配列を核酸の鋳型を用いることなく合成、付加する酵素である。しかしながら、この酵素が各反応ステップにおいてどのようにして正しいヌクレオチドを選択し、どのようなダイナミクスによって RNA 合成が進行するかは不明である。今回、我々は4種類の末端様式の異なる RNA と酵素の吹かされるヌクレオチド (CTP あるいは ATP) のあるなしでの計6種類の連続的な反応スナップショットを決定した。CCA 配列を欠いた RNA のアクセプターシステムは1塩基分伸びた様式で酵素へ結合しており、その結果 RNA 末端のヌクレオチド (識別ヌクレオチド) は酵素の活性触媒ポケットへ入り込んでいた。最初の C が取り込まれた後、RNA のアクセプター領域は縮んだ構造をとり、同じ活性触媒ポケットを利用して2番目の C の取り込み反応が進行する。CTP と取り込む際に酵素の活性触媒クレフトは閉じ、

ベーターターン領域の構造が変化する。この構造変化に付随して末端のヌクレオチドが反転し、反応が進行する活性型の構造になる。一方、2番目の C が取り込まれた後、酵素は活性触媒クレフトを閉じたままに固定化され、そのまま A が取れこまれる。C 付加と A 付加とでは Arg224 のコンフォメーションが変化するが、この変化は酵素の全体の動きと RNA の末端の位置によって決定されている。CCA 付加反応において RNA の TΨC 配列はテイルドメインにおいて認識されており、このことによって CCA 付加の終結が保障されている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 RNA 合成、鋳型非依存性、結晶構造解析、動的反応

【研究題目】 電子・正孔の光検出による界面光化学反応計測

【研究代表者】 加藤 隆二

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 加藤 隆二 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

昨年度開発した装置を用いて、酸化チタンのナノ微粒子膜における光触媒反応と色素増感太陽電池の初期過程の解明を目的として研究をすすめた。

研究計画：

具体的には下記の各課題について検討した。光触媒系については、①メタノールと酸化チタン中の正孔の反応におけるメタノール濃度効果、②過渡吸収スペクトルにおける励起密度依存性。また、色素増感太陽電池の初期過程については、③電子注入効率の励起波長依存性について検討した。

進捗状況：

①については、メタノールをアセトニトリルで希釈した際の反応速度・収率の変化を計測した。希薄溶液では正孔との反応速度が1マイクロ秒程度となり、収率は0.3程度となった。これは高濃度での300ピコ秒の反応速度、100%の収率の反応と大きく異なっており、顕著な濃度効果が観測されたといえる。この理由としてメタノールの表面吸着現象との関係から議論を進めている。②については、電子と正孔によって生じる過渡吸収スペクトルが高密度励起下で大きく変化することを見いだした。これは電子のトラップ状態の変化として説明することができることがわかった。これらの結果については現在論文を執筆中である。③については、高感度過渡吸収分光装置を用いて酸化チタン表面に吸着した増感色素からの電子注入効率を励起波長を変えながら測定した。異なる電子励起状態を励起した場合でも電子注入効率は80%を越える高い値を示すことがわかった。励起状態の緩和速度と電子注入速度の関係を考察した。また、電子注入が起こらないとされるジルコニアについても検討し、励起

状態の寿命を評価した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 過渡吸収、光触媒、酸化チタン、色素増感太陽電池

【研究題目】 発光性半導体ナノ結晶の点滅現象制御に関する研究

【研究代表者】 石川 満 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 石川 満、Vasudevanpillai BIJU
(常勤職員2名)

【研究内容】

発光性の量子ドットは生体分子を標識してその構造と機能を研究するために有用なツールである。しかし、孤立した1個の量子ドットが本質的に備えている断続的な発光の点滅現象は望ましくない特性である。このため、本研究では、量子ドットの表面修飾等により点滅現象の変化を調べることを目的とする。

具体的な方法として、量子ドット合成の反応温度や溶媒の種類と組成をパラメータとし、またカーボンナノチューブ、ポリマー、及び金属あるいは別の半導体ナノ粒子を用いて量子ドット表面を修飾することを、今年度を含む研究機関全体の研究計画である。

昨年度の代表的な成果は以下の通りである。発光の点滅現象を75℃(通常は~300℃)で合成された単一CdSe量子ドットで調べた。単一のCdSe量子ドット発光の強度が短命の“on”及び“off”状態が、サブ秒の時間領域で変動していることが見出された。通常のCdSe量子ドット発光の強度変動は一般に秒からミリ秒の範囲で変動することが知られているので、本研究で見出した量子ドットの点滅特性は大きく異なっている。100個以上の単一のCdSe量子ドットから得られた平均の点滅継続時間は213msだった。

今年度は、表面の修飾により、量子ドットの発光特性が強く影響されること、そして、しばしば強く消光を起こすことを見出した。現時点で、CdSe量子ドットについて点滅の完全な抑制を達成していないものの、反応条件の制御及び表面の装飾によって、いくつかの重要な知見を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 量子ドット、発光、点滅現象

【研究題目】 組成と層間キャリア濃度差の精密制御による100K級銅酸化物超伝導体のTc向上

【研究代表者】 伊豫 彰 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 伊豫 彰、永崎 洋、鬼頭 聖
(常勤職員3名)

【研究内容】

銅酸化物超伝導体におけるブロック層の「乱れ」の効果超伝導特性に与える影響を調べTcの向上指針を探った。また、CuO₂面を4枚有する頂点フッ素系単結晶に

ついて光電子分光測定を行った。平成18年度は下記の結果を得た。

1. ブロック層の乱れによる不均一の影響の評価

局所的格子歪みの大きさを制御したBi₂Sr_{2-x}Ln_xCuO_{6+δ}(Ln=La, Gd等)においてSTM/STS測定を行った。その結果、いずれの系にもナノメートルスケールのギャップ不均一性が存在するものの、特に局所的格子歪みの大きいLn=Gdでは不均一性が大きく(D>50meV)かつV型の構造を有する、いわゆる擬ギャップ型の特徴を示す領域が顕著だった。擬ギャップ領域の増大は、Bi2212の不足ドーブ領域においても観測されており、CuO₂面外の化学的不均一性が擬ギャップ領域の増大(=超伝導領域の減少)に起因するものであることを示している。

2. セルフドーピングの可能性の提示

外側のCuO₂面(OP)と内側のCuO₂面(IP)共にキャリアがドーブされた状況が実現していることを示唆する結果が、CuO₂面を4枚有するF系単結晶の光電子分光によって得られた。IP、OPに対応する2本のバンドが観測されており、かつその面積から各々のバンドにドーブされたキャリア数を見積もると、正孔0.2(Band P)、電子0.2(Band N)となる。このことは、本系ではIPからOPへ(あるいはOPからIPへ)電子が移動し、それぞれ正孔、電子がドーブされた状態となり、Tc=55Kの超伝導が実現したことを示している。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 高温超伝導、多層型銅酸化物超伝導体、高圧合成法、フローティングゾーン法、不均一性、セルフドーピング

【研究題目】 過酸化水素を用いるアルケンへの環境調和型酸化反応の開拓

【研究代表者】 佐藤 一彦 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 佐藤 一彦、今 喜裕
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

酸化反応を含むプロセスは全化学プロセスの30%に達すると言われ、工業的に最重要である。特に精密化学品や医薬品の製造過程では、多様な官能基を有する基質の高選択的酸化が求められるため、ハロゲンを用いる方法など、いまだに環境に大きな負荷をかける酸化法が使用されている。それらの化学品は一品種あたりの生産量は小さいが、種類が莫大であるため、結果としてその製造過程から発生する廃棄物の総量は、石油化学産業全体から排出させる廃棄物の50%以上を占めると見積もられている。本課題は過酸化水素を酸化剤とし、有機溶媒も用いない環境に優しい選択酸化技術を開発するものである。本課題では、1) 中性に近い条件下でのアルケンのエポキシ化反応の開発、2) 植物油などバイオマス原

料に適用可能なアルケンの酸化的切断反応の開発、3) アルケンやアルキン近傍のアルコール選択酸化反応の開発、の3テーマを新規触媒の開発を鍵として推進する。本年度は、そのうち2)、3)について重点的に研究し、2)では、植物油脂、すなわち長鎖アルキル基を分子内に有するエステルを二重結合部分を酸化し、ジカルボン酸に収率80%以上で変換させる反応を確立した。3)では白金等金属粉末を触媒としたアリルアルコール類の高収率合成について前年度に引き続き幅広く触媒のスクリーニングを行い、100 g スケールで収率90%以上、選択率90%以上のより実用的な反応条件の開拓に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】過酸化水素、選択酸化

【研究題目】次世代共役ポリマーの革新機能の理論・シミュレーション

【研究代表者】阿部 修治

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】阿部 修治、下位 幸弘、関 和彦、片桐 秀樹 (計算科学研究部門)

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

分子間相互作用がポーラロンの性質に及ぼす影響を、オリゴチオフェンの2分子モデルについて密度汎関数法を用いて研究し、ポーラロンの空間的広がり、用いる密度汎関数に強く依存することを明らかにした。ポリアルキルチオフェンとポリチオフェンのポーラロンの広がり比較・検討した。チオフェン・フェニレンのコオポリマーの光学的性質について理論的検討を行った。

高分子膜中でのジアリールエテン分子の光異性化反応について、指数減衰とは大きく異なったふるまいが観測されている。この現象は、分子の光異性化が周囲の高分子によって阻害され、複数回の光励起により光異性化が進行するために起こると考え、この機構による理論式から実験結果を解析し、光異性化に必要な光励起の回数を求めた。

シクロファンを組み込んだ共役分子ワイヤーについて、密度汎関数法と非平衡グリーン関数法を用いた計算により、金属原子 (Cr) を包摂することで電気伝導が1桁増加することを示し、センサーとしての利用可能性を明らかにした。

周期的境界条件を適用した運動方程式結合クラスター法を用いて、ポリアセチレンなどの励起エネルギー計算を行い、電子相関効果を取り込んだ励起状態計算の可能性を評価した。原子結合長に対する励起ポテンシャルエネルギー曲面の計算を試み、この手法が励起状態の構造緩和を調べるツールとして使えることを実証した。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】共役高分子、理論、シミュレーション

【研究題目】超高速全光スイッチの低エネルギー動作化と光信号処理デバイスへの展開

【研究代表者】石川 浩

(超高速光信号処理デバイス研究ラボ)

【研究担当者】石川 浩、物集 照夫、永瀬 成範、下山 峰史 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

InGaAs/AlAs/AlAsSb 超薄膜量子井戸を用いたサブバンド間遷移全光スイッチにおいて、ピコ秒領域で極限までの低動作エネルギー動作を実現するための基盤技術を確認することを目指している。これまでに、スイッチングエネルギーに直接的に関係する位相緩和時間やエネルギー緩和時間の評価を行い、さらに歪補償を含む結晶の高品質化を行ってきた。平成18年度は、さらにスイッチの光導波路の光閉じ込めを強化して、光非線形性を向上させ、低エネルギー動作化を図る研究を進めた。具体的には、量子井戸を含む各層構造を構成する材料の屈折率をエリプソメトリ及びブリズムカップラ法で評価し、さらに、光閉じ込めを強化する導波路の新しいクラッド層として、より屈折率の低い AlGaAsSb の4元材料の導入を行った。4元材料を含む最適な導波路設計による光閉じ込め強化により非線形性の50%程度の増強が見込まれる。来年度に素子化を行って特性の評価を行う予定である。本研究では、周期構造による光閉じ込めを用いる方法についても、検討している。これまでの検討結果と併せて、極限までの低エネルギー動作デバイスの基盤技術の確立を目指す。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、量子井戸、屈折率、導波路

【研究題目】イオン液体の電解質機能設計

【研究代表者】松本 一

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】松本 一、周 志彬、栄部 比夏里、香山 正憲、水畑 穰 (神戸大学)

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

本研究は高エネルギー密度の蓄電デバイスとしてリチウム電池や電気二重層キャパシタのための安全で耐久性のある電解質としてのイオン液体の開発並びに、デバイス構成材料のイオン液体 (IL) への最適化のための設計指針を得る事が本研究の目標である。

研究計画

本年度は優れた基本特性 (低粘性、高導電率、広電位窓) を有する IL を形成するビスフルオロスルホニルイミド (FSI) アニオンからなる塩の検討を行った。次に液体バルクの構造を反映する小角 X 線散乱 (SAXS) スペクトル測定法によるイオン液体構造評価を行い、イオン液体構造へのカチオン種並びにリチウムイオン添加による

液体構造への影響について検討した。
年度進捗状況

FSI アニオンはこれまで検討してきたピストリフルオロメタンスルホニルイミド(TFSI)とくらべ粘性は半分にまた導電率がほぼ2倍と優れた基本物性を有し、さらにリチウム塩を添加した場合の粘性の増加が、1 mol dm⁻³と比較的高濃度の添加時でも2倍程度であった。これは従来の TFSI 塩の場合が7倍であることから、アニオン構造のわずかな変化が粘性に大きく影響を与える事を示唆するものである。また、コバルト酸リチウム正極によるハーフセル試験(リチウム金属負極)を検討した結果、FSI からなるイオン液体では従来の TFSI 塩と比べて1桁以上の高い電流密度での充放電が可能であることが明らかとなった。

一方、種々の鎖長を有する脂肪族4級アンモニウムからなるイオン液体の SAXS 測定から、鎖長に依存する周期構造が観察され、さらにリチウム塩を添加した場合の結果から、イオン液体を構成するカチオン種よりもリチウムカチオンが強くアニオンと相互作用することが示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオン液体、リチウム二次電池、難燃性電解質、エネルギー、水素、水素貯蔵

【研究題目】試験管内タンパク質合成の分子基盤と細胞機能の模倣

【研究代表者】片岡 正俊(健康工学研究センター)

【研究担当者】片岡 正俊、日野 真美、梶本 和昭
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

細胞機能の模倣を考える場合、個々のタンパク質の機能を明らかにする必要がある。タンパク質の機能を理解するためにタンパク質発現で制約条件の多い生細胞を用いた合成系ではなく試験管内タンパク質合成システムを利用する系が注目される。しかしながら試験管内タンパク質合成系は一般的に生細胞を用いた合成系に比べタンパク質合成効率が低いことが知られている。そこで同システムの分子基盤を理解することが必須になる。このため①同システムによるタンパク質の効率よい合成のための基本原理の洗い出しを行うと同時に、②個々のタンパク質の最適な発現条件を検討するマイクロチップ電気泳動を利用したデバイス構築、③膜タンパク質の発現系の構築を行い、細胞機能の模倣を目指している。現在、タンパク質合成の反応系に組み込むことで合成効率を上させることが可能な透析システムに着目して微小透析システムのマイクロチップ基板への組み込み、さらに膜タンパク質の合成に関連して合成ペプチドのリポソーム膜への挿入システムを確立している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】試験管内タンパク質合成、細胞機能、膜

タンパク質、タンパク質発現、マイクロチップ電気泳動

【研究題目】グラフィカルモデルに基づく相互作用推定法の開発と適用

【研究代表者】堀本 勝久

(生命情報科学研究センター)

【研究担当者】堀本 勝久、藤 博幸、油谷 幸代
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究は、グラフィカルモデル(GM)に基づく統計因果推定法を生命情報データから相互作用を推定する方法の開発に適用し、遺伝子発現プロファイル、蛋白質配列・立体構造情報などの生物情報から生命現象におけるシステム間及び分子間の因果関係を推定することで、生命システムを構成する物質間の関係性の理解を深めることを目的としている。具体的に、

- 1) 近年開発したグラフィカル・ガウシアン・モデル(GGM)によるシステム間の関連構造推定法に基づいた、グラフィカル連鎖モデル(GCM)による因果推定法を確立した。
- 2) GMの一つである path consistency(PC)アルゴリズムの改良によって、分子間関連及び因果推定法を開発した。
- 3) 知識ベースに推定された関連・因果モデルに基づいて評価する方法を開発した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】グラフィカル連鎖モデル、統計因果推定法

【研究題目】パスウェイ知識表現における矛盾検証の理論的解析と技術開発

【研究代表者】福田 賢一郎

(生命情報科学研究センター)

【研究担当者】福田 賢一郎(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

疾病や生物プロセスなど、生命現象のメカニズムを対象とした知識処理では、論文やデータベースのコメント欄に自然言語で記述された知識の電子化手法が従来の課題であった。そのため、遺伝子機能を記述するためのオントロジーや、論文から該当知識を抽出するテキストマイニングなどの自然言語処理技術の研究開発が世界的に進められてきた。また、生命現象の分子メカニズムを記述するパスウェイデータベースについては、オントロジーで詳細に意味を定義したデータフォーマットを標準化させようという国際的な取り組みがすすんでいる。これらの成果により、近い将来、専門家によってキュレートされた知識、自然言語処理システムが自動抽出した知識、そして様々な実験技術から導出された知識、というように精度も性質も異なる情報が共通のプラットフォーム上

で入手可能になることが期待される。このような状況を
見据えて、今後は互いに整合性を持っていると保証され
ていない異なる出自のデータを対象とした知識処理技術
の開発が必要となる。

本研究では複数オントロジー存在下での推論、パスウ
ェイデータベースを用いた知識統合、新規知識の導出を
目標として、パスウェイデータの矛盾検出に関する知識
表現の基礎研究を展開する。

本年度は主として以下の成果を得ることができた。

- 1) OWL オントロジー記述言語による高度なパスウ
ェイ知識表現法の設計開発。
- 2) BioPAX オントロジーでは表現できないパスウェイ
知識の表現手法の開発。
- 3) INOH データの BioPAX フォーマットでのリリ
ース。
- 4) パスウェイデータの満たすべき整合性ルール、矛盾
検出ルールの整備/開発 (継続中)。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 知識処理、パスウェイ、データベース、
オントロジー

〔研究題目〕 脳損傷後の上肢運動訓練がもたらす効果
の統合的研究

〔研究代表者〕 肥後 範行 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 肥後 範行、村田 弓

(連携大学院学生) (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

脳損傷後の訓練が機能回復を促進すると考えられてい
るが、そのメカニズムは良く分かっていない。本研究で
は、マカクザルを用いた実験系を用いて、脳損傷後の運
動訓練が上肢の機能回復に及ぼす効果を行動レベルと組
織化学レベルの両面から解明することを目的とする。第
一次運動野損傷後に積極的な運動訓練を行った個体群
(n=3) と運動訓練を行わなかった個体群 (n=3) と
もに、第一次運動野指領域の損傷直後は指運動の完全麻痺
が生じたが、その後運動機能は徐々に回復した。損傷後
2-3週間で両群ともに指の動きが多く見られるようにな
ったが、拇指と示指の独立した動きは不十分であった。
損傷前は拇指と示指の対向による指先での把握 (精密把
握) が見られたのに対して、この時期には示指の屈曲に
ともなって拇指の屈曲が生じるため、拇指と示指の対向
が見られず、拇指の背側面で把持する代償的な把握が多
く見られた。その後1ヶ月の間に訓練群では代償的な把
握の割合が減少し、精密把握の割合が増加するのに対し
、非訓練群では代償的な把握の割合が高いまま推移し、損
傷後6カ月の時点においても精密把握がほとんど見られ
なかった。以上のことから、第一次運動野損傷後の運動
機能回復過程には訓練を必要とする要素と訓練を必要と
しない要素の両方があり、特に精密把握の回復に関して
は損傷後の訓練が必要であると考えられる。現在、損傷

後の機能回復の基盤となる神経回路の変化を明らかにす
るために、回復途中または回復直後の脳組織を採取し
(現在13頭分のサンプルを採取)、神経回路変化に関わ
る分子の発現を解析中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 リハビリテーション、霊長類、病態モデ
ル、機能回復、神経可塑性

〔研究題目〕 神経回路と情報処理の統合的解析による、
側頭葉における連合学習の解明

〔研究代表者〕 菅生 康子 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 菅生 康子 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

脳は学習することができるという、効率的で有利な機
能を持っている。本研究課題では、組織化学的手法を用
いて側頭皮質を中心とした視覚刺激-報酬スケジュール
の連合学習の神経回路を、そして生理学的手法を用いて
学習に関わる情報処理を明らかにすることを目的とする。
本年度は、霊長類の側頭皮質において、ドーパミン受容
体の分布及びそれらを発現するニューロンの種類につ
いて明らかになっていない現状を鑑み、連合学習に関わ
る神経回路を調べる第1段階として、サルの前頭皮質での
ドーパミン D1及び D2受容体の分布を、免疫組織化学
的手法で調べた。実験の結果、抗 D1受容体抗体と抗
D2受容体抗体のシグナルを、下側頭皮質の II-VI 層で
主に錐体細胞で観察した。発現の強度に、D1受容体と
D2受容体で違いが見られた。D2受容体の発現強度は、
嗅周囲/傍嗅皮質のほうが TE 野に比べて有意に高い傾
向があった。それに対し、D1受容体の発現強度には有
意な差がなかった。D1受容体と D2受容体を発現する抑
制性細胞の割合も、嗅周囲/傍嗅皮質と TE 野で差はみ
られなかった。さらに、D1受容体と D2受容体を共発現
している細胞の割合についても嗅周囲/傍嗅皮質と TE
野で有意な差はなく、大多数の細胞が共発現している
ことを明らかにした。これらの結果は、嗅周囲/傍嗅皮質
と TE 野で D2受容体の分布のみに差があり、それが嗅
周囲/傍嗅皮質と TE 野との機能の差に繋がる物質的基
盤となっている可能性を示唆する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 実験系心理学、脳・神経、神経科学

〔研究題目〕 特定神経回路の機能を解析する新手法の
開発と応用

〔研究代表者〕 長谷川 良平 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 長谷川 良平、長谷川 由香子
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

目標：

本研究では、実験動物の脳・神経系において、特定神
経回路の機能を同定するための新しい解析方法を開発す

ることである。

研究計画：

上記目標のため、次の3つのサブテーマ：①特定回路の選択的破壊を誘発する汎用的手法（解剖・生理・分子生物学的融合手法）の開発、②上記新手法の適用候補となる神経回路の選定（サルを用いた実験）、③その神経回路の機能を調べるために適切な行動課題の選定（ラットを用いた実験）に関して研究・開発を進めている。

年度進捗状況：

本研究で今年度では上記サブテーマのうち、②と③を中心に研究を進展させた。②サル生理実験・・・視覚弁別による眼球運動の意思決定を必要とする課題をサルに訓練し、遂行中のサルの上丘から記録されたニューロン活動を解析し、行動の抑制（Hasegawa et al., *Neural Networks*, 2006）や不確かな行動の遂行（Ratcliff et al., *Neural Networks*, 2006）に関わる神経機構を明らかにした。③ラット行動実験・・・回転カゴやスキナーボックスなどラットのオペラント行動を独自の観点から測定するシステムを作成し、今後の脳科学的実験に利用する準備を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 特定神経回路、機能解析

【研究題目】 重力空間情報処理機構の解明

【研究代表者】 山本 慎也（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 山本 慎也（常勤職員1名）

【研究内容】

脳が外界を再構成する際に、その空間構造を適切に把握することは、生存において非常に重要な役割を果たしている。これまでの神経科学の研究において、さまざまな観点から、空間の再構成のメカニズムの解明が行われてきたが、中でもヒトを用いた「左右」の空間表現に関する研究は数多くなされてきた（cf. Yamamoto & Kitazawa, 2001）。一方、空間内における「左右」軸はあくまで相対的なものであり、ほかの2軸と密接にかかわりあってくる。特に頭を傾けただけで、上下左右の関係性が変わることから、「左右」軸の「上下」軸との関連は密接であると考えられる。このように、脳の空間認知機構を考える上で、上下の知覚を考えることは必要不可欠であるにもかかわらず、上下方向の空間認知に関する研究が十分進んでいるとは言いがたい。本研究計画は、脳における上下方向の空間表現の解明することによって、空間認知のメカニズムの理解に貢献することを目標として行った。

はじめに、我々は、上下をひっくり返すことによって違う意味を持つタイプの多義図形（以下「逆さ絵」）を用い、重力に対する我々の姿勢が視知覚に影響を与えるのかどうかを調べた。逆さ絵を顔に対して横に提示し、さまざまな姿勢で提示した場合、この知覚がどのように変化するだろうか？この多義図形を、**upright** で見た場合、

顔に対して右側が上の図が見える確率と顔に対して左側が上の図が見える確率はほぼ五分五分であった。一方、顔に対してはあくまで横向きのまま（ヘッドマウントディスプレイ等で網膜像をほぼ同一のものにしたまま）、姿勢だけを変えた場合、顔の右側を上にした場合には、顔に対して右側が上の意味が知覚される確率は70%と有意に増加し、顔の左側を上にした場合には、その確率が40%以下に有意に減少した。

このように、網膜への視覚入力がほぼ同じなのにもかかわらず姿勢によって視知覚が変わることから、多義図形の知覚は単に視覚入力のみならず、前庭入力や固有覚入力・触覚入力のマルチモーダルな情報を統合することによって生成されている可能性が示唆された。このような情報統合が脳内で実際にどのように行われているかは未だ不明であり、今後の解明が求められる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 空間知覚、神経科学

【研究題目】 Precursor BDNF によるシナプス退縮のメカニズムとその生理的役割

【研究代表者】 小島 正己

（セルエジニアリング研究部門）

【研究担当者】 小島 正己、清末 和之

（常勤職員2名）

【研究内容】

脳由来神経栄養因子（Brain-derived neurotrophic factor: BDNF）を含む神経栄養因子群の生理作用は、神経細胞の生存維持・アクソン・デンドライトの伸展・シナプス伝達の調節と概念的に説明されてきた。しかし、2001年 Barbara Hempstead らが、NGFの前駆体（proNGF）が神経細胞死を促進することを報告して以来（Science, 2001）、神経栄養因子の研究分野は新しいパラダイムの検証を開始した。つまり、前駆体型神経栄養因子と成熟型神経栄養因子の機能的あるいは量的バランスによって、神経細胞の生死・アクソン・デンドライトの伸縮・シナプス伝達の調節が、正あるいは負に調節されるというモデルである。この仮説は一見魅力的であるが、検証を遅らせる実験上の問題があった。それは、①、神経栄養因子という成長因子自体の生化学的検出が難しいこと、②、前駆体型神経栄養因子の調整方法が世界的にまだ十分に確立されていないこと、③、この仮説の検証に有用なモデル動物の必要性である。発表者のグループは、BDNFの一塩基多型 SNP の分子機能の研究を通して、これらの問題を克服してきた。つまり、前駆体型 BDNF を成熟型 BDNF に変換するプロセッシングに影響する polymorphism の分子解析から、これらを克服すべく研究材料を整えた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経栄養因子、たんぱく質

〔研究題目〕 固体・液体原料からのマイクロプラズマプロセスの診断及びパルスの発生法との融合

〔研究代表者〕 清水 禎樹
(界面ナノアーキテクトニクス研究センター)

〔研究担当者〕 清水 禎樹 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

従来開発してきた酸化ナノ粒子合成プロセスにおけるプロセスメカニズムの解明を試みた。主にプロセスの発光分光診断や、生成したナノ粒子などの詳細な観察結果に基づいて考察を行い、その結果、プロセスメカニズムがプラズマガス流量の増加に伴い遷移することを明らかにした。低流量域では原料の蒸発、気相での反応がプロセスを支配するのに対して、高流量域では、原料の溶解・凝固プロセスが支配することが見出された。また、各領域で生成するナノ粒子の特徴を明らかにし、両者の遷移領域では一次元成長したナノ粒子が生成することも見出した。一方で、従来技術では不可能であった「大気中での純金属ナノ粒子の合成」を目指した新規デポジション法の開発を試み、水素マイクロプラズマによるプロセス技術の開発を行った。本開発では、ナノ粒子生成過程における酸化の抑制に成功し、金属モリブデン微小膜の作製に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 大気圧マイクロプラズマ、酸化モリブデン、マイクロ溶射、マイクロ CVD

〔研究題目〕 フォールディング・エレメント間相互作用に基づく蛋白質構造形成機構の解明

〔研究代表者〕 新井 宗仁 (生物機能工学研究部門)

〔研究担当者〕 新井 宗仁、巖倉 正寛
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

蛋白質のフォールディング・エレメント (FE) とは、「主鎖の連結が天然構造形成に必須な部位」であり、蛋白質の foldability の決定因子を解明する上での重要な手がかりになると期待されている。本研究では、ジヒドロ葉酸還元酵素 (DHFR) をモデル蛋白質として用い、FE 巻相互作用という新たな観点から、蛋白質のフォールディング機構を解明することを目的として研究をすすめている。本年度は以下の成果を得た。

1. FE 間相互作用の形成過程 :

連続フロー蛍光 TCSPC 法を用いて、サブミリ秒の時間域における DHFR のフォールディング反応を測定した結果、ミリ秒以内に FE3、FE4、FE5 周辺の相互作用が部分的に形成されることが示唆された。また、FE 外領域に蛍光プローブ AEDANS を導入し、Trp と AEDANS 間の蛍光エネルギー移動を測定することにより、ラベル導入部位周辺の FE 間相互作用を観測

することを試みた結果、折り畳み反応開始後 30 μ 秒以内に、DHFR のアデノシン結合サブドメインの構造がコンパクトになっているのに対し、ループ・サブドメインはやや広がった構造をしていることが示唆された。

2. FE 間相互作用の効率的な形成方法の探索 :

FE の連結方法、FE 間リンカーにおける制約を調べることを目指して研究を行った。DHFR を3つのブロックに分け、それらの連結順序を様々に変えた変異体を作成し、蛋白質の構造形成能を調べた結果、蛋白質が foldable になるためには、FE の連結順序に制約があること、また、FE 間リンカー長が可変であることなどが明らかになった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 蛋白質、構造形成、フォールディング反応、フォールディング・エレメント

〔研究題目〕 メソフェーズ系電子材料における分子の動的制御と電荷輸送機能に関する研究

〔研究代表者〕 清水 洋 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 清水 洋 (常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

π 電子共役系を分子中心に有するディスコチック液晶では、分子が積層し形成されるカラムナ相においてアモルファスシリコンに迫る高速の電荷移動度を示すものが見出されており、液晶性半導体として近年の有機エレクトロニクス研究の一つの興味深いカテゴリーとして活発に研究されている。しかし、異方的な電荷移動特性を有効に活用するためにこれら液晶性半導体が一般的に高次配向秩序、高粘性であるために配向制御が極めて難しいという問題を克服する必要がある。これまでディスプレイ技術において培われてきたネマチック液晶等の低粘性相での配向制御手法は有効でなく、新規な手法論の開発が待たれる。また、現状では液晶性半導体の電荷移動度は $10^{-1} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ オーダーであり、動的な分子集合体という固体系材料にない特色がともすればマイナスの要因となっている状況の中、更なる高速化が求められている。本課題では、ディスコチック液晶性半導体について (1) 自発的配向特性の制御に係る研究として数種のペルフルオロアルキル置換トリフェニレン液晶の自発的配向特性を表面エネルギーの観点から定量的に解釈すること及び (2) 電荷移動の高速化に向けてディスコチック液晶のカラム構造の制御をフタロシアニン・オキシポリマー液晶に対して分子間の特異的相互作用により実現することについて研究を行った。その結果、(1)では表面自由エネルギーを液適法による接触角測定によって求め、ディスコチック液晶性半導体における自発的配向特性がペルフルオロアルキル鎖の導入によって促進されうること、(2)では新規なフタロシアニン金属錯体液晶の高分子化のための二量体合成を行い、その液晶性を解明した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 有機エレクトロニクス、液晶性半導体、電荷輸送

〔研究題目〕 ナノチューブ含有非線形導波路デバイスの構築

〔研究代表者〕 榊原 陽一（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 榊原 陽一（常勤職員1名）

〔研究内容〕

カーボンナノチューブはピコ秒程度の超高速の可飽和吸収効果を光通信波長帯で示すため、超高速全光スイッチング等の光制御を実現しうる有望な非線形光学材料である。この効果を発現させるデバイス構造として、光導波路は有力なデバイス構造である。本研究では、ナノチューブが含有されたポリイミドをコアとする埋め込み型の導波路デバイスの試作を進め、試作したデバイスの導波特性及び可飽和吸収特性の評価を進めた。

導波路デバイスの試作においては、まず SiO_2 酸化膜基板上に、単層ナノチューブを分散したポリイミドをスピコートし、次にポジ型のフォトレジスト層をコート・露光・現像した。さらに反応性イオンエッチングによりドライエッチングし、コア構造を形成した。このコア構造を UV 硬化エポキシ樹脂で埋め込んだ。

試作したデバイスに対して、レンズファイバーを利用して光を導入し、出射端でのニアフィールド像を観察測定した。その結果、マルチモードの導波路であっても、適切な入射アライメントにより基本モードのみを選択的に励振することが可能であることがわかった。また、作製した導波路が実際に可飽和吸収効果を示すことを、波長 $1.55 \mu\text{m}$ 、パルス幅 0.3 ps 、繰り返し 20 MHz のレーザー光源を用いて確認した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 カーボンナノチューブ、導波路、可飽和吸収

〔研究題目〕 光イオン化分光法によるイオン液体中のイオン・電子の溶媒和エネルギー評価

〔研究代表者〕 加藤 隆二

（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 加藤 隆二（常勤職員1名）

〔研究内容〕

目標：

イオン液体の溶媒和現象について、光イオン化分光法によるアプローチを行う。

研究計画：

実際の実験として、①光電子放出スペクトル測定装置の開発と②過渡吸収分光による光電荷分離測定の最適化について行った。

年度進捗状況：

①の光電子放出スペクトル測定とは、イオン液体中の

分子からの光電子放出しきい値を、放出された電子数を、励起波長を変えながら測定することで決定する方法である。今年度は基本的な装置の組み立てが終わり、予備的な測定を行った。今後改良を重ねながら計測をすすめる予定である。

②については、イオン液体中に生成したカチオンや溶媒和電子を過渡吸収分光法によって検出する研究を進めた。具体的にはイオン液体において、ヨウ素イオンの励起によって生じる溶媒和電子の測定に成功した。吸収係数を見積り、溶媒和電子の生成効率、つまり光電荷分離過程の量子収率を 0.34 と決定した。これはイオン濃度が極限的に高いイオン液体では予想できないほど高い効率であり、イオン液体の性質について重要な知見であると考えている。さらにヨウ素イオンの存在状態を検討するために紫外波長域での吸収スペクトルを測定し、イオン液体中でイオン対を形成している可能性を見いだした。これらの結果は論文として公表した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 イオン液体、過渡吸収、光イオン化

〔研究題目〕 特異環境場におけるイオン液体—ガス貯蔵媒体としての特性解明と制御の試み

〔研究代表者〕 金久保 光央

（コンパクト化学プロセス研究センター）

〔研究担当者〕 金久保 光央、松永 英之、成田 真理、亀田 恭男（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

イオン液体は不揮発性、不燃性の特長をもち、一般にガスあるいはさらに高圧の超臨界流体相に溶出しないが、二酸化炭素などある種のガスを極めて顕著に溶解する性質をもち、ガス分離・精製やガス貯蔵媒体としての利用が期待されている。しかしながら、その溶媒機能やガスの溶解メカニズムについては未だほとんど解明されておらず、多岐に渡る利用や応用の妨げとなっている。本研究では、「どうして多量のガスがイオン液体に溶解するのか」という疑問を掘り下げ、「イオン液体とは何か」という課題の探求に資する。特に、イオン液体中におけるガスの溶存状態やイオン液体とガス分子との相互作用など基礎科学的な現象を様々な視点から明らかとし、ガス貯蔵媒体としての特性解明とその制御を試みる。

平成18年度は、主に1-ブチル-3-メチルイミダゾリウムをカチオンとし、 PF_6^- 、 BF_4^- 、 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ をアニオンとしたイオン液体に注目し、二酸化炭素を加圧、溶解したときの電気伝導度の圧力依存性を決定した。どのイオン液体の場合も、電気伝導度は $\sim 7 \text{ MPa}$ 付近までほぼ直線的に増加し、イオン液体中の輸送現象は二酸化炭素の溶解により大幅に改善されることが分かった。さらに、電気伝導度をモル電気伝導度に換算し、その変化率を二酸化炭素のモル分率に対してプロットしたところ、 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^- < \text{BF}_4^- < \text{PF}_6^-$ の順で大きくなり、その順

序は溶解エンタルピーの減少と非常に良く一致することが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 イオン液体、高圧ガス、溶解メカニズム、溶媒機能

〔研究題目〕 階層構造スケーリングを考慮した、自己組織神経回路網の環境応答解析

〔研究代表者〕 工藤 卓

(セルエジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 工藤 卓、田口 隆久

(常勤職員2名)

〔研究内容〕

目標：

情報処理可能な生体神経回路網を複数接続した環境を構築し、上位情報処理システムを加えて、高等生物のクラスター化された神経回路網を模した系を構築する。これまで蓄積した神経活動電位計測技術を活用して、自発的発火活動を指標としながら、その相互相関性、時間的変動特性や周期性に着目して神経回路網の情報処理過程を記述する。機能分子、細胞単体の素機能を見据えながら、ネットワーク、さらに複数ネットワークのクラスターという階層性を操作する技術を確認する。これらを総合して、環境からの入力に対し応答する生体のサブセットを再構成し、生命機能の階層性と相互作用の効果を明らかにすることが目的である。

研究計画：

情報処理の流れを詳細に制御するために適切な培養液組成、培養基質表面のコート手法などを網羅的に、詳細に検討し、安定した培養条件を確認する。また、各種機能分子や、拡散性モジュレータ分子の神経回路網活動への寄与率を詳細に解析し、活動度を制御する手法を検討する。さらに、環境からの入力としての電流刺激が細胞間相互作用に及ぼす効果を検討し、入出力特性の解析を行う。同時に、神経回路網クラスターのための、相互通信プログラム、多点刺激システムの開発を行う。

成果：

情報処理の流れを詳細に制御するために適切な培養条件、培養液組成、培養基質表面のコート手法などを網羅的に、詳細に検討した。長期にわたって神経活動を継続的に記録する系を確認し、培養日数に依存して特徴的な自発的神経活動が発生すること、これが神経機能的結合の構成に関与することを発見した。この内容に関して論文を1報(電気学会誌) 発表した。また、国際学会で成果を2件公表した (MHS、SFN)。

神経栄養因子などの拡散性モジュレータが急性に自発的神経電気活動を活性化させ、ネットワークの活動パターンが変化することを見いだした。さらに、培養を継続したまま各種薬剤による活動パターンの変化を解析する手法を開発し、NMDA 型グルタミン酸受容体の発現

と培養日数依存的な特徴的活動パターンとの相関を継続して解析中である。

さらに、環境からの入力として電流刺激を再構成神経回路網に与え、これが細胞間相互作用に及ぼす効果を検討した。神経回路活動に依存したフィードバック刺激を印加することで、自発的活動パターンが大きく変更されることを見だし、この結果をふまえて、プログラム可能な多点刺激切替システムの開発を行い、さらに柔軟なフィードバック刺激が可能な系を構築した。また、神経回路網クラスター構築を目指し、相互通信プログラムの作成を行い、生体神経回路網を複数接続したクラスターに上位情報処理システムを加えて、高等生物の階層化された神経回路網を模した系を構築している。多点刺激装置による刺激・記録系のシステムインテグレーションに関して、英文誌に1報発表した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 細胞外電位多点計測システム、シナプス可塑性、ニューラルネットワーク、パイオロボティクス・ハイブリッド

〔研究題目〕 分散環境におけるディペンダブル情報システム実現のためのテスト・検証アプローチ

〔研究代表者〕 崔 銀恵 (システム検証研究センター)

〔研究担当者〕 崔 銀恵 (常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

近年のディペンダブルシステム研究によって、原子ブロードキャストや仮想同期等の重要な耐故障分散アルゴリズムは、合意アルゴリズムと故障検出機構に基づくモジュラー構造に分解できることが示された。この構造に従い、耐故障分散アルゴリズムの自動検証法確立という研究目的を達成するため、以下の三点から進める。

1. 故障と故障検出機構のモデル化
2. 合意アルゴリズムに対するモデル検査法開発
3. 耐故障分散アルゴリズムに対するモデル検査法開発

大きく次の研究成果を得た。

1. 分散システム上の故障のモデル化と耐故障プロトコルの検証への適用：

分散システム上の故障の分類毎のモデル化手法を開発し、商用機器に組み込まれている耐故障分散グループマネジメントプロトコルの検証に適用した。本研究では、提案した各故障のモデルと対象プロトコルのモデルを組み合わせたモデルを用いてモデル検査を行うことで、様々な故障のシナリオの下での検証が可能になり、その結果、不具合検出に成功した。本研究成果は国際会議「The 7th International Workshop on Information Security Applications (WISA2006)」で発表を行った。

2. モジュラー構造耐故障分散アルゴリズムのモデル検査法開発：

故障検出機構と合意アルゴリズムに基づくモジュラー構造耐故障分散アルゴリズムのモデル検査法の枠組みを考案し、重要な耐故障分散アルゴリズムの1つである非ブロッキング原子コミットプロトコルの検証に適用した。提案法では、構成モジュールを抽象化してモデル化し、それらのモジュールで成り立つことが保証されている性質を利用して対象プロトコルが満たすべき性質を表す時相論理式を組み立てることで、検証の高速化を可能にした。本研究成果はテクニカルレポート「算譜科学研究速報」に発表した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ディペンダビリティ、故障のモデル化、耐故障分散アルゴリズム、モデル検査

【研究題目】細胞内の巨大粒子 Vault の機能解析

【研究代表者】P.K.R. Kumar

(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】P.K.R. Kumar (常勤職員1名)

【研究内容】

真核生物の細胞中には、RNA とタンパク質とから構成されるリボヌクレオプロテイン、つまり Vault と呼ばれる粒子群が存在する。この粒子は細胞内で最大の分子量をもち、がん細胞では大量に発現する。機能は未解明であるが、細胞内の無毒化機構の中で重要な役割をしていることが明らかになりつつある。我々は、異物に結合して排除する役割をするのはタンパク質ではなく、RNA であることを、CD 解析、in-line probe 解析、転写阻害活性実験により明らかにし、Vault の RNA-1 と RNA-2 が化学療法剤との結合に関与していることを示した [Gopinath et al., Nucleic Acids Res., 2005]。さらに、細胞内の Vault RNA の機能を調べるために、Vault RNA 遺伝子を RNAi 法によりノックダウンし、化学療法剤に対する感受性を細胞が維持できるかどうかを解析し、Vault RNA の発現をノックダウンするのに効果的な RNA 上の部位を見つけた。また、ヒトがん細胞中で、この RNA を発現させることに成功し、現在、この細胞株を用いて化学療法剤に対する感受性のテストを行っている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】vault、RNA、無毒化機構、がん細胞、化学療法剤、RNAi、ノックダウン

【研究題目】第一原理計算による高密度格子欠陥構造の電子論的解明と材料設計

【研究代表者】香山 正憲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】香山 正憲、田中 真悟、王 如志

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

巨大歪により創成された材料は、格子欠陥が極めて高

密度に導入され、特異粒界を含む微細粒・ナノ結晶粒組織である。こうした高密度格子欠陥の非平衡ナノ組織の特異な機械的性質を真に理解し設計理論を構築するには、様々な局所領域の原子・電子構造や高密度格子欠陥状態を掘り下げて解明することが不可欠である。本研究課題は、こうした高密度格子欠陥構造を、第一原理計算(密度汎関数理論に基づく大規模スーパーセル計算)を用いて、実験観察とも密接に連携しながら詳細に解明すること、さらに、様々な欠陥や溶質原子の効果の検討を通じて、巨大ひずみ材料の設計理論を電子論の立場から構築することを目的とする。当該グループは、特に、粒界や界面の原子・電子構造とその機械的性質、溶質原子や不純物と粒界との相互作用に着目し、第一原理計算を進める。平成18年度は、次年度からの大規模計算の準備として、Al と Cu の完全結晶の第一原理計算、並びに、対応粒界モデル(傾角粒界、ねじり粒界)の構築と第一原理計算のテストを行った。完全結晶については、格子定数やエネルギーが高精度に再現できることを確認した。また粒界モデルについては、計算高速化のための対称性分析を行い、Cu と Al の $\Sigma=11$ 傾角粒界でのテストに成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】第一原理計算、界面、結晶粒界、材料設計

【研究題目】動作調節機能とその学習過程を模擬・評価するための神経系数理モデルの研究

【研究代表者】横井 孝志(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】横井 孝志、浅井 義之、金子 文成、小峰 秀彦(常勤職員4名)

【研究内容】

本研究では、動作調節機能を対象とした新しい運動療法やその効果・有効性を評価する方法を構築するための基礎研究として、訓練による学習・習熟過程の模擬・再現も視野に入れた神経筋系の数理モデルを開発する。このため、特に下肢の運動状態や筋出力状態、及びその学習過程を模擬・再現できる神経筋系モデルを構築することに焦点を絞って進めてきた。

今年度は、脊髄レベルの機能的神経回路で左右交番的な歩行リズムを生成する上で重要な役割を果たすと考えられている中枢パターン生成器(CPG)のモデリングを検討した。この中で、単一神経モデルとして、Izhikevich (2003)により提案されているスパイクングニューロンモデルを用いる方針を固めた。神経細胞モデルが示すダイナミクスは、あるパラメータの連続的な変化に伴い質的に変化する場合がある(分岐現象)こと、CPGモデルとして重要なダイナミクスは漸近安定な振動性のダイナミクス(安定リミットサイクル振動)であり、神経モデルが安定リミットサイクルを持つに至る分岐の種類は複数存在することを確認した。このスパイク

ングニューロンモデルには、パラメータを適切に調節することでリミットサイクル振動を生成する複数の分岐経路を任意に選択することができるというメリットがある。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 中枢パターン生成器、歩行、数理モデル

〔研究題目〕 生体酵素の機能を模倣したナノ物質変換システムの開発

〔研究代表者〕 多井 豊

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 多井 豊、大橋 文彦、山口 渡

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

本研究では、ナノ材料の特異な物性を利用し、通常は困難な化学反応を穏やかな条件下で実現する手法の開発を目的としている。3人の研究者がそれぞれ、項目①：構造及び機能を制御したナノ多孔体の開発及び基礎物性評価、項目②：サイズ選別したナノ粒子の作製、ナノ多孔体への担持、及び触媒能の基礎評価、項目③：ナノ多孔体／ナノ粒子複合材料を電極とする電気化学リアクタの作製と反応評価、の各項目を分担する。

項目①については、前年度に有効性を検証した手法を用い、より具体的な機能発現を狙ったナノ多孔体の合成に取り組んだ。層状物質 MoO_3 の層間に Na 、 K 、 $\text{Fe}(\text{Phen})_3$ などのイオンを挿入した多孔体を合成、イオンの比率を変化させることで細孔サイズの精密制御を実現した。また項目③とも合わせ、それらの電気化学的水素吸蔵能を評価した。

項目②については、精密にサイズ選別した、金ナノ粒子担持触媒の CO 酸化活性に関して、4.5-6.5 nm の領域での評価を行い、1.5-6.5 nm の粒径領域でのサイズ効果を明らかにした。また、エアロゲル担持金触媒の高担持領域での性能評価、及び幅広い温度域 (200-350 K) での反応速度の温度依存を明らかにした。

項目③については、層状化合物 MoO_3 をベースに作製したナノ多孔体について、水溶液中での電気化学的水素吸蔵能を評価し、層間に挿入した陽イオンの種類と密度に対する依存性を明らかにした。また、活性炭に担持した金ナノ粒子触媒の電極化手法を開発するとともに、予備実験として行った金バルク電極による電解実験において、アルドール反応の室温下での on/off 制御に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノ粒子、ナノ細孔、触媒

〔研究題目〕 構造緩和させた金属酸化薄膜のレイヤー・バイ・レイヤー形成に関する研究

〔研究代表者〕 南條 弘

(コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕 南條 弘、石川 育夫、藤村 元章、

早坂 淳子、

Zhengbin Xia, Huihua Deng

(常勤職員2名、他4名)

〔研究内容〕

不働態化すると、300 °Cまで針状組織の針の数の増加が抑えられて空気酸化膜よりも平坦性が維持され、酸化膜厚の急上昇を押さえられることが分かった。表面に針状組織ができる条件に対応して、X線回折パターンにピークが現れたことから、針状組織は結晶性の Fe_2O_3 または Fe_3O_4 であると考えられる。

試料の AFM 像の粗さ R_{ms} と STM 像のテラス幅より、どの処理でも50~100 °Cの温度で処理すると原子レベル平坦化に効果的であることが分かった。

試料に赤外線処理または電気炉での熱処理のみ (50 °C~100 °C) を施すことで、テラス幅が10 nm 程度まで拡張されることが分かった。最大のテラス幅は不働態化と50 °Cにおける電気炉での熱処理を組み合わせた場合で11.7 nm に達した。

酸化膜の耐食性を0.1 mol/L 塩酸中における皮膜破壊時間で評価すると、不働態化+電気炉120分の熱処理では耐食性が100 °Cで最高になり、不働態化+赤外線120分照射では150 °Cで最高になることが分かった。

酸化膜厚と耐食性の間には明確な相関が無いが、テラス幅と耐食性の間には軽い正の相関関係があることから、テラス幅の増加は塩酸水溶液中における耐食性の向上に寄与することが分かった。

また、酸化膜中の金属濃度をホッピングモデルで理論解析したところ、皮膜中のポテンシャル障壁ではなく、金属/酸化膜界面や膜/外側環境界面におけるポテンシャル障壁に依存することが分かった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金属酸化膜、陽極酸化、原子層、膜構造緩和、原子レベル平坦化、ホッピングモデル

〔研究題目〕 圧子力学に基づく知能獲得型触覚センサに関する研究

〔研究代表者〕 宮島 達也

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 宮島 達也 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

人間支援型ロボットは、人と同様に様々な材質からなる物体と接触しながら活動しなければならない。このような活動環境下では、接触の瞬間に物体の材質を認識できる分析機能を持つことにより把持動作をはじめとする各種活動の効率が向上するものと考えられる。さらに、触覚センサによって素材認識の能力を持つことはロボットの知能の獲得に繋がるものであり、分析機能を持つセンサの重要性は今後増大していくと思われる。本研究では、接触物体の機械的特性に焦点をあてた指先用の触覚

センサの開発を目標として、力学物性試験法である圧子力学の技術や解析法をロボット用触覚センサ素子に応用する研究を進めている。前年度までに、触覚センサの構造を球殻とし、接触によって球殻に発生する歪み分布を球殻内面の2点の歪みにより近似することで、接触物体の弾性や粘弾性の感覚を検知できることを報告した。しかし、2点の歪み計測式触覚センサでは接触点と歪み計測点との位置関係は明確ではなく、歪み分布の近似精度に問題があった。そこで今年度は、精度向上を図るため、接触点と歪み計測点との位置の調整を可能とする調芯機能を付加することを検討した。分析用歪みゲージと共役関係にある調芯用歪みゲージを追加し、これらを用いた調芯アルゴリズムを歪み分布の近似及び力学物性評価アルゴリズムの前段に挿入した3点歪み計測システムを開発した。計測信号である球面変形信号を軸心調整にも利用できるように、シンプルなセンサ構成を保ちながら接触位置に関する調芯機能を組み込むことに成功した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 触覚センサ、接触、圧子力学、ロボティクス、ロボット

【研究題目】 ノンコーディング RNA を介した神経新生の分子制御機構の解明

【研究代表者】 桑原 知子 (器官発生工学研究ラボ)

【研究担当者】 桑原 知子、藁科 雅岐
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

脳内の神経幹細胞が、神経新生を起こして成熟神経細胞にまで分化する際、必要となる遺伝子群の発現調節に寄与するノンコーディング RNA の機能について解析する。海馬の神経新生を起こす領域に存在する、成体の脳内で機能している神経幹細胞に着目し、その制御機構について分子生物学的な解析を行う。分化段階を示す代表的な転写因子や、シグナル伝達機構について免疫組織染色を行い、モデルとなる神経幹細胞培養系で制御機構を探索する。さらに、それらの制御機構と関わる機能性 RNA の発現を指標とするモデル動物の創成を最終目標とする。

ゲノムの非翻訳領域から産出される、神経新生を引き起こす新規の機能性 RNA、small modulatory dsRNA (smRNA) の分子制御機構について詳細な解析を行っている。記憶・学習機能を司る、成体の脳内の海馬領域で、神経幹細胞から神経新生が起きる最初の段階のニューロblastと呼ばれる神経新生細胞に、この smRNA の前駆体となる長鎖2本鎖 RNA が発現されることが判明してきた。成熟 smRNA は NRSE と呼ばれる約20-23残基ほどの配列をもった2本鎖の小さい機能性 RNA の形状を持ち、脳内神経幹細胞から新しく神経が新生される一時期に、細胞の核内に現れる。成熟 smRNA が生成する前の、前駆体 RNA を発現する制御機構のレポータ

ーカセットの創成を行った。この機能性 RNA の発現指標カセットをレンチウイルスの形で脳海馬にマイクロインジェクションし、レポーターの活性を現在調べている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 機能性 RNA、モデル動物、神経新生

【研究題目】 siRNA ライブラリーを用いたマイクロ RNA の解析

【研究代表者】 桑原 知子 (器官発生工学研究ラボ)

【研究担当者】 Sierant Malgorzata Barbara
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

siRNA は小さな2本鎖 RNA の形状を持ち、遺伝子の発現をノックダウンするツールとして盛んに利用されている。siRNA の安定性、特異性、活性を高めるために、様々なデザインの siRNA の開発を総括的な研究目的としてこれまで実験を行ってきた。具体的な標的遺伝子として、アルツハイマー病の発症メカニズムに深く関わる Beta Secretase 遺伝子を選択し、in vitro での評価実験を行った。活性の高い siRNA が得られたので、実験動物を用いた in vivo で検証することを最終目標とした。

アルツハイマー病発症の原因メカニズムは、いくつかの主要遺伝子が明らかにされ、その作用メカニズムも提唱され報告もされている。しかし一方、その発症過程で起きる分子挙動が、通常の神経新生や神経幹細胞の細胞増殖、成熟ニューロンへの分化誘導過程とどのように関係しているのかまだ明らかになっていない。本研究では Beta Secretase を標的遺伝子とし、様々なデザインの siRNA を作製した。高効率の siRNA を発現するレンチウイルスを、脳内神経新生が頻繁に起きる脳海馬領域に直接マイクロインジェクションし、神経分化への影響を調べた。インジェクション3週間後、脳を抽出し海馬領域の切片を作成し、siRNA が与える影響を各分化経路のマーカーとなる神経遺伝子やグリア系遺伝子の多重染色で評価を行い、効率よいノックダウンが誘導できたことを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アルツハイマー病、siRNA、神経分化

【研究題目】 マイクロ RNA の解析と発現ベクターの開発

【研究代表者】 桑原 知子 (器官発生工学研究ラボ)

【研究担当者】 桑原 知子、
Antoszczyk Slawomir Janusz、
藁科 雅岐 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

脳領域へのマイクロ RNA や機能性 RNA デリバリー系は、脳関門 (blood brain barrier) のため、簡易な腹腔注射、皮下注射などでの導入及び伝達は望めない。レンチウイルスは効率よくマイクロ RNA や siRNA を発

現させることができるツールであり、脳領域でも安定に目的遺伝子または siRNA を発現できるため、神経分化過程や神経幹細胞への影響を調べる目的などに使用されている。ただし、汎用されている方法では、頭骨をドリルで開け、stereotaxic 脳固定装置を用いたマイクロインジェクション法を用い、目的とする領域を座標で確認してインジェクションするという高度な技術を伴う。この方法での導入デリバリー法とは別に、blood brain barrier を通過できるような薬剤とレンチウイルス双方を、頸動脈から注入してデリバリーを図る方法も試し、機能性 RNA の in vivo (脳領域) への導入効果を検討した。BBB を通過できるような薬剤として報告されているアラビノースをレンチウイルスと併用で用い、頸動脈を取り出してカテーテルで固定後、導入液を注入した。3週間または2ヶ月経過後、脳を抽出し海馬領域の切片を作成し、siRNA、miRNA が与える影響を各分化経路のマーカーとなる神経遺伝子やグリア系遺伝子の多重染色を行い、評価を行った。劇的に導入を向上させる効果は得られなかったが、脳内での GFP の発現を確認した。今後さらに効率の上昇を図る条件の検討や導入液の開発を進める必要があると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳関門、レンチウイルス、マイクロRNA

【研究題目】 プロモーター解析のための部位特異的組換えトランスジェニックメダカの作成

【研究代表者】 藤森 一浩

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 藤森 一浩 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

さまざまな組織再生を促す遺伝子をメダカ個体で簡便・高速に探索を行うことで、その候補遺伝子に限ってマウス等の哺乳動物でさらに詳細に評価できるような新しい創薬スクリーニングシステムを医薬産業へ提供する。これによってこれから到来する少子・高齢化社会への貢献を目指す。

研究計画：

メダカは分子生物学・遺伝学が適用でき、かつ個体が透明で内部臓器に至るまで“生きたままの細胞”を“詳細に観察することが可能な小型脊椎動物である。本研究はメダカをモデルとして有用遺伝子のスクリーニングをハイスループットで行うシステムのための技術開発の一つとして位置付けられる。そのためには、ただ単に野生型のメダカを用いるのではなく、特定の細胞種に特異的にレポーター遺伝子を発現させたトランスジェニック(TG)メダカが有用であるが、それにはメダカで作動する細胞種特異的プロモーターの取得が必要不可欠である。本研究課題では部位特異的組換え酵素を用いてゲノム中

のプロモーター領域を組み換えることによって、様々な細胞を標識することが可能な高効率でトランスジェニックメダカを作製するためのペアレンタルラインを樹立する。

年度進捗状況：

すでに取得済みでメダカにおいて動作様式が保証されている神経プロモーターを部位特異的組換え酵素の標的配列で挟み込んだものをプロモーターとし、レポーター遺伝子を発現するようなプラスミドベクターを構築し、トランスジェニックメダカを作製し、founder ラインを得た。現在、この F1 個体を維持し、系統樹立の作業を行っているところである。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 メダカ、再生医療、遺伝子、プロモーター、部位特異的組換え

【研究題目】 全反射型チップ増強赤外分光法の確立

【研究代表者】 二又 政之

(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

【研究担当者】 二又 政之 (常勤職員1名)

【研究内容】

今年度は、これまでの予備的な検討に基づき、以下の点について研究を進めた。1) 光源強度 (試料表面での光密度) の改善(感度改善): 赤外顕微鏡の集光光学系を改良し、倒立型配置の全反射プリズム底面の試料位置における赤外光の光密度を上げた。現状光学系の特性とそれに基づく光学シミュレーションによって技術的に実現可能なビーム径を見出した。カセグレン鏡の試作により10倍の改善が実現できるので、同じ SN の近接場赤外吸収スペクトルの測定時間を1/100に短縮することができる。この光密度の向上により超解像赤外吸収イメージングの実用化を大きく進めることが可能と考えられる。2) 倒立型赤外顕微鏡と自立型原子間力顕微鏡 (AFM) の複合(空間分解能改善): 既設赤外顕微鏡の光学系を改造して倒立型顕微鏡とした上で、自立型原子間力顕微鏡 (AFM) と複合する。装置全体の電氣的・機械的ノイズやドリフトなどを低減し、プリズム底面試料のトポグラフィをナノメータスケールで安定に計測する。湿度が極めて重要なノイズの原因であることを見出した。実験室の湿度を制御する方策を外気取り入れの抑制、除湿器の設置により、特に梅雨時の熱ドリフト及びノイズを1/100以下に低減することに成功した。3) プリズム表面にポリマー薄膜や有機物薄膜など種々の試料を形成し、その超解像分析を進めた。4) 近接場チップ増強赤外分光で得られる吸収増強度について、FDTD 数値計算プログラムを改良し、全反射配置で、金コートプローブチップが、全反射プリズム底面の試料に近接したときの電場増強及び赤外吸収増強を評価する方法を見出した。これを用いて、今後試料構造やチップ構造の最適化を図る

ための指針を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 単一分子感度ラマン分光、表面プラズモン、近接場振動分光

【研究題目】 分子間相互作用による光学分割能の評価手法の開発

【研究代表者】 本田 一匡

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 本田 一匡、都築 誠二、三上 益弘

(常勤職員3名)

【研究内容】

不斉炭素をもつゲスト分子を包接した胆汁酸ステロイド包接化合物を対象に、結晶構造解析から決定した鏡像異性体存在比と非経験的分子軌道で計算したホスト-ゲスト間の相互作用エネルギーとの相関を調査し、実験と比較できる精度で計算するために必要な計算手順を明らかにすることで、光学分割能の評価手法を構築する。初年度である今年度は、結晶構造が決定された包接化合物を用いて光学分割能の評価手法の開発を行うため、ステロイド系化合物と光学活性アルコール類からなる包接化合物について、束縛条件や分子間力パラメータを変えて構造最適化計算を行い、X線結晶解析の結果を再現するために必要な条件を調べた。その結果、水素結合部位については既存のパラメータや力場計算手法では構造最適化が不十分で、類似の既知構造などを参考に構造を束縛する必要があることがわかった。コール酸アミド-2-ブタノール及びコール酸アミド-2-ペンタノールにおいて、力場計算で最適化した構造を用いてS体、R体のゲスト-ホスト間の相互作用を *ab initio* 分子軌道を用いて計算し、エネルギー差からボルツマン分布式を用いて鏡像異性体存在比を見積もった。その結果、安定な異性体は実験と同じであったが、鏡像異性体存在比は実験結果とよく一致しなかった。改善のためには、構造最適化計算の精度を向上させるとともに、ホスト分子-ゲスト分子の対構造だけでなく結晶構造全体を最適化する必要があることがわかった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 光学分割、鏡像異性体存在比、包接結晶、胆汁酸、分子間相互作用、非経験分子軌道法

【研究題目】 固体電解質を利用する新規な熱電変換の研究

【研究代表者】 藤井 孝博 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 藤井 孝博 (常勤職員1名)

【研究内容】

真空中で棒状の β ”アルミナ固体電解質 (BASE) の一端を200℃程度の液体ナトリウムに浸し、他端に多孔質電極膜を取り付けて600℃程度に加熱すると、電

極-ナトリウム間に起電力が発生し電流を取出すことができる。本研究はこのような新しいタイプの熱電変換の特質を明らかにしつつ高性能化のための方策を探り、実用化の可能性を検討するものである。なるべく大きな電流を取出せるよう、 β ”アルミナの長さを短くし、さらに複数本束ねて内部抵抗の低減を図ったセルを作成して発電実験を行い、その発電特性について検討した。実験には断面2.6 mm×4.5 mm、長さ65 mmの β ”アルミナを6本結束して用いた。下部を液体ナトリウムに浸しておき、スパッタ法でモリブデン電極を取付けた上部をヒーターで加熱して起電力や電流-電圧特性を測定した。起電力は従来型のAMTEC (アルカリ金属熱電変換) とほぼ同等で、電流は120 mA程度が得られた。この電流値は β ”アルミナのイオン導電率から推定される値とほぼ一致していた。低温端の温度を高め設定すると起電力は低下するもののイオン導電率の面で有利となり、より大きな出力が期待できることが分かった。ナトリウムの温度による蒸気圧変化を起電力に変換するAMTECと、セル内に圧力差が存在しない本研究のセルで同様の起電力が得られることは興味深い。高出力化には電解質の導電率を高めることが必須であり、熔融塩などを組み合わせ導電率向上を図った形式のセルの実験を行うべく準備を進めている。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 熱電変換、固体電解質、ナトリウム

【研究題目】 Qdot のインターナリゼーションを利用した生体内細胞可視化と癌診断

【研究代表者】 Sunil Kaul

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 Sunil Kaul、Renu Wadhwa、

Zeenia Kaul、矢口 智子

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

本研究では、量子ドット (Qdots) を利用した生細胞内でのタンパク質画像化を確立することを目標とした。まず、様々な抗モーターリン抗体を作製、生体内画像化研究に利用することで、モーターリンと p 53 の相互作用の分子メカニズムと機能的な重要性を解明した。さらに、細胞内に入り込む (インターナライズ) 抗体に Qdots を結合することで、転移細胞を研究するための生体内画像化アッセイ系を確立することを目指した。

まず、Qdots とポリ及びモノクローナル抗体の結合方法を確立した。結合効率は、細胞を Qdots 結合抗体で染色することで調べた。この染色法は蛍光標識二次抗体を使用しないため、迅速で効果的に可視化することができ、また、高解像度かつ光安定性に優れた画像が得られた。次に、ヒト細胞における様々な抗体のインターナリゼーションを試行し、モーターリンに対する抗体のみが細

胞インターナライゼーション特性を有することを確認した。この特性がアーチファクトでなく、特異的な表現型であることを確認するために、パルス・チェイス実験、リアルタイムイメージング、3D再構成解析等の対照実験を行い、このインターナライズ抗体が細胞内に Qdots を取り込んでいることを明らかにした。さらに、Qdots は複数の分裂後においても細胞内で観察されたことから、*in vitro* 及び *in vivo* における細胞の長時間画像解析に適していることが認められた。さらに、様々な構造及び機能解析により、我々の Qdots を結合したインターナライズ抗体が細胞に対し毒性を持たないことを確認した。以上のように、本研究により、生細胞の長時間画像解析に用いることができるインターナライズ Qdots を産出することに成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオイメージング、量子ドット、モーター、インターナライズ

【研究題目】低温プラズマと光触媒の複合反応器による揮発性有機物の高速・高効率処理技術の確立

【研究代表者】金 賢夏（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】金 賢夏（常勤職員1名）

【研究内容】

本年度では、低温プラズマ駆動触媒システム（以下PDC）を用いた VOC の分解における最適運転条件について検討した。PDC 反応器に投入する比エネルギーがおよそ100 J/L を超えると窒素酸化物の生成量が急増するため、副生成物の抑制を考慮した最適比投入エネルギーは100 J/L 以下にすることが望ましいことがわかった。プラズマの印加による PDC 反応器の温度上昇は比投入エネルギーと直線関係にあることを明らかにした。また、反応ガス中の酸素濃度が PDC システムに与える影響を触媒の種類ごとに検討した。酸素濃度が触媒活性向上に与える影響を評価するため、性能向上係数を導入した。酸化チタンはアルミナとゼオライトに比べて酸素濃度増加による性能向上係数が2-3倍程度大きいことを明らかにした。しかし、担持した活性金属触媒の影響については、酸化チタンやアルミナよりゼオライトで顕著に現れた。Y 型ゼオライトに銀 (Ag) の担持量が高いほど、VOC の分解効率だけではなく、CO₂ の選択率と炭素収支が大きく改善されることを明らかにした。Pt/アルミナ触媒単独では酸素濃度の増加による分解効率の改善効果は小さいが、ゼオライト触媒と Pt/アルミナ触媒を物理的に混合することにより、VOC の分解効率を維持しながら CO₂ の選択率が向上した。酸素プラズマによる吸着 VOC の分解は酸素プラズマの温度条件に影響されず、VOC の分解量が比投入エネルギーに依存することも明らかにした。また、吸着と酸素プラズマを用いる VOC 分解も PDC システムと同様に、初期濃度が高く

なるほど VOC の完全分解に必要な相当比投入エネルギーが高くなることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】低温プラズマ、触媒、VOC、酸素プラズマ

【研究題目】超極細探針による低侵襲細胞免疫技術の開発

【研究代表者】中村 史

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】中村 史（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

ナノ針の表面に、細胞内に存在する細胞骨格形成に関わる蛋白質群の抗体を固定化し、細胞にダメージを与えず細胞内部へ挿入する。細胞骨格と抗体の相互作用、すなわち引き抜き時にかかる微弱な引力（*unbinding force*）は、AFM を使用した力測定で検出できる。本研究では、生きたまま細胞を選別し、細胞内の骨格蛋白質の分布を明らかにする、新規免疫測定技術の開発を目的とする。

研究計画：

ナノ針に抗体を固定化する。抗体は細胞骨格蛋白質を抗原とする市販の抗体を使用する。色素細胞（メラノサイト）をモデル細胞として使い、抗体固定化探針を挿入し、力学応答を解析する。

年度進捗状況：

抗アクチン抗体を化学修飾により直径200 nm のナノ針表面に固定化する。細胞に抗体固定化ナノ針を挿入し、抜去時のフォースカーブから抗原抗体相互作用を示す *unbinding force* を測定する蛋白質検出法を確立した。繊維状構造の解析にはメラノサイトを用い、脱重合剤サイトカラシン D を用い細胞内の繊維状アクチンの脱重合過程を解析した。その結果、*unbinding force* の大きさによって生細胞内の構造体として機能する繊維状アクチンを特異的に検出する方法として有用であることが示された。さらにアクチン繊維の分布解析を試みた。GFP 融合βアクチンを発現させた平滑筋細胞に対し、ストレスファイバーの分布を蛍光観察した後、500 nm 間隔で19×19点でフォースカーブ解析を行った。その結果、ストレスファイバーの位置と1 nN 以上の大きい *unbinding force* が検出された位置に相関性が見られ、生きた細胞内部の骨格蛋白質の分布を観察出来ることが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】力学測定、AFM、ナノ針、骨格蛋白質、抗体

【研究題目】音楽音響信号理解に基づく新たな音楽インタフェース研究

〔研究代表者〕 後藤 真孝（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 後藤 真孝（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、計算機が音楽音響信号を自動理解できるようにすることで、人間の音楽の聴き方をどのように豊かにできるかを探求することを目的とする。本年度は、ドラム音推定、歌声と話し声の識別や歌唱力の評価等の新たな方法を提案し、実際にエンドユーザが使えるプロトタイプシステムのレベルまで実装して、音楽音響信号理解技術に基づくインタフェースがエンドユーザの音楽体験に貢献できることを実証する研究を進めた。その代表的な成果として、楽器単位のイコライジングが可能な音楽再生インタフェース、メロディー検索と書誌情報検索を組み合わせた音楽情報検索インタフェース等を実現した。具体的には、混合音中のドラム音推定技術に基づいてその周波数成分のみを加工することで、従来は既存の市販楽曲に対して不可能だったドラム音のみの音量の増減（イコライジング）を可能にする音楽再生インタフェースを実現した。また、マイクからの入力音声、歌声と話し声のどちらの状態かを識別する技術を実現し、ユーザの各発声が歌声か話し声かを自動識別して検索方法を変える新たな楽曲検索を可能にした。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 音楽情報処理、音楽情報検索、楽曲再生

〔研究題目〕 体性感覚—運動連関機能の評価方法開発とその神経生理学的機構の解明

〔研究代表者〕 金子 文成（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 金子 文成（常勤職員1名）

〔研究内容〕

平成18年度は、これまでに確立した体性感覚機能と運動機能との連関によって達成される課題遂行の機能（体性感覚—運動連関機能）評価方法が、運動経験や整形外科的疾患の罹患によって変化した機能を検出できるかどうかを調べた。

1. 運動経験による体性感覚—運動連関機能の差異

体性感覚の選択的な機能評価には、関節運動検出閾値を計測した。また運動機能の計測は、一定の目標値に筋出力を合わせる軌跡追従課題を行なわせた。そして、体性感覚—運動連関機能については、我々が開発してきた装置（キネステージ）を使用して行う運動平衡保持法、及び従来から行われている再現課題を行わせた。

運動経験者では体性感覚及び運動を選択的に評価した場合に、成績が優れていた。さらに、運動平衡保持法の成績により体性感覚—運動連関機能も、運動経験者の方が優れていることが検出された。しかし、再現法では機能的差異が検出されなかった。このことから、体性感覚—運動連関機能の評価では、再現法と比較して運動平衡保持法の感度の方が再現法よりも優れてい

るものと考えた。

2. 変形性股関節症症例における体性感覚—運動連関機能の評価

変形性股関節症症例の術前及び術後回復期の体性感覚—運動連関機能の評価し、その経過を観察した。現時点で、術前のデータのみまとめ終わっている。

結果として、症状が重篤である術側の術前評価において、対照とした健康な群だけでなく、非術側と比較しても有意に機能が低下していることが示唆された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 運動、体性感覚、生理学

〔研究題目〕 海洋生物が生成する温暖化気体の発生量と組成解明

〔研究代表者〕 鶴島 修夫（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 鶴島 修夫（常勤職員1名）

〔研究内容〕

西部北太平洋及び相模湾において現場海洋におけるメタン・亜酸化窒素などの分布を明らかにするため、観測・測定を行った。これらのデータと過去観測データを比較検討することにより、沿岸域及び外洋域において、メタンの季節変動を把握することが出来た。メタンの生成は春先の植物プランクトンの増殖に呼応せず、夏から秋にかけて亜表層で増大することが改めて確認された。さらに、西部北太平洋亜熱帯域と相模湾の海水を用いて、深層水添加あるいは栄養塩添加培養によって生物生産を活発化させ、生成する生物起源気体を測定した。亜熱帯外用水についても、沿岸水と同様、生物生産の増大に伴い、数 nM のメタンの増加が認められた。植物プランクトン量の指標となるクロロフィルとの相関は必ずしも高くない。植物プランクトンの大増殖後1-2日のタイムラグの後生成が起こるようである。相模湾海水については、生地培養ではメタンが生成したが、海水を攪拌しながら培養したところ、メタンの生成が検出できなかった。有機物粒子の凝集が起きにくかったこと、攪拌したことで酸素が培養液全体にいきわたり微少な還元環境が生じにくかったことが原因と思われる。併せて、特定の藻類株を用いて培養を行ったところ、無菌条件下ではメタンの生成が抑えられた。今後、メタンが生成する条件と現場環境との関係を詳細に調べる必要がある。これらの実験では、栄養塩類、クロロフィルなどの測定用サンプルと併せて、亜酸化窒素及びハロカーボン類測定用のサンプルを採取した。今後測定・解析を行っていく。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 海洋、温室効果気体、温暖化、生物

〔研究題目〕 デンドロンの光除法による単一分子固定化法に基づくバイオセンサーチップの開発

〔研究代表者〕 徳久 英雄

(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

【研究担当者】徳久 英雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究課題の目的は、極微小、高感度、高効率なバイオセンサーチップの構築を目指して、[1] デンドロン光除去可能なデンドリマーの合成、[2] 単一分子空間制御法とランダム吸着による従来法で作成された小分子アレーの標的タンパク質に対する反応性の比較、[3] 光パターン化による同一基板上に数種類の小分子の単一分子アレーの作成とタンパク質との反応、を検討することである。以下に平成18年度の研究成果を示す。

[1] 光照射により分解可能なニトロベンジル基を導入した、デンドロン光除去可能なデンドリマーの合成に成功した。デンドロンとしては、タンパク質の非特異吸着を抑制するエチレングリコール鎖を末端に有するポリアルキルエーテルを選択した。

[2] 3つのサイズの異なるデンドロンを有するデンドリマーを用いて単一分子空間制御法によりビオチン表面を3種類作製した。また、比較のためにビオチン分子とマトリックス分子をランダムに固定化させる方法を用いて、ビオチン濃度が100、50、10、5%の4種類の表面を作製した。表面プラズモン共鳴装置によりそれぞれのビオチン表面のストレプトアビジンに対する親和性を比較検討した。その結果、同程度のビオチン濃度の場合、単一分子空間制御法を用いて作製された表面の方が、非常に高い親和性を示すことが分かった。さらに、ビオチン1分子に対するアビジンへの親和性を比較した場合、サイズが5 nm のデンドロンを用いて作製されたビオチン表面において、最も高くなることが分かった。

[3] [1]で合成された光解離性デンドリマーをガラス基板上に固定化し、フォトマスクを用いて、光パターン化されたビオチン表面の作製に成功した。蛍光ラベルしたストレプトアビジンとの反応を蛍光スキャナ装置を用いることにより確認した。同一表面上での複数の小分子リガンドの固定化及び標的タンパク質との反応性の検討は、研究期間中に達成できなかった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】バイオチップ、デンドリマー、単一分子、固定化、ナノ空間

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

【研究代表者】井上 公

(強相関電子技術研究センター)

【研究担当者】井上 公 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は SrTiO₃単結晶において「酸素同位体置換に

よる強誘電転移の制御」と「静電キャリア濃度制御による超伝導転移の制御」を同時に遂行することで未知の現象を探る研究である。片方の制御が欠けると目的を達成することが出来ない。

前者の制御には「熱処理最高温度が1500℃以上」という非常に厳しい仕様を満たす「循環式酸素同位体置換炉」が必要なのだが、製品化が遅れていたことにより前年度予算を繰起措置を行い、予定より大幅に遅れて昨年の18年12月に装置は納入された。現在までに装置の初期設定を終え、1500℃で1週間以上という連続運転に成功している。しかしながら、同位体置換の研究の方はかなりスケジュールを変更せざるを得なくなった。したがって、平成18年度は「静電キャリア濃度制御による超伝導転移の制御」の方の研究に多くの時間を割いた。そのおかげで、当初は予想できなかった大きな進展をみる事ができた。

まず、ゲート絶縁膜に有機絶縁体であるパリレンを用いて静電効果によってキャリアをドーピングする手法を開発した。さらに電極との接触抵抗の影響を除外するためにチャンネル部分に電圧端子を挿入して測定する方法を開発した。これによって、ヘリウム温度 (4 K) の低温においても静電効果のみによって絶縁体の SrTiO₃を金属に変化させることに成功し、これまで Si や GaAs のような素性の良い半導体でしかなされていなかった量子抵抗と金属絶縁体転移の関係について、遷移金属酸化物では世界で初めての情報を与えることに成功した。移動度、ホール係数、磁気抵抗についてもデータを得ることに成功し、現在解析中である。さらに我々はこの方法で極低温領域 (0.1 K) での振る舞いを探索することにも成功し、実に驚くべき現象を観測した。最終年度は早々にこの現象を確認し、論文を投稿した上で、さらに詳細なデータを集める。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】酸素同位体置換、静電キャリア濃度制御、チタン酸ストロンチウム、有機絶縁膜、2次元電子ガス、量子抵抗、金属非金属転移、移動度、ホール係数、磁気抵抗

【研究題目】光刺激による超分子キラリティの発現とその応用

【研究代表者】福田 隆史 (光技術研究部門)

【研究担当者】福田 隆史 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、光応答性部位を持つアキラルなアモルファス高分子材料の薄膜において分子のらせん状3次元配列が光誘起される新現象についてミクロな視点から本現象を多面的に切り出し、解析・考察することを通じて探求すること、並びにその光学的应用を検討することを目的としている。また、得られる知見を化学合成にフィードバックし、より高機能な新規材料の創出に取り組む。

さらに、らせん主軸方位の光制御やその応答性に関して詳細な測定を行い、申請者らの高性能材料を視角補正板や特殊回折格子、あるいは、新規の光アドレス型空間光変調器として応用するための検討を行う。それらのデモンストレーションについても注力し、最終年度にはいくつかのプロトタイプデバイスの提示を目指す。

本年度は、厳密なモデルの構築を通じて、光学異方性分子の配向と構造化に由来する伝播光の状態変化について正確な予測を行うことができるようになった。その結果、極めて大きな光誘起光学回転値 ($42^\circ / \mu\text{m}$ 以上) を利用した光アドレス型偏光制御薄膜を実現した。一例として、半波長板としての機能の確認や、楕円率制御板としての機能を確認できた。一方では、新しいコンセプトに基づく光応答性部位 (アゾ化合物) を持つ化合物を合成し、さらに大きな光誘起複屈折性 (0.35以上) と配向安定性を示す材料を見いだすことに成功した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 光誘起らせん構造形成、光誘起キラリティ、光応答性材料、アモルファス高分子、光学回転

【研究題目】 新規強磁性半導体 (Zn,Cr)Te を用いたスピニ依存伝導素子の研究

【研究代表者】 齋藤 秀和

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 齋藤 秀和 (常勤職員1名)

【研究内容】

本年度は (Zn,Cr)Te を障壁層に用いたトンネル素子を作製し、スピニ依存伝導の発現を目指す。昨年度、1) ZnTe と格子整合する III-V 族半導体 InAs を基板に用いることにより、室温強磁性発現に必要な Cr 濃度 20 % までの (Zn,Cr)Te 単結晶膜の成長が可能であること、2) 金属/絶縁体/半導体構造を有する Fe/ZnTe/InAs を作製し、その電気伝導プロセスはトンネル過程が支配的であることを明らかにした。

しかしながら、同時に解決すべき課題も明らかになった。Fe/(Zn,Cr)Te ヘテロエピタキシャル構造を作製し電子顕微鏡観察を行ったところ、Fe/(Zn,Cr)Te 界面で未知のアモルファス層が形成されることが明らかになった。組成分析の結果、このアモルファス層は Fe と Cr が主成分であることがわかった。このようなアモルファス層の存在は当然素子のスピニ依存伝導効果を阻害してしまう。この問題を解決するために、本年度は Fe/(Zn,Cr)Te 界面に極薄非磁性絶縁体層 (I) を挿入した Fe/I/(Zn,Cr)Te/InAs 構造を作製し、スピニ依存伝導の実現に挑戦する。非磁性層の挿入により、Fe と Cr の直接接触を避けてアモルファス層の形成を防止する。具体的な材料として、ZnTe、ZnSe、AlAs など、本プロジェクトでトンネル障壁層材料としての有用性が確かめられた結晶性材料を用いる。これにより、上部 Fe 層は

エピタキシャル成長が可能となり、高性能磁気抵抗素子のために重要な全エピタキシャル素子が実現できる。なお、本年度購入予定の真空蒸着装置蒸着源は、絶縁層結晶成長のために用いる。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 スピニ依存伝導、強磁性半導体、エピタキシャル

【研究題目】 超伝導素子による単一光子検出に基づいた高精度光計測技術の開発研究

【研究代表者】 福田 大治 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 福田 大治、R.M.T.Damayanthi (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、最終目標である「1個から10個程度までの光子を含む光パルス、量子効率80%、計数率100 kbits/s、エネルギー分解能0.2 eV で光子数識別できる技術」の実現に向け、より実践的な高精度光計測技術の開発研究を行った。前年度までに得られた成果を元に、超伝導転移端マイクロカロリメータによる光子数識別技術を中心として引き続き研究を進めた。本年度に開発すべき要素技術としては、①光ファイバーとの高効率結合、及び、②高量子効率を達成するための光閉じ込め構造の二つである。まず①については、光ファイバー端近傍にコア径とほぼ等しい形状の検出素子を光結合させるため、0.1 μm の位置分解能を持つ調芯装置を整備した。これにより、0.13 dB 程度の損失で光ファイバーと素子を結合させることに成功した。②については、アルミミラー及び無反射誘電層による光閉じ込めキャビティを構築して、素子の量子効率の向上を図った。この構造により、反射率が22%にまで低減され、量子効率80%を実現するための知見が得られた。以上の要素技術を元に、1550 nm 帯の微弱コヒーレント光の測定実験を行った結果、エネルギー分解能0.7 eV (FWHM) を達成することに成功した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 高効率光結合、エネルギー分解能、光子数識別

【研究題目】 半導体ダイヤモンドを用いた超高出力 RF 増幅及びスイッチングデバイスの開発 (外部資金)

【研究代表者】 梅澤 仁 (ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】 梅澤 仁 (常勤職員1名)

【研究内容】

平成17年度の実績に基き、ダイヤモンド素子技術開発及び材料評価を実施し、以下にあげる成果を得た。

1) 低抵抗オーミック領域(ソース・ドレイン領域)の形成

超伝導ダイヤモンド合成技術を用い、単結晶ダイヤ

モンド上へトリメチルボロンを用いたボロンドープダイヤモンド層をホモエピタキシャル合成した。合成したダイヤモンド層は50 mΩcm 以下の低抵抗領域であり、合成時間1時間で成長厚さ150 nm が得られている。シート抵抗は3 kΩ/□程度であり、表面伝導層よりも小さい。また、TLM 測定により得られた接触抵抗は、2 mΩ-cm²程度となっており、表面伝導層上にアニール形成する TiC オーミック接触に対して1/3程度であった。

2) 多結晶ダイヤモンドを用いた高周波ダイヤモンドデバイス

大面積化が可能な(110)高配向多結晶ダイヤモンド上に水素化処理を行い、MISFET を試作した。特性評価の結果、0.1 μm ゲート長において、遮断周波数42 GHz が得られ、ゲート長1.2 μm の素子による評価で移動度が180 cm²/Vs であることがわかり、単結晶ダイヤモンド上に作製した場合に匹敵する特性が得られている。

3) リモートプラズマによる低温水素終端処理技術

水素終端表面伝導層はプロセス中のコンタクト形成やリソグラフィーによる高温処理での表面酸化や、スパッタ等のプラズマ工程における表面ダメージ形成により表面伝導層に劣化が生じる。デバイス作製後に水素化処理を行うことによって、表面伝導層を回復させることは重要な技術であり、低温度・低圧力環境下で水素プラズマ処理を行い表面伝導層の回復を試みた。TiC によるオーミック形成後にリモート水素プラズマ処理(室温)で処理を行ったところ、TiC/アンドープダイヤモンド界面での酸素による障壁が軽減されることがわかった。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] ダイヤモンド、トランジスタ

[研究題目] 鋳型非依存的 RNA 合成酵素の分子機構、進化の分子的基盤研究

[研究代表者] 富田 耕造 (生物機能工学研究部門)

[研究担当者] 富田 耕造 (常勤職員1名)

[研究内容]

目標:

CCA 付加酵素は tRNA の3' 末端に普遍的に存在する CCA 配列を鋳型非依存的に合成するユニークな酵素であり、その特異性、反応性の分子基盤は永年の謎であった。研究代表者らはこれまで、世界に先駆けて CCA 付加酵素と RNA、付加されるヌクレオチドの三者複合体の構造を決定している [Tomita et al., Nature, 2004]。この研究からヌクレオチドの選択が酵素 (タンパク質) と RNA との協同で形成されるポケットによって行われていることが明らかになった。今回、CCA 付加酵素による CCA 付加反応の動的な反応機構、特異性切り替え機構を詳細に調べるため、CCA 付加酵素が CCA 配列

を合成する反応の、開始、伸張、終結にいたる各反応ステップの状態を表した、合計6種類のヌクレオチド有る無しの酵素と RNA との複合体の構造を決定し、CCA 付加反応の動的分子基盤の全貌を明らかにした [Tomita et al., Nature 2006]。この一連の解析から、CCA 付加反応における反応性、特異性の切り替えが RNA とタンパク質の協同的な動的変化によって規定されているといったユニークな分子機構が明らかになった。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 鋳型非依存的 RNA 合成、RNA、動的反応機構、X 線結晶構造解析

[研究題目] ヒトの心理生理反応の定量的計測による聴覚の動的処理機能解明

[研究代表者] 添田 喜治 (人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 添田 喜治 (常勤職員1名)

[研究内容]

本研究の目的は、ヒトの聴覚情報処理メカニズムを解明し、ヒトの心理・生理反応に立脚した環境評価方法を提案することである。本研究では、音の基本的知覚 (ピッチ、ラウドネス、方向感) に関連する生理反応を解析して得られた反応機序をもとに、聴覚の動的処理機能をモデル化し、最適な音環境評価手法を検討する。今年度は以下の2点に関して検討を行った。

1. 帯域雑音の知覚に関連する聴覚誘発脳磁界反応

音を特徴づける基本的要素である周波数と帯域幅を変化させたときの心理反応 (ラウドネス) と生理反応 (脳磁界反応) の解析を行った。その結果、250-2000 Hz においては、ラウドネスの上昇に伴い脳磁界活動強度の増加が見られたが、4000 Hz 以上ではラウドネスと脳磁界活動強度に対応関係は見られなかった。このことは、2000 Hz 前後でラウドネスの知覚メカニズムが異なる可能性を暗示しており、聴神経における位相固定の影響が予想される。

2. 音源位置の知覚に関連する聴覚誘発脳磁界反応

音源位置の知覚に関連する周波数、両耳間時間差、両耳間相関度を変化させたときの生理反応 (脳磁界反応) の解析を行った。その結果、純音の周波数が1000 Hz 以下、両耳間相関度が高いとき、すなわち、音源の位置が明瞭に知覚されるときに、両耳間時間差の増大に伴い脳磁界活動強度が増加する傾向が見られた。これは、音源の位置の知覚と音源の定位能が聴覚野の活動に反映されたことを示している。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 聴覚、ラウドネス、MEG

[研究題目] 遺伝子の発現情報に基づく生命現象の因果性に関する統計解析

[研究代表者] 油谷 幸代

(生命情報科学研究センター)

〔研究担当者〕 油谷 幸代（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究の全体構想としては、新しい統計的手法の開発によって、関連の有無や強弱に加え遺伝子間の因果性の解明を試みると同時に、確立した手法のソフトウェア化を目指す。具体的には、

- 1) 本研究では、複数の実験から得られた発現プロファイルデータを扱うため、データフォーマットが異なる複数のデータの統合を行った。まず、本研究の準備として、Stanford Microarray Database(SMD)から、出芽酵母・分裂酵母の細胞周期に関連した発現プロファイルデータの収集を行ってきたが、さらに収集した発現プロファイルデータそれぞれのデータフォーマットの整備し、これらのデータから解析に必要な部分を抽出し、データ統合を行った。
- 2) ゲノムレベルで測定された発現プロファイルデータから、細胞周期の各段階において、特異的に発現変動している遺伝子群の選択を行った。
- 3) グラフィカル・ガウシアン・モデルをさらに発展させ、因果性までを推定することができる統計的手法を開発した。
- 4) 3) で開発した統計的手法を、出芽酵母・分裂酵母の細胞周期に関連した発現プロファイルデータに適用し、細胞周期における遺伝子発現の因果性推定を行った。
- 5) 数値データとして得られた因果性について統計検定を行い、有意に強い因果性の抽出を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 発現プロファイルデータ

〔研究題目〕 低電圧動作強誘電体ゲート不揮発 FET 作製プロセスの研究

〔研究代表者〕 高橋 光恵

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 高橋 光恵（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究課題では、強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタの実用化のために、強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタの微細化とそれに伴う動作電圧の低減をめざしている。現在報告されている中でも最長のデータ保持時間33.5日を記録した当研究室の強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタは金属 Pt/強誘電体 SBT/絶縁体 HAO/半導体 Si 構造を持ち、現状で強誘電体 SBT 膜厚400 nm、絶縁体 HAO 膜厚10 nm である結果、書き込み電圧の振幅は7V である。今回科学研究費の交付を受けて、この Pt/SBT/HAO/Si 強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタの良好な保持特性は維持したまま SBT 膜厚200 nm、HAO 膜厚5 nm と現在の半分程度にし、その結果として書き込み電圧の振幅も低減することを目標としている。SBT の強誘電性を得るための

高温アニールにより SiO_x 低誘電率遷移層が形成されるため、単純に SBT 層と HAO 層を薄膜化しても強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタの動作電圧を下げることは出来ない。従ってまず、この SiO_x 低誘電率遷移層の換算膜厚を下げる必要がある。

平成18年度はこの目的に適した Si 表面処理条件を得るための基礎実験を行い、その結果を元に、減圧ガス雰囲気中で Si 表面をアニール処理する装置の仕様を入念に検討し、購入・立ち上げまでの作業を行った。新規導入した装置は、大気中から導入した Si 基板を速やかに超高真空下に置くことができ、アンモニアを含むプロセスガス3系統を備え、脱ガスの少ない清浄環境で急速加熱することが可能で基板面内の温度分布も小さい。平成19年度以降は、この装置を活用して強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタのゲート絶縁膜全体の換算膜厚を小さくし、書き込み電圧の低減を図る。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 強誘電体、不揮発、低電圧

〔研究題目〕 グリッド評価システムの構築とその応用

〔研究代表者〕 竹房 あつ子（グリッド研究センター）

〔研究担当者〕 竹房 あつ子（常勤職員1名）

〔研究内容〕

平成17年度に開発したグリッド環境で事前予約に基づく計算資源とネットワーク資源のコスケジューリングシステムを改良し、多様なスケジューリング手法の組み込みとトランザクション処理による資源確保を可能にするシステムを開発した。

グリッドでは、資源の有効利用のために各計算要求を適切な計算資源に割当てるスケジューリングが重要な課題の一つである。大規模グリッド環境では、各サイトや計算機クラスタのような単位でローカスケジューラがアプリケーション配置を行い、上位スケジューラ（メタスケジューラ）が複数のローカスケジューラを取りまとめるように構成させる。一方、各アプリケーションの要求する実効性能を満たすには、計算資源だけでなく、計算資源間のネットワーク等の多様な資源を同時に確保（コスケジューリング）し、性能保証された資源の提供が重要である。

よって、複数スケジューリング手法が組み込み可能な事前予約に基づく多様な資源のコスケジューリングシステムを開発した。本研究で想定するメタスケジューラは、計算資源とネットワーク資源をそれぞれ管理するローカスケジューラと連携し、事前予約によりユーザの要求する資源を確保する。本研究では、メタスケジューラ及び複数ローカスケジューラの事前予約インターフェースに、標準化が進められている WSRF (Web Services Resource Framework) に基づくモジュールを開発し、トランザクション処理による同時予約手続きを実現した。また、各アプリケーションの要求に応えるため、多様な

スケジューリング手法を実装したスケジューリングモジュールを容易に組み込めるようにした。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 グリッド技術、スケジューラ、コアロケーション、事前予約

〔研究題目〕 不正行為に強い耐性を持つ電子透かし情報符号化法に関する研究

〔研究代表者〕 渡邊 創

(情報セキュリティ研究センター)

〔研究担当者〕 渡邊 創 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

電子データの不正コピー対策としてデータ以外の別の情報を埋め込む「電子透かし技術」が盛んに研究されている。電子透かし技術を不正コピー対処のために用いる場合、データ送信時にデータ受信者情報を透かし情報として埋め込む。そして不正コピーが流出し、それがそのデータ送信者に発見されたとき、埋め込まれている透かし情報を読み取ることで、流出元が特定できる。このとき単純なビット列等を埋め込んでしまった場合、不正者が複数結託することで埋め込んだ透かし情報を破壊される危険性がある。今年度は、上述のようなc人までの結託による改変について最も効率のよい符号であるTardos符号に関し、その実用性と安全性についてさまざまな角度から考察を行った。その結果、Tardos符号はコンピュータ上での実装形態までを考慮しておらず、実装した際の安全性についての安全性が照明されていないことが明らかになった。本研究では実装までも考慮した方式を提案した。具体的にはTardos符号では連続的な確率分布を使用していたのに対し、離散的かつ最小種類の値を取る確率分布を使用している。その値については個数の意味での最適性を示すことにも成功した。また誤り確率を効率的に下げることができる不正者追跡法も提案した。具体的には、無実のユーザを特定してしまう可能性を減らすため、容疑者として妥当かどうか、手法が置いている仮定に基づき判定するプロセスを付加すること、誰も不正者として特定できない可能性を減らすため、Tardos符号で用いていた閾値を廃止するなどの手法を導入した。これら手法採用の妥当性についても形式的に示すことができた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 電子透かし、不正コピー、著作権保護

〔研究題目〕 大動脈形状の加齢変化が動脈脈波伝播速度測定に及ぼす影響

〔研究代表者〕 菅原 順 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 菅原 順 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

大動脈長は、動脈硬化の指標として国内外の臨床領域で広く使用されている大動脈脈波伝播速度の算出に欠か

せない情報であるが、実際の長さを生体内で非侵襲的に測定する簡便な方法がないため、体表面での測定を基に推定した値で代用しているのが現状である。本研究では、加齢に伴う大動脈長変化が大動脈脈波伝播速度測定に及ぼす影響を明らかにする事を目的とした。成人201名(19~79歳、男性96名、女性105名)を対象に、1.0 T MRI システムを使用し、頸動脈~大腿動脈レベルの拡張末期横断画像 (gradient echo method; TE/TR: 11.0/4.2; FOV: 400*400 mm, thickness: 5 mm, slice gap: 0 mm) を撮影し、3次元トレース法により大動脈長を算出した。その結果、大動脈長と加齢 ($r=0.39$)、身長 ($r=0.23$)、及び血圧 ($r=0.17\sim 0.27$) との間に有意な相関関係が認められた。大動脈長を上行大動脈 (大動脈基部~大動脈弓頂点) と下行大動脈 (大動脈弓頂点~大動脈分岐) に分けて分析すると、上行大動脈は年齢 ($r=0.72$) 及び中心血圧 ($r=0.43$)、上腕血圧 ($r=0.33\sim 0.39$) と有意に相関した。下行大動脈は身長と有意に相関し ($r=0.31$)、年齢及び血圧と有意な相関を示さなかった。以上の結果、加齢に伴い大動脈長は延長するが、加齢の影響は、心臓から近位の上行大動脈の方が大きい事が示された。今後、加齢に伴う大動脈長の延長が、実際に大動脈脈波伝播速度測定にどの程度影響するかを検討していく予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 MRI、大動脈脈波伝播速度、動脈ステイフネス

〔研究題目〕 光子とスピンの絡み合い状態を用いた量子情報処理デバイスの理論的研究

〔研究代表者〕 今村 裕志

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 今村 裕志 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

目標:

本研究では、光子の偏光状態を利用した量子ビットと量子ドット内のスピンの自由度を利用した量子ビットとの絡み合い状態を用いた量子情報処理デバイスを提案し、微視的な理論の構築とその動作特性の解析を目指す。

研究計画:

光子とスピンの絡み合い状態を用いた量子情報処理デバイスに対する理論モデル構築し、その基本特性を理解する。特に光子と電子スピンの間で量子情報の正確なやり取りを行うための必要条件について調べる。

量子ドット、及びキャビティ内におけるデコヒーレンスの起源を特定し、それぞれの起源に対する微視的な理論を構築する。

年度進捗状況:

東北大学・電気通信研究所の小坂グループとともに単一光子から単一電子スピンへの量子状態転写の確認を行った。我々のグループは、g 因子を制御するための量子

井戸の井戸幅の見積もり、電子と同時に励起された正孔が量子状態転写に与える影響の解析、励起される電子スピンの Kerr 効果で観測可能であることの理論的な裏づけを行った。

昨年度に引き続き半導体量子ドットにおける単一光子から単一電子スピンへの量子状態転写のダイナミクスを記述する理論モデルの構築と、高い忠実度と転写確立を実現するための素子パラメータの見積もりを行った。昨年の解析では高い転写確立を得るための条件として光子-量子ドット結合強度と量子ドットからのホールのトンネルレートの両方をスペクトル幅よりも大きくとり、かつマッチング条件を満たす必要があることを示した。本年度の解析では、これらの条件に加え共振器の減衰率が入射光子のバンド幅よりも大きくなければならないことを示した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光子、電子スピン、量子状態転写、半導体量子井戸、g 因子

【研究題目】 第一原理計算とモデル計算を併用した高効率光誘起相転移物質の理論的探索

【研究代表者】 川本 徹 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 川本 徹、渡辺 英一
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

北陸先端大山田助教(現東京農工大特任助教授)と共同で、シアノ架橋金属錯体ナノ粒子の磁性等の、表面配位子効果について研究を行った。これらの材料は光誘起磁性を示す物であるが、表面を修飾する長鎖アルキル鎖を持つ配位子の種類によって、磁化の大きさが異なることを山田助教が発見した。我々は、この理由が、配位子が結合する遷移金属が6配位高スピン構造から4配位低スピン構造に変化することを密度汎関数法の計算により明らかにした。具体的には、ニッケルにピリジン、エチルアミン、水が配位した場合の安定構造及びスピン状態をそれぞれ計算し、エネルギー比較から構造の安定性を議論した。磁化の変化は、配位子が結合する金属原子の比率が配位子の種類によって変化し、その結果、低スピンになる金属原子の比率が配位子に依存するためであると考えられる。この結果は、現在論文を執筆中である。

また、錯体ナノ粒子を合成する際には、前述の通り、長鎖アルキル鎖を持つ配位子を使用するが、表面に長鎖アルキル鎖を持つ配位子が多数配位した場合に、その構造は明らかではない。我々は特に、金表面中にテルル末端配位子が吸着した際の構造について、半経験的分子軌道法により計算した。結果として、テルル末端配位子を利用した場合、配位子が高分子化し、硫黄末端配位子の場合と構造が大きく異なることを示した。この結果は、産総研中村徹主任研究員が実施した実験結果と一致する。

また、遷移金属錯体の中には、外的刺激により各種物

性をコントロールできる物質が多数存在する。例えば、光照射により自発磁化の有無を操作できる材料や電気化学的に色を変えられる(エレクトロクロミック)材料は多岐に渡る。化学センサの様に、別種分子の存在により電気的性質が変化する場合もある。

これらの材料を超微粒子化し、さらに多様な性能を開拓または改善することが試みられている。超微粒子化によって得られる新規機能は、多くの場合表面効果によってもたらされる。例えば、表面積増大による各種反応性向上や、表面修飾による物性改善(溶解特性の改善など)が挙げられる。これらの具体的な例として、光照射、温度変化、分子添加によるスピン転移及びその理論的考察を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 錯体、光誘起総転移、イジング模型、モンテカルロシミュレーション、密度汎関数法

【研究題目】 ナノ地球科学の開拓：微生物酵素により生成するナノ結晶の形成過程の研究

【研究代表者】 鈴木 庸平

(深部地質環境研究センター)

【研究担当者】 鈴木 庸平 (常勤職員1名)

【研究内容】

微生物がエネルギー生産する際の酸化還元反応で生成するナノ結晶の形成過程に関して研究を行いました。本年度は硫酸還元バクテリアの *Desulfovibrio vulgaris* から精製したチトクロム c3を用いたナノ結晶生成実験を行いました。硫化鉄は細胞全体で見られた形態とは異なるナノ結晶がチトクロム c3を含む反応溶液中では生成され、微生物の代謝活動と細胞構造全体が硫化鉄の結晶化を制御していることが強く示唆されました。

【分野名】 地質

【キーワード】 バイオミネラリゼーション、ナノ結晶、電子伝達酵素、結晶成長

【研究題目】 スピネル型リチウムマンガン酸化物の結晶構造及び電子構造に関する研究

【研究代表者】 高橋 靖彦

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 高橋 靖彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

リチウムイオン二次電池は、移動型電子通信機器等の電源として広く用いられているが、資源的に問題のある現行のコバルト酸リチウムの代替材料探索の候補としてスピネル型リチウムマンガン酸化物遷移金属置換体の研究が進められている。構造、物性などを詳細に評価する際には単結晶を用いることが重要であるが、現状では単結晶作製の困難さから粉末試料による研究が多数である。

そこで本研究では、 $\text{LiMn}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_4$ (M: 遷移金属) を

中心としたアルカリ遷移金属酸化物の結晶構造、電子構造等の詳細を単結晶により明らかにすることを目的として、単結晶合成法の確立、X線結晶構造、物性測定、第一原理計算手法による電子状態計算との比較、検討を遂行した。

平成18年度においては、スピネル型 $\text{Li}(\text{Mn}, \text{Al})_2\text{O}_4$ 単結晶粒子について、低温での結晶性の良い単結晶粒子の製造技術を確立した。電気化学評価測定の結果、充放電特性は良好な結果が得られなかったが今後の検討により、性能が向上した二次電池の作製が可能であると考えている。また、低温相である斜方晶 LiMn_2O_4 単結晶の電子密度解析を X 線回折実験・計算の両面から調べた結果、 $\text{Mn}^{3+/4+}$ の電荷秩序を電子レベルでの可視化に成功し、実験・計算による整合性を明らかにした。アルカリ遷移金属酸化物の関連物質についてはリチウム電池の正極材料である、 Li_xCoO_2 の精密構造解析・電子密度分布の詳細を明らかにした。これらの結果は基礎物性として非常に重要である。また、単斜晶 $\text{Li}_{0.5}\text{CoO}_2$ の結晶構造・電子密度解析に成功し、電気伝導率の方位異方性を明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 リチウムマンガン酸化物、単結晶合成、X線結晶構造解析、第一原理計算

【研究題目】 ショウジョウバエを用いたポリ (ADP-リボース) 代謝の生理的意義の解明

【研究代表者】 花井 修次 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 花井 修次 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標:

ポリ (ADP-リボース) は核酸や多糖類に似た生体高分子で、ポリ (ADP-リボース) 合成酵素 (PARP) によって標的タンパク質に付加重合され、ポリ (ADP-リボース) 分解酵素 (PARG) によって分解除去される「翻訳後修飾」である。生理的な標的としてよく知られているヒストンタンパク質は転写調節に重要な役割を持っている。ヒストンのポリ (ADP-リボシル) 化はクロマチン構造を調節し、遺伝子発現を起りやすくすることが示されている。シロイヌナズナでは PARG の変異株 (tej) が遺伝子の概日発現リズムに影響し、ポリ (ADP-リボシル) 化が体内時計の調節因子となっている。一方で、代表者が作成した PARG 欠失変異体や、PARG、PARP を時計中枢の細胞特異的に過剰発現させた変異体では概日活動リズムに影響はない。

細胞に γ 線を照射するとポリ (ADP-リボース) が PARP-1、PARP-2 によって急速・大量に合成されることから、この反応は DNA 損傷への応答として重要であると考えられてきた。PARG ノックアウトマウス細胞では γ 線への感受性が高まっていると報告されている。ところが、PARG 変異体に γ 線を照射したところ、野

生型との生存率の差はほとんどない。 γ 線照射後の死亡時期を比較すると、むしろ、変異体の方が遅いステージまで発生していた。PARG 変異体が γ 線に鈍感であることは、DNA 損傷後の細胞周期停止やアポトーシスなどの経路に PARG が必要である事を示唆している。また、DNA 損傷後の反応に中心的な役割を持つ或るがん抑制遺伝子産物はポリ (ADP-リボシル) 化を受ける。私達はこの遺伝子産物のポリ (ADP-リボシル) 化部位を特定することに成功し、近々論文発表される予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ポリ (ADP-リボース)

【研究題目】 がん免疫担当細胞におけるシアル酸受容体シグレック7と9による負の制御機構の解明

【研究代表者】 池原 譲 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】 池原 譲 (常勤職員1名)

【研究内容】

シアルル Tn (STn) 抗原、シアリルルイス a (sLe^a) 抗原やシアリルルイス x (sLe^x) 抗原等のシアル酸含有糖鎖の発現は、消化器癌の予後不良と相関することが知られている。研究代表者は、文部省科学研究費若手 B によって助成されて、胃癌の進展に関わる予後不良因子 STn 抗原の作用する一連のメカニズム解明を試みてきた。本研究題目では、1) 腫瘍免疫系抑制に係るシグレックの機能を明かにする事を第一の目標として開始した。さらに、STn 抗原は Th2 Skewing を伴う免疫抑制との関連が指摘されている事から、2) 遺伝子多型にもとづく宿主の免疫応答の強弱が、胃癌のリスクに関係するかどうかを明確にするため、臨床検体を用いて、免疫応答を調節するサイトカイン遺伝子多型の検索も行った。

T 細胞リンパ腫細胞株 Jurkat にシグレック7や9を発現させてその機能解析を行った。これらの分子が、シグレック7と9の細胞質ドメインに存在するチロシンは、T 細胞受容体依存性にリン酸化され、SHP-1 と会合する事、T 細胞受容体刺激に対して負の制御をする事、そしてそれはリガンドとなるシアル酸結合が必要である事を、明らかにした。(J Biol Chem 241 : 43117-25, 2004)。

愛知県がんセンター病院疫学研究に基づいて、症例として胃ガン患者271例、症例と性・年齢を一致させた非ガン患者271例を対照として抽出し、その遺伝子多型を検索した。検索したサイトカイン遺伝子の中で、*IL1B* は症例-対照に関わらず *-511 T* と *-31 C*、及び *-511 C* と *-31 T* に強い連鎖不平衡が認められた ($R^2=0.94$)。 *IL1B-511*、*-31*、及び *FAS-670* の遺伝子多型と胃ガンのリスクとに有意な相関は見いだされなかったが、*IL1B-31TT(-511 CC)* は、胃ガンのステージの進展に伴い、集積する傾向が認められた (trend $P=0.019$)。 *IL1B-31TT(-511 CC) allele* を有する患者では、ステージIVである危険率が、ステージIである場

合に比べて2倍以上高かった。手術時に採取した腹腔洗浄液を対象として、遺伝子診断や高感度糖鎖マーカー検索を行ってステージIV病変の有無を検索し、再発の予防に務める必要があると結論する。(J. Human Genetics 51(11), 927-933 2006)

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 がんの腹腔進展、糖鎖腫瘍マーカー、遺伝子多型

【研究題目】 形式仕様開発支援環境の研究

【研究代表者】 清野 貴博
(システム検証研究センター)

【研究担当者】 清野 貴博 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標:

本研究では、代数仕様言語 CafeOBJ を対象とした形式仕様開発支援環境の構築を目的としている。CafeOBJ では記述した仕様を項書換え系とみなすことで、項書換えによる等式推論を行うことができる。また、証明譜と呼ばれるコードを記述することで、構造帰納法による証明も行えるが、証明譜が正しく記述されているかどうかは、人が検査しなければならない。本研究では、正しい証明譜を記述するための支援環境をポピュラーな統合開発環境である Eclipse 上に構築している。

研究計画:

これまでの成果では、プログラムや GUI による強制により正しい証明譜を記述できるようにしていたが、サポートしている証明のテクニックが限られることや、証明すべき性質間の関係は依然として手で管理する必要がという問題があった。こうした問題を解決する試みとして、Martin-Lof 型理論に基づく Agda を用いて、証明譜の構造を記述できるようにし、推論のみを CafeOBJ で行えるようにすることで、個々の推論は馴染みやすい等式推論のままでありながら、証明の厳密性の向上が期待できる。

年度進捗状況:

Agda から CafeOBJ を呼び出すための Agda プラグインを開発した。現在の実装では、簡単な性質であれば、Agda で証明譜の骨格を記述し、CafeOBJ を呼び出して証明の正しさを確認できる。より高度な性質をサポートするためには、Agda 側のプラグイン機構の拡張が必要であることが分かった。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ソフトウェア開発効率化・安定化、ユーザインターフェース、形式手法

【研究題目】 ブレイン・マシーン・インターフェイスのための課題切り替え機構の解明

【研究代表者】 松本 有央 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 松本 有央 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では認知機能に重要な役割を果たしている前頭葉の神経細胞の活動を定性的に説明する人工神経回路網を構成することを目的とする。特に課題を切り替えているサルの前頭葉の神経細胞活動を説明する人工神経回路網を構成する。これは前頭葉を損傷している患者に対して、認知機能を回復するためのブレイン・マシーン・インターフェースを構成するのに役に立つ。平成18年度は Match 課題と Nonmatch 課題を切り替えているサルの前頭葉で記録された神経細胞集団の単一試行活動から眼球を動かす位置と動かさず動かさないかの意思を抽出する研究を行った。サルに課したタスクは次のようなものである。始めにスクリーンの中心に緑色か赤色の正方形が表示され、サルはこの正方形を注視することを求められる。それから正方形の周辺にある6つの位置のいずれかに刺激が表示される。次の期間では、表示されていた刺激が消え、緑色か赤色の正方形のみが表示される。最後に、中心の正方形が消え、以前に表示された刺激の位置とそれとは異なる位置の2カ所に刺激が表示される。サルは、Match 課題では、始めに提示された刺激の位置を眼球を動かす位置として記憶し、Nonmatch 課題では、刺激の位置を眼球を動かしてはいけな位置として記憶することを求められる。これらの課題を実行中に1個ずつ独立に記録した323個の神経細胞の単一試行活動を解析した。その結果、眼球を動かす位置については最大98%の試行で正しい位置を推定でき、眼球を動かさず動かさないかの意思については最大90%の試行で正しい意思を推定できた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 前頭葉、人工神経回路網、神経活動解析

【研究題目】 ヒューマノイドロボットを応用した人間の心理構造の定式化と解明

【研究代表者】 三輪 洋靖
(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 三輪 洋靖 (常勤職員1名)

【研究内容】

人間の感情や行動を理解する技術は、精神面での健康管理や疾患の早期発見、感性評価、情動に対応したヒューマンインターフェースなどへの応用が期待されている。本研究では、工学を中心に心理学や精神医学などの知見を組み合わせ生体信号から人間の心理状態を推定することを研究目標とした。

今年度は、落ち込んだ気分状態であるうつ状態を研究対象に設定した。そして、10名の被験者(健常者6名、精神疾患患者4名)に対し、非侵襲ウェアラブル生体信号計測装置(SenseWear Pro2 Armband、BodyMedia社)を用いて、日常生活における生体信号を2ヶ月~1年間連続して計測し、意識の影響が低下し心理状態が反映されやすい睡眠中の信号解析を行った。具体的には、寝返りに

よる姿勢変化によって、センサが重力によって受ける加速度がステップ状に変化することを利用した寝返り検出手法を考案し、評価実験によって82.4 [%] の寝返りを正しく検出できることを確認した。また、睡眠の深さと寝返りの頻度には正の相関があると考え、寝返りと寝返りの時間間隔から睡眠の深さを2段階に分類する手法を考案した。さらに、深い睡眠が長いほど良質な睡眠と考え、全睡眠時間に対する深い睡眠時間が占める割合を睡眠の質得点として提案した。最後に、健常者3名、大うつ病患者2名について、同一の4ヶ月間について睡眠の質得点を算出し、その平均点を比較したところ、両者の睡眠時間はほぼ等しかったにも関わらず、大うつ病患者の平均睡眠の質得点が健常者に比べて有意に低下していることが明らかになり、継続的なうつ状態が睡眠を浅くし、睡眠の質を低下させていることが定量的に示唆された。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 感情モデル、生体信号計測、睡眠

〔研究題目〕 ロボットシステムモデリングと分散ミドルウェア・アーキテクチャに関する研究

〔研究代表者〕 安藤 慶昭 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 安藤 慶昭 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究はロボット機能要素 (RT : RobotTechnology) をソフトウェア的にモジュール (RT コンポーネント) 化し、モジュールを統合するルールに関する研究を行うことで、ロボットシステムのインテグレーションを体系化することを目的とする。モジュール化を実現する分散ミドルウェア (RT ミドルウェア) ・アーキテクチャの研究・開発と、これまでロボット研究者・開発者の経験・勘に依存していたシステムインテグレーション技術を分析・抽出することで上記の目的を達成することを目指す。

本年度は、RT コンポーネント間の相互作用方法として、データポート及びサービスポートに関する研究を行った。ロボットシステムにおいて必要とされるモジュール間データ通信について、様々な通信路、データ型、送受信方式、送受信タイミングを接続時に動的に選択可能なインターフェースを持つデータポートを考案・実現した。これによりロボットシステムの下位層で必要とされる広帯域通信、低レイテンシ通信、同期・非同期通信などを統一的に扱うデータポートが実現された。また、ロボットシステム上位層での疎な相互作用を実現するため、ユーザ定義の多様なインターフェースを統一的に扱うことが出来るサービスポートを考案し実現した。

これらの機能を有する RT ミドルウェア及び RT コンポーネントフレームワークを実装し、幾つかのロボットシステムに適用した。また、ソフトウェアを外部に提供して様々なシステム (データ収集システム、遠隔制御システム、組み込みシステム) へ適用し検証を行い、ソフ

トウェアモジュールに基づくシステムインテグレーションに関する知見を得た。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ソフトウェアアーキテクチャ、分散ミドルウェア、モジュール化

〔研究題目〕 ターゲット特異的シナプス形成を制御する分子群の探索とカルシウム動態の可視化解析

〔研究代表者〕 戸井 基道 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 戸井 基道、山下 正博、小手川 京子 (常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

中枢神経系や末梢神経系における神経回路網が正常に形成されるためには、個々の神経細胞が適切な相手 (ターゲット) を認識・区別し、適切な場所・時期においてシナプスを形成することが重要である。このターゲット特異的なシナプス形成を制御するターゲット認識や選択に関わる分子群の研究はあまり進んでおらず、その詳細なメカニズムは依然として明らかになっていない。本研究課題では、モデル生物線虫を用い、特異的シナプス形成が阻害された突然変異体の単離とその解析を通して、シナプス形成におけるターゲット認識の分子メカニズムを明らかにすることを試みている。線虫の化学走性を制御する神経回路網における最初の感覚神経である ASE 神経と、介在神経である AIY との間に形成されるシナプス形成が特異的に阻害された突然変異体 (*tal104* 変異体) の表現型解析並びに遺伝子同定に向けたポジショナルクローニングを行った。この変異体において ASE/AIY 間のシナプス形成のみが特異的に異常になっているのかを確かめるために、他の感覚神経と介在神経間や神経筋接合部のシナプス部位を可視化し、その形成を調べたところ、正常個体との差異は見られなかった。したがってこの変異体の原因遺伝子は上記の ASE/AIY 間のシナプス形成を特異的に制御していると考えられた。ポジショナルクローニングの結果、この原因遺伝子をゲノム上の 200 kb の領域に位置づけ、この領域内にある1つの分泌タンパク質をコードする遺伝子上に突然変異を確認した。今後この遺伝子の発現解析や機能回復実験、相互作用因子の解析等を通して、シナプス形成における細胞認識機能の分子メカニズムを明らかにしたい。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 神経、シナプス形成、細胞間認識

〔研究題目〕 形状特徴に基づく超音波3次元画像の高画質化

〔研究代表者〕 椿井 正義

(実環境計測・診断研究ラボ)

〔研究担当者〕 椿井 正義 (契約職員1名)

〔研究内容〕

超音波画像計測は生体軟部組織の構造を非侵襲に可視化でき、また、装置が小型・簡易なので広く利用されている。しかしながら超音波画像は、音波が組織内部を伝播する際に起こる散乱や干渉等によって、複雑かつ不鮮明な画像になる場合が多い。

本研究では、生体組織の超音波 B モード動画像を処理対象として、組織境界等の輝度コントラストを強調する画質改善手法を議論した。形状特徴を利用した画像処理手法であるモルフォロジー演算を応用して、低雑音かつ高コントラストの画像鮮鋭化を実現した。モルフォロジー演算の連鎖則を利用した高速演算法の導入により、画像鮮鋭化の演算速度は大幅に改善された。

本アルゴリズムを携帯型超音波画像計測システム「ユビキタスエコー」に実装した。取得した画像データはパーソナルコンピュータ(PC)に転送され、PCのスクリーンに描画される。画像鮮鋭化は Dual-Core Processor の機能を用いて、画像の取得・表示と同時に並列実行される。112×320画素(336×960 mm)の超音波 B モード像が約10 frames/s で表示された。画像鮮鋭化の結果、組織境界の輝度勾配が急峻になり、画像の視認性が向上した。スペックルパターンは強調されなかった。境界の近傍でオーバーシュートやリング等のアーチファクトは発生しなかった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】画像処理、超音波画像、画質改善

【研究題目】MRI 内生体組織マイクロマニピュレーションの研究

【研究代表者】小関 義彦(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】小関 義彦(常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は MRI 内と近傍で数10 μm の微小な機械的マニピュレーションを行なう MRI 内生体組織マイクロマニピュレーションの研究である。昨年度は MRI に対して電磁的適合性を有し、かつマイクロの操作が可能なマニピュレータとコントローラを製作した。本年度は MRI 対応性の評価とコンピュータによる統合を行なった。

はじめに、マニピュレータと MRI の相互の影響を定量的に評価した。マニピュレータの有無で同じファントム(信号源)を撮影したときの画像で評価した。当初計画と異なり、低分解能(1 mm)の臨床用 MRI ではなく、本マニピュレータの使用条件に近い高分解能(0.4 mm)の実験用 MRI を使用した。その結果、マニピュレータの存在による画像の歪は全く見られなかった。一方で S/N 比は約半分(11.3から6.6)に低下した。主要な構造物は分かる画質ではあるが、今後の改良が求められる。また MRI の撮影によってマニピュレータのセンサに影響があることがオシロスコープで認められたが、撮影中にマニピュレータを動かす必要はないので大きな問題に

はならない。

次に、MRI 対応マニピュレータコントローラを制御するコンピュータシステムを構築した。この制御コンピュータはリアルタイム OS (RT-LINUX) により2 msec 間隔で PID 制御された。また、当初計画にはないがシステムの完成度を上げるために、マンマシインターフェイスとなるマスタアーム(ジョイスティック)を製作した。従来のキーボードによる入力と異なり、これによって操作者は直感的な入力が可能なる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】マイクロマニピュレータ、MRI(磁気共鳴画像: Magnetic Resonance Imaging)、MRI 対応マニピュレータ

【研究題目】高齢者・弱視者のための歩行用視覚情報提示法に関する研究

【研究代表者】伊藤 納奈(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】伊藤 納奈(常勤職員1名)

【研究内容】

本年度は歩行環境内の影響について検討し、関連装置調整などを行った。

ロービジョン及び高齢者の照度における歩行時の視覚探索の影響の違いについて検討した。

通路内の照度を0.1~500(1 lx)の幅で変化させ、歩行状況と壁面上の視覚表示物への注視(または顔面方向向け)などの影響を調べるため、歩調、歩行の安静性(ふらつき、手探りなどの行動頻度)、視覚情報への顔面方向(ロービジョン)、注視状況(高齢者)などを計測し、加齢効果と視覚障害特性の比較を行った。ロービジョンは視野欠損状況(中心暗転及び視野狭窄など)及び夜盲や羞明などの明るさに対する感度の違いのため、視覚情報への顔面向き及び歩行の安定性の変化はそれぞれの特性に応じて変化の生じる照度レベルが異なることが明らかとなった。また高齢者は低照度において視線の下方化、歩調の低下が見られた。ロービジョンの各タイプと高齢者双方を比較し、歩調・歩行時の視線探索(顔面方向・注視状況)から、視覚情報提示時の歩行環境におけるロービジョン及び高齢者共通の照度範囲設定の手がかりを得ることができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ロービジョン、歩行、照度、視覚表示物

【研究題目】高温超伝導体量子コンピュータの理論

【研究代表者】川畑 史郎

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】川畑 史郎(常勤職員1名、他6名)

【研究内容】

ナノ構造の高温超伝導体ジョセフソン接合における巨視的量子トンネル現象(MQT)及び量子コンピュータへの応用に関する理論研究を行った。今年度は、以下のテ

ーマについて研究を行った。[1]絶縁障壁/超伝導体界面に形成されるゼロエネルギー束縛状態(ZES)が巨視的量子ダイナミクスに及ぼす影響について解析を行った。その結果、ZESが絶縁障壁の両側に形成される接合においては、ZES-to-ZESの準粒子トンネルのために非常に強いオーミック散逸が生じることを明らかにした。そのため、このような接合においては実験的にMQTを観測するのが困難であることが明らかとなった。[2]BCS超伝導体と高温超伝体のハイブリッドジョセフソン接合における巨視的量子ダイナミクスの理論を構築し、高温超伝体接合に比べて、低エネルギー準粒子散逸の影響が著しく弱くなることを示した。これによりハイブリッド接合は量子コンピュータとして高いコヒーレンス性を有することを明らかにした。[3]Bi2212固ジョセフソン接合のMQTに関して、産総研の実験グループと共同研究を開始した。そして、0.5 K程度の非常に高いクロスオーバー温度のMQTの観測に成功した。[4]強磁性絶縁体及びマルチフェロイック材料から構成されるジョセフソン π 接合の巨視的量子ダイナミクス理論を構築した。そして、 π 接合から構成される超伝導リングにおいては、自発的に量子二準位系が形成され、外場の揺らぎ及び準粒子散逸の影響をうけない理想的な量子ビットが実現可能になることを示した。[5]経路積分量子モンテカルロ法を用いて、高温超伝導体量子ビット素子のコヒーレンス評価を行った。高温超伝導体接合においてはノード準粒子によってスーパーオーミック散逸が生じるが、散逸を強くしていくとコヒーレント相からインコヒーレント相にクロスオーバーを起こすことを大規模数値計算により示した。同時に、高温超伝導体量子ビット素子がコヒーレントに動作する温度領域を明らかにした。以上の成果について、国際会議(ベトナム、オランダ)において招待講演をおこなった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】量子コンピュータ、高温超伝導体、スピントロニクス、ジョセフソン素子、巨視的量子現象

【研究題目】ナノ領域熱起電力測定系の構築によるホウ素ナノベルトの電気伝導機構の解明

【研究代表者】桐原 和大
(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

【研究担当者】桐原 和大(常勤職員1名)

【研究内容】

研究代表者が合成したホウ素ナノベルト(BNB)は、ホウ素正20面体クラスターを構造単位とする単結晶ナノワイヤである。既存の半導体ナノワイヤと異なる新奇物性の発現、特に、ホウ素クラスターの間隙への金属ドーブによるBNBの化学結合制御又は形態制御による金属-半導体転移、超伝導転移の発現が期待できる。本研

究の目的は、BNBの熱起電力・電気伝導率測定システムを構築し、純BNB及び金属ドーブBNBの結晶構造や化学結合の評価を行うことにより、電気伝導機構を解明し、新奇物性の発現を探索することである。今年度の研究結果をまとめると、次の通りである。

BNB両端に熱起電力測定用電極を、その近傍に微細ヒーター線を加工し、BNBの熱起電力を測定したが、S/N比の良いデータが測定できなかった。これは、BNBの熱起電力が数 μ V/K以下であるか、又はBNB表面の酸化膜(厚さ1~2 nm)の影響と考えられる。今後、真空アニールによる電極の接触性改善を図る必要がある。

去年度のTEMによる評価では、Mgドーブ後のBNBはドーブ前と同じ結晶相であった。今年度は、XRDパターンの詳細な解析の結果、Mg原子位置がクラスター間隙サイトの一部にあることが確認できた。この他に、バルクと異なる光伝導性の発現に、BNB表面特有の電子局在準位が関与する可能性を指摘し、論文発表した。以上のように、本研究期間を通して多くのナノベルト試料の微細電極加工を行うことにより、ホッピング伝導や、Mgドーピングによる伝導率増加に関する知見が得られただけでなく、バルクと異なる光伝導特性を発見することが出来た。本研究を契機に現在、BNBを用いた放射線検出の実験も始まりつつある。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノワイヤ、ボロン、クラスター、ホッピング、光伝導、局在準位、金属ドーブ

【研究題目】意識的知覚のゲートウェイとしての心的構えの維持と非意図的制御に関する研究

【研究代表者】河原 純一郎
(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】河原 純一郎(常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、意識的知覚を支える主要認知機能の一つである心的構えとその制御方略を調べた。意識的知覚が損なわれる例として知られる注意の瞬き(attentional blink)現象は従来、時間的に先行して呈示される第1標的に注意資源が占有されるため、その後呈示される第1標的の知覚が損なわれると考えられてきた。本研究では、主として3つの成果を得た。第1に、標的を連続して呈示し、第3標的の知覚成績が第2標的よりも高いことを示し、従来の説明に修正の余地があることを示した。本研究では、第1標的処理のために一時的に知覚的構えが制御不能になり、その後呈示される刺激が非意図的に構えを変えるという代案を提案した。また、従来の研究で提案されてきた、記憶符号化時のボトルネックによる第2標的のマスキングに加えて、第1標的が呈示される前の知覚的構えの抑制と課題切り替えも関与していることがわかった。第1標的が呈示される前は、知覚システムは逐次呈示される妨害刺激を抑制する様式を取り、第1

刺激が呈示された時点でその様式を捨て、第1標的を受け入れる様式に切り替える働きをしていると考えられる。第2に、この切り替えに関わる時間的コストがあることを明らかにした。加えて、こうした意識的知覚の欠如としての見落としは常に起こるわけではないことを示した。これまで、短い時間で2つの標的を検出するとき、2つめの標的は見落とされやすいことがわかっているが、観察者が知覚的構えを維持したまま2つの標的が時間的に連続して呈示される場合は見落としが激減する(見落とし回避)。第3に、この現象を知覚的構えの指標として利用し、同時に2箇所の位置に注意の構えを向けることができることを示した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 知覚的構え、注意の瞬き、高速逐次視覚呈示、認知制御

【研究題目】 超短パルス光照射による磁壁の運動の制御

【研究代表者】 小笠原 剛
(強相関電子技術研究センター)

【研究担当者】 小笠原 剛 (常勤職員1名)

【研究内容】

強磁性磁化の高速制御は、磁気記録の高速化やスピントロニクスのために欠くことのできない技術である。

超短パルス光照射は磁化の超高速制御の手段として有望と考えられ、近年盛んに研究がなされている。

超高速磁化制御の達成には、スピン間に働く内的な相互作用である交換相互作用を有効に利用することが望ましく、そのためには微小な領域において、磁化の空間的な運動を利用する必要がある。

本研究ではこのような考えに基づき、磁壁の周辺に局所的に超短パルス光照射し、磁壁の運動を誘起する手法の確立を目的としており、微小領域での磁化の空間的な運動を観測する手段の開発、及び磁壁周辺に光照射を行った際に起こる磁化の空間的運動の観測を具体的達成目標とする。

平成18年度には、スピンドYNAMIXの実時間・実空間観測装置の改良を行い、時間分解能約200フェムト秒、空間分解能約200ナノメートルを達成し、パルス光照射による磁化反転の様子や、磁壁の近傍に局所的にパルス光を照射した際の磁化の変化の様子を、動画像として観測することに成功している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 スピンドYNAMIX、磁気光学効果、フェムト秒レーザー

【研究題目】 強いレーザー場における分子イオン化過程のコヒーレント制御に関する研究

【研究代表者】 大村 英樹

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 大村 英樹 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

本研究課題は高度に制御されたレーザーパルスを用いて分子のイオン化過程を精密に制御することを目的としたものである。位相制御された強いレーザーパルスを使用することによって、レーザーパルスのもつ強高度性と光のコヒーレントな性質の両方の特徴を利用し、従来の方法では達成が困難であった(分子の頭と尻尾を区別した)分子配向制御を伴った光イオン化を行う。

研究計画：

強高度レーザー用光パルス位相制御装置を作製する。波長1064 nm+532 nm、100 mJ クラスの位相制御された高強度レーザーパルス(パルス幅;10ナノ秒)の発生を行う。

年度進捗状況：

10-13 W/cm²程度の光強度の位相制御光によって光イオン化の実験を行った。その結果、頭と尻尾を区別した配向分子が検出されることがわかった。配向分子が検出されるメカニズムとして動的分子配向効果と配向分子選択イオン化が考えられたが、①無極性非対称分子(Br(CH₂)₂Cl)、②動的配向が観測されにくい重い分子(C₆H₁₃I)、③永久双極子モーメントがほぼ等しく波動関数の非対称性が系統的に変わる分子系などを用いて実験を行った結果、異方的波動関数からのトンネルイオン化に基づく配向分子選択イオン化が主要な効果であることが明らかとなった。またパルス幅と波長の異なる2種類の位相制御光(130 fs、800 nm+400 nm)(10 ns、1064 nm+532 nm)で実験を行った結果、配向分子選択イオン化は、波長とパルス幅に依存しない現象であることが明らかとなった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 位相制御、コヒーレント制御、量子制御、分子配向

【研究題目】 詳細な小地震解析による地殻内応力場の推定

【研究代表者】 今西 和俊 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 今西 和俊 (常勤職員1名)

【研究内容】

大地震の発生予測精度を向上させるためには、断層の走向や深さに沿って応力がどのように変化しているのかを調べ、応力蓄積過程を明らかにすることが鍵となる。本研究では、臨時地震観測や振幅値を用いたメカニズム解推定法を利用することにより小地震の震源メカニズム解を大量に決定し、地殻内応力場の情報を抽出することを目的としている。今年度では、以下の成果を得た。

1. 跡津川断層周辺における応力場推定

応力テンソルインバージョン法を跡津川断層で推定

してきた微小地震のメカニズム解に適用した。断層の走向や深さに沿って主応力方位に顕著な変化は見られないが、応力場は脆性-塑性遷移領域で逆断層から横ずれの場に大きく変化することを確認した。得られた情報を元に、跡津川断層における応力蓄積過程のモデル化を開始した。

2. 新潟県中越地震震源域～長野盆地西縁断層帯周辺の応力場推定

高精度に震源決定を行うことにより、地震活動と褶曲軸との対応関係が見え、褶曲軸において応力集中が生じている可能性を指摘した。

3. ボアホールデータ解析による微小地震の震源パラメータ推定

地震波形の後続波群の情報を加味した微小地震の高精度震源パラメータ推定法を開発し、米国パークフィールドで発生している微小地震に適用した。推定された応力降下量には2オーダーのばらつきが見られるが、ほぼ同じ場所で発生した微小地震に注目すると、ばらつきは数倍以下であることを示した。この結果は、間接的ではあるが、微小地震の応力降下量の空間分布から、地殻強度や応力状態の空間分布を議論できる可能性を示唆している。

【分野名】地質

【キーワード】小地震、臨時観測、メカニズム解、応力場、跡津川断層、新潟県中越、応力降下量

【研究題目】内湾における河川プリュームの挙動と貧酸素水塊の形成過程に関する研究

【研究代表者】馬込 伸哉（地質情報研究部門）

【研究担当者】馬込 伸哉、高橋 暁、谷本 照己、山崎 宗広、湯浅 一郎
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

大規模な河川水の流入が見られた2005年の夏季、周防灘の主要河川である山国川の河口域周辺で流速と塩分の空間分布を観測した（船舶観測）。また、河口の北西部で表層水温と多層流速の時間変動を観測した（係留観測）。今年度はこれらの観測データの解析を行った。船舶観測で得られた河口周辺の低塩分水塊は、洪水直後には河口より東部にのみ位置し、約10日後には河口の西部も含め、汀線方向にほぼ均一に広がっていた。これは河川プリュームの一部が西進したことを示唆するものである。係留観測で得られた汀線方向の流速は約10日周期で振動しており、この汀線方向の振動流が約10日後の河川プリュームの西進に寄与していると考えられる。次に、周防灘の船舶観測で得られた流速データから潮流成分を除去するため、瀬戸内海全域の潮流モデルを作成した。さらに、主要河川山国川の河口に位置するアメダス観測所の風速データから推測される観測時の風応力を潮流モ

デルに組み込み、吹送流成分を併せて算出した。これらのモデルから算出された各観測位置・時刻の潮流と吹送流の計算結果を観測値から差し引いた流れ、すなわち河川プリューム周辺の循環構造（密度流）が算出された。その結果、数値計算で現れるような底層のバルジ（沿岸から突出した低塩分水塊）に向かう流れが得られた。さらに洪水の約10日後には、汀線方向に広がった高気圧性渦が形成されていた。このように昨年度の観測結果から、計算結果で現れるような河川プリュームの挙動や循環構造と類似した現象がいくつか抽出された。

【分野名】地質

【キーワード】河川プリューム、貧酸素水塊、循環流、密度成層

【研究題目】真空紫外線領域における生体高分子の自然円二色性測定システムの開発

【研究代表者】田中 真人

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】田中 真人（常勤職員1名）

【研究内容】

円二色性(CD)スペクトルはキラル物質のキラリティや分子構造に敏感である。今まで測定が困難であった真空紫外線領域(VUV)におけるCD計測から、糖をはじめとする σ 電子系物質の分子構造情報を得ることが期待される。そこで我々は円偏光源として偏光可変アンジュレータを用いたVUV-CD測定システムを当所の電子蓄積リングTERAS BL-5にて開発している。本年度はそのシステムを活用した正確なVUV-CD測定のための校正手法の確立とそれを基にした生体分子薄膜・水溶液試料のVUV-CD測定、並びに分子軌道計算法によるCDの理論予測を目的とした。

VUV領域ではほとんどCD計測が行われていないため、正確なCDや直線二色性(LD)の測定には校正が必須となる。そのためこの領域で偏光度測定手法として用いられている反射型位相子・偏光子を利用した新規のVUV-CD・LD校正手法の開発に成功した。CD・LD標準試料の測定結果との比較からこの手法は正確な校正値を与えることが分かった。

上記の測定システムと校正値を用いて、アミノ酸薄膜や糖水溶液といった生体分子試料のVUV-CD測定に成功した。薄膜試料は以前開発したCD・LD同時計測法により僅かなLD由来信号の除去を行った。水溶液試料測定に関しては温度(10~80℃)調節機構を備えた小型試料セルを開発することに成功し、より正確なCD測定を可能とした。

分子軌道計算法による構造既知アミノ酸のCDの理論計算を行った結果、実験結果とのよりよい一致を得ることも成功した。この結果は構造未知試料のCD測定と理論予測からその構造解明が可能であることを示している。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 円二色性、生体分子、構造解析、真空紫外線、アンジュレータ、キラリティ

〔研究題目〕 低温マトリックス反応場を利用した共役系拡大型ビスアリーニ生成に関する研究

〔研究代表者〕 佐藤 正健（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 正健（常勤職員1名）

〔研究内容〕

ベンザインをはじめとする芳香環に三重結合を導入したアリーニ類はその歪にもとづいた反応性を示す一方、その特異な歪構造から構造化学的観点からも注目を集め、直接観測による詳細な構造の解明が展開してきた。芳香環に2個の三重結合を導入したのがビスアリーニであり、より大きな歪をもつ化合物である。本研究は、拡張した共役系母骨格（ビフェニレン、アントラセン）に2個の三重結合を導入したビスアリーニを生成・捕捉し、その構造を解明すること、及び、その開環反応による新規な鎖状共役化合物の生成について明らかにすることを目的とした。

平成18年度は、ビフェニレンを母骨格とするビスアリーニの前駆体であるビフェニレンテトラカルボン酸二無水物を低温マトリックス場で選択的に生成させたベンザインジカルボン酸無水物の二量化反応を利用して合成することを試みた。低温マトリックス中での二量化反応生成物を効率的に回収することができる条件を種々検討した結果、生成物を回収し、6.7 K のネオンマトリックスに再分散することに成功した。このマトリックスについての測定により、得られた回収物の赤外、及び、紫外可視吸収スペクトルの測定結果が、ビフェニレンテトラカルボン酸二無水物について密度汎関数法によって求められた理論予測と良好な一致を示すことが明らかになった。さらなる検討を進めるためには生成物の回収量が不足しているため、現在、さらに回収を進めた上で、光分解反応の解明を進めるべく検討を重ねている。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 レーザー光化学反応、マトリックス単離法、活性反応中間体、高歪分子構造、量子化学計算

〔研究題目〕 電流値変化によりターゲットを選択的に検出する単一分子センサの開発

〔研究代表者〕 小山 恵美子

（界面ナノアーキテクトニクス研究センター）

〔研究担当者〕 小山 恵美子（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究課題は、ナノスケールの距離に配置した2つの金電極間に、導電性ワイヤの中央部に種々のターゲット分子を選択的に認識するための捕捉部位を導入したセン

サ分子を配置し、導電性変化によってターゲットを単一～数分子レベルで選択的に検出するナノスケールの分子センサを開発することを目的している。導電性 π 共役分子であるオリゴ（フェニレンエチニレン）骨格中の芳香環上に、捕捉部位として環サイズの違いによって、アルカリ金属イオンを選択的に捕捉できるクラウンファン構造と、また、センサ分子の両端で金電極と接続するためのチオール基を有するセンサ分子を電極間に固定化し、単一～数分子レベルでのターゲットの選択的な捕捉によって生ずる電流値変化を観測する。

平成18年度は、前年度に合成したフェニレンエチニレンワイヤの片末端に環サイズの異なるベンゾクラウン骨格を頭部に有し、また、もう片末端にアセチル基により保護されたモノチオール骨格を有する3種類の新規センサ分子を、単一成分膜として、または、ターゲットと相互作用しないマトリックス膜中に単一分散状態もしくはドメインとしてセンサ分子を導入した混合二成分膜を製作した。単一成分自己組織化膜に関して、各種表面分析装置（XPS 及び表面 IR）により、ターゲットの可逆的な捕捉・放出を確認した。さらに、二成分混合自己組織化単分子膜について、走査型トンネル顕微鏡（STM）観察を行ったところ、比較的環サイズの大きなベンゾクラウン骨格を有するセンサ分子（18BC6及び15BC5）では、 Na^+ 、 K^+ 、 Cs^+ に対する捕捉能に大きな差は見られなかったものの、12BC4骨格を有するセンサ分子については、他のアルカリ金属イオンと比較して Li^+ の捕捉能が高かった。この結果は、溶液中における UV 滴定の結果を支持するものである。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノスケールセンサ、分子認識、導電性

〔研究題目〕 色素増感酸化チタンナノ結晶光電極界面における逆電子移動の機構解明と抑制

〔研究代表者〕 柳田 真利（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 柳田 真利（常勤職員1名）

〔研究内容〕

色素増感太陽電池（DSC）は、増感色素が吸着した TiO_2 ナノ結晶電極、 I^- と I_3^- を含む電解液、対極で構成され、作製方法が容易であることから次世代太陽電池として期待されている。DSC の効率を低下させる要因は TiO_2 から電子を失った増感色素（過程①）及び、 TiO_2 から I_3^- （過程②）への逆電子移動過程にあるとされている。本研究の目的は、過程①や②の機構を詳細に検討し、抑制することである。これまでの2年間で TiO_2 中における電子の寿命や拡散過程を測定する装置を立ち上げ、過程②の TiO_2 構造依存性、増感色素依存性、電解液依存性などの系統的な測定と解析を行ってきた。一例を示すと、励起状態のエネルギー準位 (E_{ox}^*) が TiO_2 の伝導帯端 (E_{cb}) より低いルテニウム錯体 (biq) と E_{ox}^* が E_{cb} より高い錯体 (bpy) を増感色素として TiO_2 ナノ結晶光電極に共

吸着させ、電池性能や TiO_2 中の電子寿命測定を行った。biq と bpy の共吸着比率を変えながら検討した結果、少量の biq が吸着しても電子寿命が短くなり、電池性能が大きく低下した。 TiO_2 中における電子が TiO_2 上の bpy より biq へ優先的に移動し、biq の還元過程を介して I_3^- と反応しやすくなったと考えられる。過程②とともに TiO_2 中における電子移動過程について新たな結果を得ることができた。今後、過程①や②を抑制する機能を伴った増感色素の開発を行っていく。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン、ナノ結晶、色素増感、太陽電池

【研究題目】多モード干渉導波路アレイによる3次元分光スイッチ

【研究代表者】渡邊 歴（光技術研究部門）

【研究担当者】渡邊 歴（常勤職員1名）

【研究内容】

近年、情報通信技術の発展により、通信容量及びデータ量が増大し、信号を光で処理するフォトニックネットワークの構築が望まれている。大容量データを取り扱う高度情報化社会を実現するためには、光通信デバイスのさらなる小型化、高速化、集積化が必要である。特に、1入力に対して N 出力を行う光分波素子や波長多重化を行う波長選択素子を高密度に集積化する必要がある。本研究では、透明材料内部に多モード干渉導波路アレイを作製し、3次元空間での波長分割を実現し、さらにその分光パターンをスイッチさせる多モード干渉導波路アレイによる3次元分光スイッチの作製を目的とする。本年度は、フェムト秒レーザーパルスをガラス内部に集光照射し、試料を2次的に走査し、多モード干渉導波路を作製した。幅30 μm 、長さ約870 μm の多モード干渉光導波路を12 μm 間隔で3層作製し、3次元空間に集積化できることを示した。また、多モード干渉光導波路から出力パターンのモード数は、導波路の幅、長さ及び入力波長に応じて変化した。波長を変化させることにより、射出端での出力空間パターンが変化し、空間に出力位置をスイッチできることを示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】石英ガラス、レーザ加工、導波路

【研究題目】レーザー低温プロセッシングによる β -鉄シリサイドのフレキシブル光素子作製

【研究代表者】奈良崎 愛子（光技術研究部門）

【研究担当者】奈良崎 愛子（常勤職員1名）

【研究内容】

フレキシブル素子は軽量・可撓性を兼ね備えた次世代素子としての実用化が急務となっている。一方、 β -鉄シリサイドは、地殻資源量が豊富で無毒性の元素からなる半導体であり、環境低負荷型の1.5 μm 帯近赤外発光

材料として開発初期段階にある。そこで本研究では、レーザーアブレーション場で特異的に生成する微小液滴を用いた独自のレーザー低温プロセッシングを駆使して、 β -鉄シリサイドフレキシブル光素子の開発を目指し、ポリマー基板への β -鉄シリサイドの集積化を検討した。前年度開発したレーザー転写技術において、レーザー照射条件の最適化とポリマー基板表面の清浄化等による高度化を図り、ポリマー基板上への鉄シリサイドマイクロドットアレイの室温作製に成功した。

本レーザー転写法では、透明板上に成膜したアモルファスの鉄シリサイド原料膜の後方（透明板側）から、微細パターンを有するナノ秒紫外レーザーパルスを結像させ、鉄シリサイド微小液滴を生成、放出させて、対向するポリマー基板上へ堆積させる。本手法を用いると、微小液滴からの β 結晶相の析出が期待でき、実際に石英ガラス基板上に転写作製した鉄シリサイドドットから β 結晶相析出を確認している。さらに微小液滴を精密にサイズ・位置制御してパターンニングすることが可能である。以上より、フレキシブル素子作製の要素技術となる β -鉄シリサイドの新奇な低温作製法を提案・実証することができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】レーザー低温プロセッシング、 β -鉄シリサイド、フレキシブル光素子、ポリマー基板

【研究題目】Barite 型化合物及びふっ化物系低摩擦・低摩耗耐熱材料の開発と摩擦機構の解明

【研究代表者】村上 敬

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】村上 敬（常勤職員1名）

【研究内容】

1997年の地球温暖化防止京都会議以降、二酸化炭素排出量削減の目的で自動車等エンジンの高効率化・軽量化の必要性が高まってきている。この問題を解決する一方法として、潤滑油の代わりに高温まで機能する固体潤滑剤をエンジンの高温摺動部に適用することが考えられる。現在、大気中600 $^{\circ}\text{C}$ 以上で使用できる固体潤滑剤としては、 CaF_2 等のフッ化物、Ag、 BaCrO_4 等が報告されている。しかし、室温~800 $^{\circ}\text{C}$ までの温度領域で低摩擦を示すものは Ag、 BaCrO_4 程度で、前者はコストが高く、後者は劇物であるという欠点がある。

本研究では、① BaCrO_4 と同じ Barite 型結晶構造で室温から高温まで低摩擦を示し、かつ無害な BaSO_4 等を用いて、大気中室温~1000 $^{\circ}\text{C}$ で摩擦係数0.2以下、比摩耗量 10^{-7} mm^3/Nm オーダーを示す材料開発を行うこと、及び②Barite 型硫酸塩の低摩擦機構の解明を行うことを目的とする。

平成18年度は、 SiO_2 を添加した際 Al_2O_3 - CaF_2 複合材料の耐摩耗性が大きく改善される原因を SEM、TEM

などによって調べ、 SiO_2 添加により Al_2O_3 粒子と CaF_2 粒子の境界付近での反応物生成が抑えられ、一方でムライトが形成されることで耐摩耗性向上が起ることを明らかにした。また基板材料に対する Barite 型硫酸塩粒子の吸着力の大小によって Barite 型硫酸塩の低摩擦への貢献度が大きく変わることも明らかにした。さらにボロシリケートガラスに対する摩擦試験も行い、Barite 型硫酸塩はガラス用金型の離型剤としての利用も期待できることを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 固体潤滑、硫酸バリウム、硫酸ストロンチウム

【研究題目】 海洋鉛直微細構造と植物プランクトン挙動との相関を用いた内湾環境の診断評価

【研究代表者】 長尾 正之（地質情報研究部門）

【研究担当者】 長尾 正之（常勤職員1名）

【研究内容】

平成17年9月15日に沖縄県八重山諸島石垣島沖合において収集した、流速が50 cm/s を超える強い沿岸流の影響下で、漂流ブイに沿って30分ごとに3時間、水深100 m 以浅で繰り返し収集した海洋鉛直微細構造データの解析を行った。鉛直微細構造から求められたエネルギー逸散率の時系列と水温鉛直分布の変化、並びに八重山諸島の風向風速の対応関係から、風による混合を受けて日混合層が厚みを増し、かつ日射による加熱をうけて日混合層の水温が上昇するという現象が得られた。また、得られたエネルギー逸散率の値は瀬戸内海でこれまで収集した値よりも1桁以上小さかった。これらの結果は、強い沿岸流の表層でも主たる日混合層の拡大は風によることを示しており、貴重な研究成果であると考えられたので、水工学論文集で発表した。今後は、表層混合層に与えられた熱エネルギー、風による混合エネルギー、強い表層流の鉛直シアが与える乱れエネルギーの大きさを比較し、より定量的な考察を進める予定である。なお、平成18年7月4日と5日に、平成17年度観測時よりも陸岸の影響をより受けにくい沖合の観測点などで日混合層中の海洋鉛直微細構造データを繰り返し取得し、成層強度と風向きが異なる新しいデータセットを得たので、前年度データと共に解析を進めている。広島湾、三重県英虞湾、沖縄県石垣島で収集した水平流速の鉛直シア、水温、塩分及びクロロフィル蛍光強度のデータを解析し、瀬戸内海や内湾から外洋的な八重山諸島沖までの幅広い環境下における鉛直混合強度などの微細構造に関して現在解析を進めているところである。

【分野名】 地質

【キーワード】 微細構造、乱流、鉛直混合強度、植物プランクトン、内湾、沿岸

【研究題目】 モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発

【研究代表者】 秋山 泰（生命情報科学研究センター）

【研究担当者】 秋山 泰、堀本 勝久、富永 大介、油谷 幸代、中川 康二、孫 富艶、井口 富久美（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

生命情報科学研究センター及び京都大学の研究課題は、細胞アレイによって観測された時系列データからネットワーク・ダイナミクスを推定する創薬支援技術を開発することであった。その実現のため、1) 細胞アレイ観測装置(TFA)による画像データを処理し個別細胞を認識、追跡し数値化する技術を開発すること、2) 共同研究先で行うネットワーク動態解析実験を支援するため、文献データに基づきアポトーシス経路における siRNA ターゲット遺伝子の選定を行うこと、3) 観測データを解析し、ネットワーク動態推定に関する開発技術の性能を評価すること、の3つの課題を設定し、研究を進めた。

- 1) TFA から得られる撮影画像において、各細胞を追跡しその変化を自動的に計量するソフトウェアを開発し、詳細なダイナミクスの解析を可能とした。同時に細胞の形状をも数値化するため、表現型を考慮に入れたより応用性の高い解析を行うこともでき、さらに TFA のハイスループット性を損なわない処理性能を実現した。
- 2) 上記ネットワーク動態解析実験において、ターゲットとするパスウェイ及び遺伝子を文献データを元に絞り込み、157のターゲット遺伝子をリストアップした。現在このリストによる観測が共同研究先で進行中である。
- 3) また、ネットワーク上の各要素の活性の時間微分を記述する方程式系を定義し、これをラプラス変換し代数方程式系に変換してタンパク質の活性を推定する新規手法を開発、観測データに適用しダイナミクスの解析を行った。さらにグラフ理論に基づいてネットワークにおける最適なレポータータンパク質配置の探索法を開発した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 時系列解析、遺伝子発現、生体内ネットワーク、パスウェイ、数理モデル、数式処理、数値解析、微分方程式モデル、多次元非線形実数最適化、画像処理

【研究題目】 天然黄鉄鉱を用いた残留性有機塩素化合物の解毒化

【研究代表者】 原 淳子（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 原 淳子（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は残留性有機塩素系化合物の原位置浄化技術の開発を目指し、天然硫化鉄物の有する脱塩素作用に注目

した分解能の評価、分解経路、メカニズムの解明を行っている。今年度は電子配位に偏りがあり、わが国でも実際に地圏環境での残留が懸念されているドリソ類の分解能評価、及び実汚染の深度方向分布調査を行った。ドリソ類は戦後わが国でも広く使われた農薬であり、これらの農薬の使用が禁止され、使用されなくなってから既に40年程が経過しているがその残留性が懸念されている。そこで40年程前にドリソ類を含む農薬を使用していた農地において、深度方向にドリソ類の残留濃度を調査した。この農地で使用されていた農薬はアルドリソ、エンドリンを含むものであったが、現在はディルドリンのみが残留物質として検出された。検出されたディルドリンはアルドリソの副生成物として検出されたものと予想される。ディルドリンは表層から30~40 cm程の深度に分布しておりそれよりも深いところでは検出されなかった。ディルドリンが水にも不溶で間隙水中にも溶け込まず、拡散せずにとどまっていることが原位置で明らかとされた。さらにこの現場での地圏環境状況に基づき、天然黄鉄鉱を用いたドリソ類の分解試験を行った結果、好気条件下での分解を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】自然浄化、硫化鉄物、有害化学物質、農薬

【研究題目】水電解による水素と過酸化水素の同時製造法の効率向上に関する研究

【研究代表者】安藤 祐司（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】安藤 祐司（常勤職員1名）

【研究内容】

効率的・低コスト水素製造技術として期待される、水電解による水素と過酸化水素の同時製造法について、過酸化水素を効率的に製造するための諸条件を明らかにすることを目的とする。平成17年度は、効率的に過酸化水素を製造するための電解条件を明らかにした。平成18年度は、その電解条件における過酸化水素の製造効率を高めるため、過酸化水素製造電極に使用する炭素材料の高性能化について検討した。グラファイトを過酸化水素製造電極に用いて電解反応を行い、グラファイト化の進んだ活性炭繊維との比較を行った結果、グラファイトを用いた場合は過酸化水素は検出されず、グラファイト構造のエッジ部分や表面官能基が過酸化水素生成における活性サイトとして機能していることが示唆された。この結果を踏まえ、グラファイト化が進んだ炭素材料に化学的 surface 修飾を施し、炭素材料表面への官能基付与による高性能化を検討した。塩基性水溶液による前処理を行った活性炭繊維を過酸化水素製造電極に用いたところ、過酸化水素の生成量は増加したが副反応速度も増加したため電流効率は向上せず、副反応の抑制が課題であることが明らかとなった。平成19年度は、引き続き化学的 surface 修飾について検討し、活性炭繊維における表面官能

基が過酸化水素生成速度及び副反応速度に及ぼす影響を定性的・定量的に評価することを通して、反応速度及び電流効率の向上を目指す予定である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素、過酸化水素

【研究題目】糖鎖機能活用技術開発

【研究代表者】西村 紳一郎

（創薬シーズ探索研究ラボ）

【研究担当者】清水 弘樹、中西 秀樹、松下 隆彦、清水 和美、作田 智美、長島 生（常勤職員1名、他5名）

【研究内容】

本研究は、財団法人化学技術戦略推進機構との共同研究にて、動物細胞を利用した糖鎖合成技術を核とし、「平成22年度までにヒト型糖鎖を10 mg レベルで100種類、うち20種類は g レベルで合成する」NEDO プロジェクトである。このうち、細胞法では苦手とする多価シアル酸やフコースの導入などに関して、当研究室で開発した「糖鎖自動合成装置 Golgi™」を用い、我々の担う最終目標として15種類のヒト型糖鎖を10 mg のオーダーで供給する。

具体的には、以下の3項目に関して、研究を展開している。

- 1) Golgi™ で研究展開すべく細胞に投与する糖鎖プライマーの化学変換研究：
炭素数12の脂肪酸を有しているアジド型細胞用プライマーを Golgi™ 用プライマーに変換する化学合成ルートを開発する。今年度は研究対象を直鎖アジド基含有細胞用プライマーに絞り、その手法を確立させた。今後は分枝アジド基含有細胞用プライマーに関して研究を展開させる予定である。
- 2) Golgi™ を用いた糖鎖部連続的再修飾の遂行：
今年度はこれまで糖ペプチド体が対象であった Golgi™ を本研究に展開出来る様、必要なスペックの変更、調整をおこなった。
- 3) Golgi™ に利用する糖転移酵素の調製：
Golgi™ では糖転移酵素を利用するが、現時点で市販されており入手可能な糖鎖末端部分を修飾する糖転移酵素はシアル酸転移酵素（SiaT）、ガラクトース転移酵素（GalT）の2つのみである。そこで市販されていないが利用価値の高いフコース転移酵素（FucT）とグルコサミン転移酵素（GnT）について、その調製と固定化酵素化研究を進めている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖、自動合成装置 Golgi™、ケモエンザイム合成、糖転移酵素

【研究題目】新規な炭素-硫黄結合開裂酵素の機能解析と脱硫酵素の分子進化に関する研究

【研究代表者】羽部 浩（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】羽部 浩（常勤職員1名）

【研究内容】

ジメチルスルホキシド（DMSO [化学式 (CH₃)₂SO]）は各種無機物や有機物に対して高い溶解性・浸透性を有するため、有用な有機溶媒として様々な産業において使用されており、国内だけでも年間7,000トンの需要がある。特に近年では、微細加工などにより高純度・高品位が要求される電子部品製造分野において、フロンや有機塩素系に代わる剥離剤や洗浄剤として使用されており、5,000トン/日程度の洗浄純水と合わさることで多量の DMSO 含有排水が発生する。そこで本研究では、単に生物学的排水処理法により DMSO を分解するだけでなく、細菌が有する硫黄代謝メカニズムを上手く制御することで、DMSO を含有する排水から、硫黄を含むファイン及びコモディティケミカルズを回収可能な資源循環型廃水処理システムの構築を目標としている。平成18年度は、DMSO 等有機硫黄化合物から有用物質への変換、酸化に関わると推測された FMN 依存性モノオキシゲナーゼ SfnA という酵素に関して、SfnA をコードする遺伝子の発現調節機構、機能解析を行なった。その結果、*sfnA* 遺伝子が硫黄飢餓状態において発現すること、及び SfnA が methanliol の代謝にも関与していることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物処理、有機硫黄化合物、酵素反応

【研究題目】デオキシリボザイムを用いた特定微生物の検出法の開発

【研究代表者】末永 光（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】末永 光（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

細胞中の rRNA の存在量は、細胞の活性と相関があることが知られている。従って、特定の微生物の由来の 16S rRNA の検出と定量はその環境を評価するための重要な指標となりうる。そこで本研究においてデオキシリボザイムによる微生物由来16S rRNA の配列特異的な切断に基づいた迅速・簡便な解析法を考案し、さらに廃水処理への応用を図った。

研究計画・進捗状況：

廃水処理に広く用いられている活性汚泥法における問題のひとつに糸状性細菌の急激な増殖により引き起こされる汚泥沈降性の低下、すなわちバルキングがある。従って、活性汚泥中において、糸状性細菌由来の16S rRNA の検出と定量は活性汚泥のバルキング傾向を評価するための重要な指標となりうる。そこで、処理槽中の活性汚泥の一部を毎日一定時刻に抜き取り、RNA を抽出し、バルキングの起因菌である *Sphaerotilus* 属の 16S rRNA を、デオキシリボザイム法を用いて定量した。

また、同属由来16S rDNA を定量的 PCR によって測定し、比較解析を行った。標的16S rDNA 存在量の挙動は概ね SVI の変化と一致し、*Sphaerotilus* 属細菌の存在量と汚泥の沈降性の相関が示された。一方、16S rRNA はバルキングの早期発見のための有効な指標であることが示された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】デオキシリボザイム、複合微生物系、モニタリング

【研究題目】量子情報技術を頑強にする符号化技術の研究

【研究代表者】萩原 学

（情報セキュリティ研究センター）

【研究担当者】萩原 学（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、量子誤り訂正符号の1つである CSS 符号を構成する古典符号の対を LDPC 符号として実現し、通信路の雑音率が大きな雑音環境の下でもブロック誤り率が0.005未満で済む高い誤り訂正パフォーマンスを達成することにある。問題は、古典符号の理論では想定されていなかった条件（本研究ではねじれ関係と呼んでいる）と、高い誤り訂正能力の両立にある。研究計画では Array-Type とよばれる LDPC 符号を1つ固定し、対となるもう一方の符号探索に計算機探索の手法を利用することで、そのような符号対を構成する予定であった。研究を通じ、Array-Type LDPC 符号では達成したいレベルの符号構築が困難であるとわかってきた。そこで、Array-Type の拡張である Quasi-Cyclic LDPC 符号を研究対象に加えるよう方向転換を行った。さらに、計算機を用いる手法から得た知見をもとに、理論的考察が進められた。重要な理論成果として、QC LDPC 符号の組が量子符号の要素となる条件を、組合せ論的にシンプルな用語で与えることに成功した。結果、理論的手法と計算機を用いた手法を組み合わせることで、研究当初の想定を遥かに上回る効率良い構成方法を得ている。これらの成果は、ISIT2007を初めとした国際学会等で採択されている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子暗号・量子符号・LDPC 符号

【研究題目】なめらかな粒度の情報を扱うユビキタス・インタフェースの研究

【研究代表者】塚田 浩二（情報技術研究部門）

【研究担当者】塚田 浩二（常勤職員1名）

【研究内容】

実世界のインタラクションで扱う情報がユーザの意識の中心にあるか否かという視点から、それらはアンビエント情報と詳細情報に区分できる。たとえば、一般的なディスプレイは詳細情報を扱う。ここでは、多くの情報

を一度に伝達できる反面、ユーザは画面を注視する必要があるため、日常生活のタスクを妨げる可能性は大きくなる。一方、空間の光など周辺感覚で捉えることのできる情報は、アンビエント情報である。一度に伝達できる情報量は少ないが、日常生活のタスクとの並列性が高いため、ユーザは気軽に情報を受け取ることができる。

このように、両者はそれぞれ一長一短の特徴を持つため、状況に応じた使い分けが重要となる。たとえば、モバイル環境の情報提示手法においては、ユーザの意識を占有することは危険が伴うため、日常的にはアンビエント情報を利用し、必要に応じて詳細情報を利用するような手法が有効である。一方、こうしたアンビエント情報と詳細情報は、それぞれ独立したメディアとして提供されることが多く、両者をなめらかに連携させる手法についてはさほど考慮されてこなかった。本研究では、モバイル/ユビキタス環境において、なめらかな粒度の情報を傍受/操作できる新しインタフェース技法の構築を目指す。

まず今年度は、「なめらかな粒度の情報を伝える傘型情報提示機構:PhantomParasol」と、日常的な動作で情報の粒度を制御するインタフェース技法:「AfterTouch」の提案を行った。PhantomParasolでは、傘をさした状態では上から淡い光が降るようなアンビエント情報を、くるりまわした状態ではグラフィカルな詳細情報を提示するといったなめらかな粒度の情報提示機構を実現する。AfterTouchは、ID認識装置とさまざまなセンサを組み合わせ、IDを認識した後にユーザの日常的な動作(押す、まわす、踏む...etc)を続けて行うことで、単機能のIDシステムから複雑な操作へと、情報の粒度をなめらかに切り替えられる入力インタフェース群である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマンインタフェース、ユビキタスコンピューティング

【研究題目】ソーシャルネットワークを用いた情報推薦

【研究代表者】濱崎 雅弘 (情報技術研究部門)

【研究担当者】濱崎 雅弘 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究ではソーシャルネットワークを用いた情報推薦技術に関する研究を行う。利用者にとって価値のある情報を発見し届けるには、情報の価値を計量する方法、情報の発信者と受信者との関係を捉え利用する方法が重要であると考え。そこで本研究ではソーシャルネットワークに着目し、これを用いた推薦技術の研究開発を行った。本研究において取り組む課題として、情報推薦のためのソーシャルネットワークの分析と、ソーシャルネットワークを用いた情報推薦アルゴリズム及びシステムの研究開発の2つを挙げる。

年度進捗状況:

ソーシャルネットワークを用いたオントロジー抽出手法とそれを用いた情報推薦アルゴリズムの研究開発を行った。これはP. Mikaが2005年に提案したソーシャルブックマークを用いたオントロジー抽出手法に対してソーシャルネットワークを加えることで改良を行うものである。ソーシャルネットワークからコミュニティを見つけ出し、それを利用することで語の多義性問題の解決を図る。データには提案者が開発に参加したSNS及び既存の商用SNSのデータを利用した。また、コミュニティ支援システムを平成18年6月に開催された人工知能学会全国大会において運用した。ここではソーシャルネットワークを利用した論文推薦と人推薦の2種類を実装し運用した。人の推薦では、推薦され興味を持った相手とインタラクションが成立して始めて推薦は成功であったといえると考え、ただユーザが興味を持つと思われる人を提示するだけでなく、人による紹介を支援するシステムの研究開発を行った。これは実世界における紹介という行為が、人と人とのマッチング手法として優れているという考えの元、その紹介行為をソーシャルネットワークを利用して支援するというものである。

【分野名】情報通信

【キーワード】情報推薦、ソーシャルネットワーク、Webマイニング

【研究題目】ロボット飛行体の力学的安定化と知能制御に関する研究

【研究代表者】岩田 拓也 (知能システム研究部門)

【研究担当者】岩田 拓也、箱島 秀昭
(常勤職員1名)

【研究内容】

従来の固定翼航空機の場合、主翼と胴体は固定されたところから設計が開始されるため、胴体ピッチ軸と主翼ピッチ軸の方向は原理的に一致しているはずであり、ピッチ軸が変化したときの変位量も常に一致するのが常識であった。固定翼航空機が地上接地時には、降着装置が地面に接地しているため、胴体ピッチ軸と主翼ピッチ軸の関係は、原理的に常に固定され別々に変化させることは不可能である。このため、通常固定翼航空機は離陸時のエレベータ操舵により胴体ピッチ軸ごと主翼のピッチ軸を変化させて主翼の迎角を変化させることにより、離陸を行う。離陸時の力学的特性は、飛行体の大気速度と進行方向に加わる力の関数により表現される。進行方向に加わる力には、空気抵抗と地面動摩擦抵抗があるが、後者がゼロとなる点が全ての加重が抜けた点すなわち離陸点となる。従来の固定翼航空機の場合、この動摩擦抵抗と飛行体の大気速度の関数は、操縦によるエレベータ操舵により不連続関数となるため、理論的な離陸特性曲線が導出不能であった。これに対して、本研究により考案された新型ロボット飛行体の場合、地上接地時の降着

装置が地面に接地した状態においても、胴体ピッチ軸と主翼ピッチ軸に変位を与えることが可能な構造となっている。この構造は振り子安定制御構造であり、主翼の一点のみが多軸の動力関節により接合されるものであり、この新しい特徴により、従来固定翼航空機で導出不能であった理論関数の導出に成功し、この理論関数と2回の離陸実験の実測値がほぼ一致していることを明らかにした。この理論関数により、ロボット飛行体が離陸場所や着陸場所の選定や判断を行う知能制御が可能となる。第15回日本機械学会交通・物流部門大会において、優秀論文講演表彰を受賞。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】飛行ロボット、ロボット飛行体、無人航空機

【研究題目】ヒューマノイドにおける歩行軌道の短周期生成更新による環境適応能力向上

【研究代表者】西脇 光一

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】西脇 光一 (常勤職員1名)

【研究内容】

短周期での歩行軌道生成・更新を実現し、さらにオンラインでの各軌道生成を実際のロボットの運動状態を反映したものとするために、1) 高速動力学計算システムの開発、2) 短周期更新に適した軌道生成手法の開発、3) ロボットへの実装評価を行い、さらに、次年度に予定しているロボットの絶対空間に対する運動状態推定に用いるための4) 姿勢角センサシステムの開発を行った。

1. 高速動力学計算システムの開発

従来より開発してきた汎用逆動力学計算ルーチンを元に、特に歩行軌道生成を行うのに必要な ZMP 算出の高速化を行った。ベクトル演算命令の利用、動いていない関節を挟んだ2リンクの統合による計算省略等により、300回の ZMP 算出を要する軌道生成を10 [ms] 以下で実現 (ZMP 算出に要する時間は5 [ms] 以下)した。

2. 短周期更新に適した軌道生成手法の開発

与えられた運動状態から目標移動 (例えば着地位置や歩行周期) を実現する力学的安定な運動を力学モデルを用いて高速に生成する方法を開発し、最高で10 [ms] 周期での軌道生成・更新を実現した。また、胴部を加速するセンサフィードバック修正の結果から、生成した軌道の更新時 (すなわち生成軌道の始点) での運動状態を推定する方法を開発した。

3. ロボットへの実装評価

開発した手法を等身大の人間型ロボットに実装し、足がはがれて転倒しないように胴部を加速し目標 ZMP に実 ZMP を近づける反射適応型のセンサフィードバックを行う一方で、短周期での歩行軌道生成で長期的安定を確保し、歩行を継続できることを確認

した。また、次年度計画である多種のセンサフィードバック開発の一部とすべく、水平段差への反射の適応とそこから安定な軌道生成についても確認した。

4. 姿勢各センサシステムの開発

並進加速度計と角加速度計からなる絶対姿勢計測システムを構築し、歩行中の並進加速度、振動環境下での姿勢角推定法の開発を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】ロボット、ヒューマノイド、歩行、動力学、姿勢角センサ

【研究題目】局部麻酔下手術における医師操作と患者反応との相互作用の解析とモデル化

【研究代表者】酒井 健作

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】酒井 健作 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の具体的目的は、局所麻酔下で行なわれる内視鏡的鼻腔手術を対象とし、医師と患者間の心理・生理・行動の相互作用を解明し、それらを模擬できる計算機モデル、Digital Patient と Digital Surgeon を構築することである。

本研究の目的は、手術操作・状況に対する心理・生理反応を模擬する患者モデルと、患者反応に対する判断や手術状況の難易度による疲労等を模擬する医師モデルを構築し、これを手術シミュレータとして統合することである。これにより、無茶な操作を行なっても痛いとも言わず、血圧も上がらない従来のダミーモデルや手術操作シミュレータに、患者の心と体を持たせる。

本年度は、実際の手術中に計測した計測データを用い予備解析を行なった。

解析には、手術中の内視鏡映像、手術室内映像、患者の心拍数、連続血圧値、呼吸波形を用いた。

内視鏡映像に基づき、手術中に行なわれる操作を、鼻腔内の操作部位(18部位)、使用器具(鉗子、吸引器等の全17種)、操作種(休憩、押し、ひっぱり等の20種)に分類し、これら3指標に基づいて各患者の手術進行を区間分割した。

鉗子等の手術器具を鼻腔内に挿入し何らかの操作を行なっている区間について、心拍数(HR)と最高血圧(SBP)変化量の相関を求めた結果、各患者の相関係数にばらつきが見られた($r = .722$ ($p < .01$), $r = .739$ ($p < .01$), $r = .052$ ($p = .627$), $r = .105$ ($p = .388$), $r = .420$ ($p < .01$)). これら HR と SBP 変化のパターンは、患者が知覚する痛みや圧迫感・振動の有無と、それらに起因するあえぎや力み動作の有無の組合せが影響を与えていると仮定し、あえぎや力みの結果現れると考えられる呼吸波形の特徴的な形状に注目した。

ここで、呼吸停止や呼吸高のばらつき等の形状特徴を表す10種の指標を用意し、これらを HR 変化方向

(+, -)及び SBP 変化方向(+, -)の説明変数としてベイジアンネットワークによるモデル構築を行なった。この結果、SBP について HR のみを説明変数としたモデルと比較し、最大27 % (平均13 %) の再現率向上を達成し、平均再現率88.4 % (最低80.0 %、最高94.5 %)まで向上させた。

また、局所麻酔下鼻内手術シミュレーションのための、3次元 CG 鼻腔内モデルと鼻腔内粘膜・骨構造の開放操作インタフェースを構築した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ストレス、患者シミュレーション

【研究題目】伝達関数同定に基づく人の把持力制御メカニズムの解明

【研究代表者】多田 充徳

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】多田 充徳 (常勤職員1名)

【研究内容】

人は摩擦係数や重量が分からない物体でも、指表面から獲得する触覚情報を利用することで、適切な力で把持することができる。しかし、その具体的なメカニズムは完全には解明されていない。本研究では、この問題に対して制御工学的アプローチで取り組み、そのメカニズムを工学分野で再利用可能な形でモデル化する。

本年度は、把握運動時の指先変形と把握力とを同時に計測可能な触覚イメージング装置を開発した。把握部は高精度カメラと、力センサに支えられた透明ガラス面で構成されている。この把握部を力制御可能なリニアステージ上に設置したことで、任意の力学場での把握運動計測を行うことが出来るようになった。また、計測した指先指紋画像から変形情報を抽出するための画像レジストレーションプログラムを開発した。画像の輝度勾配情報を用いることで、連続する二枚の画像から動き情報を計算することができる。

最後に、弾性場内での把握運動計測実験を行った。その結果、重力環境とは異なる力学場でも把握力と負荷力との間に協調関係が出現することが確認できた。また、計測した画像を処理することで、接触面の境界付近から滑り始める初期滑り現象を観察することができた。

【分野名】情報通信

【キーワード】把持力制御、伝達関数、初期滑り

【研究題目】全身の動的しなやかさを実現するインテリジェントアクチュエータの研究

【研究代表者】友國 伸保 (知能システム研究部門)

【研究担当者】友國 伸保 (他1名)

【研究内容】

本研究では全身に動的な“しなやかさ”を持つロボットを実現するためのインテリジェントなアクチュエータを実現することを目的とする。

人間の生活環境では、ロボットには省スペース化や汎用的な作業を行うための高自由度の実現が求められる。いくつものアクチュエータがリンクを介して直列に接続されたシリアルリンク機構はこれらの要求を満たす機構である。しかしながら、そのリンク系に属するすべてのアクチュエータがリンク先端の制御精度に影響を及ぼすという観点から、リンク系を構成するアクチュエータには高剛性、高精度という“硬さ”が要求されてきた。この問題に対し本研究では、比較的減速比の“やわらかな”アクチュエータを用い、アクチュエータの状態からリアルタイムに計算される動力学により外乱を補償することによってリンク群全体に渡って“しなやか”な制御を実現する。

平成18年度はこのようなコンパクトかつ“しなやかさ”を持つロボットを構成するためのハードウェアの開発を行った。開発したハードウェアは分散型小型モータコントローラと複数のモータコントローラを統合する小型ローカルコントローラである。開発したモータコントローラは FPGA を用い、電流から DC モータを用いたアクチュエータの出力トルクを計測・制御可能である。実際に設計、試作したハードウェアに対して性能確認を行い、PWM 駆動の確認及び PWM 駆動時の計測電流値の直線性を確認した。また、本モータコントローラを用いた場合のアクチュエータ全体の性能を確認するため、モータ制御性能を確認するための計測装置を新たに製作した。本計測装置は高分解能エンコーダ、パウダブレーキ、トルクセンサから構成され、モータの静特性だけでなく動特性をも計測可能とするものである。今後はこれまでに試作したハードウェアを用いて、通信プロトコル及び電流制御を行うためのソフトウェアの開発、アクチュエータ全体での性能の確認を行ない、更に複数アクチュエータを用いたシステムへの動力学適用の問題を扱っていく。

【分野名】情報通信

【キーワード】コンプライアンス、電流計測、動力学制御、アクチュエータ

【研究題目】配列情報解析と局所構造パターン分類を融合した新たなタンパク質立体構造予測法の開発

【研究代表者】富井 健太郎

(生命情報科学研究センター)

【研究担当者】富井 健太郎 (常勤職員1名)

【研究内容】

ポストゲノム時代の重要な課題の一つである、タンパク質立体構造モデルの系統的な提供の実現に向け、各残基位置でのアミノ酸種毎の出現頻度に応じて定義されるタンパク質のプロファイルを利用した、新たな構造予測手法を開発するための研究を行っている。このために、冗長性を省いたタンパク質の代表セットを用いて、局所

構造パターンの分類を行い、埋もれ度や二次構造、水素結合といったこれまで比較的良く定量化されている要因だけではなく、例えば接触している残基相互の向きなど任意の残基位置においてアミノ酸の出現パターンを支配する隠れた要因を発見することを大きな目的の一つとしている。局所構造パターンの分類には、教師なしの学習による分類手法を適用している。分類結果は、局所構造類似性の閾値と、どの範囲を局所構造空間とみなすか（体積）の2つのパラメータにより支配される。ここでは、類似性と体積についての様々な閾値の組み合わせを用いて分類を行った。その上で、分類された各クラス内でのアミノ酸種毎の出現頻度を観測し、分割されたセットで同様の結果が得られるかどうかについて、検証を行っている。次に、進化情報と局所構造の相関について明らかにするために、構造既知タンパク質を用いて得られたプロファイル情報と最も良く対応する出現頻度を観測する分類とその閾値を見出す。これは、配列情報のみを用いて準備されたプロファイルの任意の残基位置におけるスコアと分類された各局所構造におけるアミノ酸種毎の出現頻度（共に20次元のベクトルとなる）を相互に比較することにより行われる。プロファイルスコアと今回観測された出現頻度の相関が高く、かつ、相互の局所構造（プロファイルスコアの場合は、既知構造中での残基の置かれた局所構造であり、もう一方は今回分類された局所構造のクラスに相当）が類似している割合が探索した範囲内で最も高い分類を見出す。これによって、アミノ酸の出現パターンを支配する要因（局所構造）を同定する。ここで得られた知見は、プロファイルを利用した新たな構造予測手法の理論的基盤を与えるものと考えられる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質、立体構造予測

〔研究題目〕 側頭葉の階層的情報処理メカニズムの解明

〔研究代表者〕 菅生 康子（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 菅生 康子（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、側頭葉の神経回路網の構造とそれが機能するメカニズムを明らかにすることを目的とする。側頭葉の下側頭皮質では、ニューロンが複雑な図形に応答することが知られており、形態知覚の最終段階の情報処理が行われるとされてきた。近年、応募者らは、顔を視覚刺激とした実験で、サル側頭葉の単一ニューロンがまずヒトかサルかという情報を処理し、それから個体や表情の違いについての情報を処理していることを明らかにした。さらに、最近応募者ら独自の理論的研究により、この時間的なダイナミクスを持った階層的な情報処理を可能にする神経回路をモデル化した。本年度は、この独自のモデルの妥当性を神経科学的研究によって検証するた

めの準備を行った。霊長類の側頭葉でニューロン活動を記録するため、実験セットアップを完成させ、注視課題を用いてサルを訓練した。また、従来のニューロン活動の解析手法については改良を提案し、国内外の学会で発表した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 実験系心理学、脳・神経、神経科学

〔研究題目〕 指運動の生後発達にともなう神経回路変化の解明

〔研究代表者〕 肥後 範行（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 肥後 範行、村田 弓

（連携大学院学生）（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

マカクザルの生後発達過程において、手指の巧緻動作の発達は比較的遅く、生後半年以降に成熟することが知られている。第一次運動野から脊髄運動ニューロンへと至る単シナプス性経路（皮質運動神経投射）が生後に形成されることが上肢運動機能の発達の構造的基盤となっていると考えられている一方、脳内神経回路の変化に関してはこれまであまり注目されてこなかった。手指の動作発達の基盤となる脳内神経回路変化を明らかにするために、神経突起の構造変化にかかわる神経成長関連タンパクに着目し、その発現をニホンザル及びアカゲザルにおいて調べた。具体的には、生後2日、1週間、1ヶ月、2ヶ月、3ヶ月、6ヶ月、及び成熟個体の運動関連領域において、シナプス前膜とシナプス後膜にそれぞれ存在する神経成長関連タンパクである GAP-43及び neurogranin の遺伝子発現を *in situ* ハイブリダイゼーション法により明らかにした。その結果、GAP-43及び neurogranin の発現は生後2から6ヶ月のサルの運動皮質において一過性に上昇することが明らかになった。発現の上昇は皮質運動神経投射の起始する5層の大型錐体細胞だけでなく、主として皮質間結合を担う3層の錐体細胞においてもみられた。さらに GAP-43の遺伝子発現は運動皮質と緊密な繊維連絡を持つ皮質化構造である被殻においても生後一過性に上昇することが明らかになった。本研究結果は、神経回路形成が生後数ヶ月の運動皮質内、及び運動に関係した脳内ループ構造で生じ、これが手指の巧緻動作が発達するための神経基盤となっている可能性を示すものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 幼児、運動皮質、霊長類、巧緻動作、遺伝子発現、神経可塑性

〔研究題目〕 哺乳類運動ニューロンの中枢及び末梢における神経伝達の機能発達

〔研究代表者〕 西丸 広史（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 西丸 広史（職員1名）

〔研究内容〕

私たちヒトを含めた哺乳類の中樞神経系においてニューロンのシナプス伝達の大部分はニューロンの軸索終末から放出される神経伝達物質と受け手の細胞の受容体を介して行われている。脊髄運動ニューロンは末梢に軸索を伸ばし、その終末からアセチルコリンが放出され、筋に作用していることが知られている。この軸索の側枝は脊髄内で抑制性介在ニューロンの Renshaw 細胞とシナプス結合をしており、この神経終末から放出される神経伝達物質もアセチルコリンであるとされてきた。最近、私たちはマウスの脊髄運動ニューロンが Renshaw 細胞とのシナプスにおいてアセチルコリンの他に、グルタミン酸を放出していることを見だし、運動ニューロンが異なる標的に対して、それぞれ異なる神経伝達物質を放出していることが示唆された。哺乳類の中樞神経系ではこのような例は他になく、本研究課題では運動ニューロン軸索終末から放出されるグルタミン酸の生理学的役割とその発達様式を明らかにすることを目的としている。本年度は胎児期から新生児期のマウスの脊髄運動ニューロンが中枢及び末梢で形成するシナプスのグルタミン酸受容体及びアセチルコリン受容体の働きについて調べるため、マウスの胎児・新生児の脊髄摘出標本を用いて Renshaw 細胞の電気的活動を記録した。その結果、胎生後期の運動ニューロンからのシナプス入力にはニコチン受容体、グルタミン酸受容体が共に強く関与していることがわかった。また胎児の後肢の筋で運動ニューロンの末梢軸索（筋神経）を電気刺激したときの応答の大部分は予想通り、ニコチン受容体を遮断することで減弱したが、さらに他の受容体の関与の詳細を来年度さらに調べていく。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脳・神経、動物

【研究題目】界面水分子のダイナミクス制御による高機能・高選択性を持つ生体適合性材料の構築

【研究代表者】林 智広（計測標準研究部門）

【研究担当者】林 智広（常勤職員1名）

【研究内容】

生体内の組織は常時水分子に覆われており、全ての生体反応及び認識プロセスは水雰囲気中で起こっている。それ故に生体分子と水分子の相互作用、そして、その界面の水分子によって引き起こされる相互作用の定性的・定量的解明は、近年急速に注目を集めている再生医療のための足場材料の開発、生体内埋め込み材料、高感度・高選択性持つバイオセンサーの開発に重要かつ緊急の課題である。実験的に観測される界面水分子によって引き起こされる力とシミュレーションによって得られる水分子の分子レベルでの振る舞い(表面近傍における水分子の配向、運動特性など)の関係を明瞭に解明した研究例は今までに無い。物質界面、特に生体適合性材料、生体

分子等の表面の相互作用の中で、主に従来の研究において特に不明な点が多い界面の水分子の役割について、原子間力顕微鏡 (atomic force microscopy: AFM) を用いた生体分子-固体表面間の相互作用の直接的計測、コンピュータシミュレーション(分子動力学法・モンテカルロシミュレーション)による水分子の振る舞いの分子レベルでの観察によって、界面における水分子の構造、状態とそれにより引き起こされる相互作用の関係について厳密に解明する。

平成18年度は研究実施計画通り、まずシリカ製のコロイドプローブ上へのタンパク質の吸着方法の検討を行い、タンパク質分子を変性させることなくプローブ表面に固定する方法を確立した。また、原子間力顕微鏡 (atomic force microscopy: AFM) を用いて、様々な溶液条件において生体適合性高分子 (poly(2-methoxyethyl acrylate): PME A) と主な血中タンパク分子であるフィブリノーゲン及びアルブミンの相互作用の直接計測を行った。様々な溶液条件でタンパク質と PME A の接着力の計測を行い、PME A とタンパク質間の接着力は溶液条件に依存しないことを確認した。また AFM 及び水水晶振動子法 (quartz crystal microbalance: QCM) を用いた吸着実験から変性したタンパク質と PME A 表面の相互作用は大きくなる事実を得た。これらの結果から PME A の血液適合性には界面水分子が非常に重要な役割を果たしているという知見を実験的に導いた。この知見については第67回応用物理学会学術講演会、及び第26回表面科学講演大会にて“液中 AFM による高分子表面の生体適合性の直接的評価”というタイトルで発表を行った。さらに“Direct Observation of Interaction between Proteins and Blood Compatible Polymer Surfaces”というタイトルで英語論文をバイオマテリアルに関する国際学術雑誌“Biointerphases”に投稿中である。

また界面水分子の振る舞いを詳細に解析するためにコンピュータシミュレーションのためのワークステーション及び第一原理計算のソフトウェアパッケージである VASP を購入し、並列計算のための最適化を行った。古典動力学法で用いる水分子同士あるいは PME A と水分子の相互作用を計算するためのパラメータを検討し、界面水分子の動的な振る舞いの解析を開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】表面科学、ナノバイオ、ナノ材料、生体材料、再生医学、生体分子

【研究題目】超音波加振に基づく MR マイクロエラストグラフィ技術の開発

【研究代表者】新田 尚隆（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】新田 尚隆（常勤職員1名）

【研究内容】

検査・診断システムにおいて近年注目されているエラ

ストグラフィ技術は、組織への変形印加技術と、超音波や磁気共鳴イメージング（MRI）技術を用いた変形検出技術との組み合わせからなる。これら変形印加技術と変形検出技術を各々高度化・高感度化して硬さ分布を可視化できれば、微細な疾病部の超早期発見につながる。そこで本研究では、音響放射力により組織の標的変形が可能な超音波と、その変形を高感度に検出可能な潜在性を有する MRI に着目して両技術を組み合わせで最適化し、マイクロレベルで組織の力学的特性を計測・可視化する技術の開発を行った。

まず、音響放射力による組織変位を MRI 技法により可視化するための手順及びパルスシーケンスについて、計算機シミュレーションにより検討を行った。その結果、数 μm 程度の微小変位が検出される可能性が示された。

次に、MR エコー受信に最適な特性を有する MRI 受信コイルの設計及び製作を行った。また、微弱な MR 信号を受信するために差動増幅器を導入した。MRI 装置としては既存の動物実験用装置（Bruker、BIOSPEC 20/30、2 Tesla）を用い、非磁性の超音波プローブをガントリ内部に配置して計測対象に接触させ駆動した。寒天製ファントムを用いた実験を行い、変位検出の前段階として、照射位置または超音波音場が推定される可能性があること、及び超音波照射パワーに応じた音響放射力による変位が検出され得ることを見出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 MRI、音響放射力、変位、弾性

【研究題目】 骨格筋の不活動に伴って変化する心循環調節機構の解明

【研究代表者】 小峰 秀彦（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 小峰 秀彦、横井 孝志、吉澤 睦子、遠藤 恵（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

寝たきりなどの身体不活動に伴う筋力低下が注目される一方で、筋の不活動が循環調節に与える影響はあまり注目されてこなかった。本研究は、筋不活動が骨格筋からの反射性循環調節に与える影響を明らかにし、循環調節を含めた不活動後のリハビリテーションプログラムの構築に寄与することを目的とした。

平成18年度は予備実験を行い、骨格筋の不活動を引き起こす方法の確立と不活動期間の決定を行った。骨格筋の不活動は、右側の靴底を補高した状態で松葉杖歩行を行い、左側の下肢を免荷状態にすることによって不活動状態にする方法を採用した。この方法を用いて予備検討した結果、不活動1週間目で筋萎縮は起こらないが最大筋力は低下した。不活動3週間目には筋萎縮と最大筋力の低下が観察された。この結果から、短期間の不活動期間を1週間、長期間の萎縮期間を3週間とした。不活動1週間後に運動時の循環調節を調べた結果、運動時の心拍数、血圧応答は不活動前と比べて変化は見られなかった。

不活動3週間後では運動強度が強くなると運動時の心拍数、血圧応答が不活動前と比べて減少した。平成19年度は平成18年度に決定した不活動方法にしたがってデータを取得し、不活動に伴う骨格筋からの反射性循環調節を解明することを目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 筋不活動、心循環調節

【研究題目】 ナノポーラスカーボン膜を利用したバイオエタノールの高効率分離濃縮技術の開発

【研究代表者】 吉宗 美紀（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 吉宗 美紀（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、バイオマス由来の発酵エタノールをより効率的に分離濃縮して高純度のエタノールを製造するプロセスへの適用を目指して、我々が開発した疎水性で優れた耐酸性を有するナノポーラスカーボン膜を新規エタノール選択透過膜として用い、エタノールを効率的に分離濃縮するための基盤技術の確立に資することを目的とする。

まず、ナノポーラスカーボン膜の細孔径を制御する手法を確立するために、製膜液の作製条件及び製膜方法を検討した結果、1000℃で焼成したカーボン膜のメソ孔径を2~14 nm に制御可能であることを示した。また、吸着試験より、ナノポーラスカーボン膜は低い相対圧領域でエタノール選択的であり、高温で焼成するほど疎水性であることを明らかにした。このナノポーラスカーボン膜はガス透過測定において、ガスの透過速度は平均圧に依存せず、ガス分子の分子量の $-1/2$ 乗に比例する Knudsen 理論と一致した結果を示し、このカーボン膜が欠陥のないメソ孔が支配的な膜であることを明らかにした。また、発達したメソ孔により、ミクロ孔を有する分子ふるいカーボン膜よりガス透過速度が1,000倍程度大きいことを示した。模擬バイオエタノールとして5 vol%エタノール水溶液を用い、ナノポーラスカーボン膜の浸透気化分離試験を行ったところ、メソ孔径が小さくなるほどエタノール選択性が向上する傾向を見出した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオエタノール、膜分離、カーボン膜

【研究題目】 界面動電現象を用いた複合汚染土壌の原位置浄化に関する研究

【研究代表者】 澤田 章（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 澤田 章（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

土壌内で発生する界面動電現象を利用した土壌浄化方法において、汚染箇所の原位置にて有害有機化合物を

分解し、有害金属を溶出させることで複合汚染土壌を浄化できる方法を開発する。

研究計画：

本研究では、(1)生体内酵素に類似した薬剤（触媒）による有害有機化合物の酸化分解・無害化と、(2)生分解性で有害金属との相互作用が強い錯形成剤による有害金属の溶出について調査を行い、(3)汚染土壌のキャラクタリゼーションと比較して、調査した浄化剤がどのような土壌で有効であるかを明らかにする。また、(4)界面動電現象でこれらの浄化剤を送り込むための組み合わせや最適条件を見出し、(5)浄化期間・最終的な汚染物質濃度を予測できる1次元モデルを構築し、他の浄化方法との比較を行う。本年度は、(1)～(3)について調査を行なった。

年度進捗状況：

(1)・(3)ペンタクロロフェノール・ピレン・フェナントレンなどで汚染された土壌について、触媒による分解効率の差異を調査したところ、汚染土壌内の有機炭素含有量が多いほど分解効率が低下すること以外に明確な違いを見出すことができなかった。

(2)・(3)錯形成剤については、チオール基を2つ持つキレート剤について調査し、EDTA などと比較を行った。その結果、鉛・亜鉛・銅・カドミウムで汚染された土壌から除去でき、アルミニウム・ケイ素・鉄といった土壌主要成分の溶出量が少ないことを確認した。さらに、有害金属除去後に溶出試験を行なったところ、EDTAなどは溶出基準をはるかに超えるが、調査を行なったキレート剤ではほとんど溶出しなことを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】土壌、浄化、修復、原位置、重金属、動電、電気、複合汚染

【研究題目】ペプチドを用いた単一構造カーボンナノチューブの分離精製法の開発

【研究代表者】田中 丈士

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】田中 丈士、金 赫華、片浦 弘道

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では、生体物質であるペプチド(タンパク質も含む)の多様性と特異性を利用したカーボンナノチューブ(CNT)の分離精製法の確立を目的とする。本年度はまず、ランダムなアミノ酸配列を含み、開環-閉環を制御可能な環状ペプチドを提示するファージディスプレイライブラリーを遺伝子工学的手法により作製した。環状ペプチドの開-閉環は酸化-還元で制御するが、作製したライブラリーを用いて、まず、ファージ自体が死滅しない酸化剤や還元剤の許容濃度を検討した。この情報を元に、CNT に結合するペプチドのスクリーニングを行った。複数回にわたるスクリーニングを行ったが、最

終的に CNT に特異的に結合するようなクローンを得ることができなかった。その原因として、ファージを不活性化しない様な穏和な酸化-還元条件では、ペプチドの開-閉環を完全に制御できないことが考えられた。一方で、溝を持つタンパク質を用いたライブラリーの作製に先立って、溝を持ち、疎水部に結合することが知られているタンパク質を用いた CNT の分散・可溶性実験を行った。まず、タンパク質調製のために、組換えタンパク質発現用のベクターを構築した。得られた発現ベクターを用いて大腸菌を形質転換し、誘導発現した。目的のタンパク質が発現していることを確認した後、超音波破碎→熱処理→硫酸分画→陰イオン交換カラムの手順で精製した。得られた精製タンパク質を用いて、CNT の分散能力を確かめた。光吸収スペクトルの解析から、本タンパク質が界面活性剤と同様な CNT 分散能を持つことを解明した。本タンパク質は超好熱菌由来のものであり、非常に安定性の高いタンパク質性の CNT 分散剤として利用可能である。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】カーボンナノチューブ、ペプチド、タンパク質、ファージディスプレイ

【研究題目】分子間相互作用を利用した RNA 末端部位標識化試薬の開発

【研究代表者】小島 直

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】小島 直(常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

DNA チップ等による遺伝子の網羅的なプロファイリング解析では、サンプルの標識化量が mRNA の配列に依存してしまうため、mRNA を定量的に検出することは困難である。本研究では上記問題点を克服すべく、標識分子により RNA の配列末端部位のみを選択的に標識する技術の確立を目標とし、このための新規な RNA 末端標識化試薬の開発を行う。

研究計画：

本年度は標識化試薬の基本構造を決定することを目標に、新規標識化試薬の化学合成を行う。また、その標識化効率を市販されている標識化試薬と比較することで評価する。

年度進捗状況：

核酸分子の塩基部、リン酸部などとの間に働くと予想される様々な分子間相互作用を利用することで、特異的に RNA 末端部位を認識して標識化することが可能であると考え、新規標識化試薬の分子設計を行った。本年度はまず、標識化試薬への疎水性基の導入が標識化効率に及ぼす影響を調べることを目的とし、反応性基であるアミノ基の近傍に疎水性芳香族基を導入した新規標識化試

薬の化学合成を達成した。続いて合成した標識化試薬についてその標識化効率を検討した。標識化反応には自動合成機により化学合成した短鎖 RNA を用いた。その結果、アミノ基近傍に疎水性芳香族基を導入した新規試薬が高い反応性を有していることを見出し、標識化試薬への疎水性基の導入がその標識化効率を向上させることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子解析、標識化試薬、分子間相互作用、核酸化学

【研究課題】動的分類画像法を用いた詳細な顔情報処理時空間特性の可視化とその応用

【研究代表者】永井 聖剛（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】永井 聖剛（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では動的分類画像法という最新の実験手法を用い、従来の心理学実験手法に比べ極めて詳細に顔に関する視覚情報処理の空間特性及び時間特性を可視化することを目的とする。研究成果から、認知されやすい顔刺激、あるいは顔刺激の提示法が明らかとなり、産業場面への応用が期待される。本研究目的を達成するためには、分類画像法を動的イメージに対応するよう拡張し（特に試行数削減に留意）、動的分類画像法に適した顔刺激の作成が不可欠である。計画初年度である平成18年はまずこれらの技術開発を中心に行った。従来の分類画像法ではピクセル毎に輝度を操作するため分類画像の推定に相当数の試行数を必要となり、動的画像法ではさらに多くの試行数が原理上要求される。そこで本研究では、刺激特徴要素毎に線分テクスチャ刺激を用いた動的分類画像法の開発、さらに画像刺激を部分的に提示するサブサンプリング法及び分類画像のフィルタリングの洗練により従来比70%の必要試行数を減らすことに成功した。さらに、動的分類画像法を使って顔表情の動的特性を探るために用いる、模式的な似顔絵（眉、口などが様々な形に変化する）を開発、これらがニュートラル表情、喜び、悲しみ、怒り、不満など様々な表情を表出可能であることを確認し、模式的似顔絵を用いれば従来比95%減の試行数で分類画像法を計算できることを示した。本実験結果からは表情を弁別する際に、「眉」よりも「口」の形態情報にウェイトをおくこと、さらに倒立顔提示ではその傾向が強くなることを確認した。したがって、アイコン顔を作成・デザインする場合に、口情報を強調すれば表情が認知されやすいことが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】顔情報処理、時空間処理特性、分類画像法

【研究題目】神経活動による眼球運動の予測

【研究代表者】渡辺 由美子（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】渡辺 由美子（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では神経活動から実際に行う眼球運動の方向を予測することを目指す。本研究は、脳活動からリアルタイムに運動を予測するブレイン・マシン・インターフェース技術の基礎となる。平成18年度は眼球運動が必要な行動課題を行っているサル（視床背内側核）から記録した153個の神経活動を解析することにより、神経活動による眼球運動方向の予測を試みた。まず視覚刺激提示時の神経活動から、個々の神経細胞の好みの方向を求め、それらを加算したポピュレーションベクトルを作成し、その方向が正しく視覚刺激の方向を表現することを確認した。次に、眼球運動を行っている時の神経活動から、同様にポピュレーションベクトルを作成したところ、ベクトルの方向は正しく眼球運動の方向を表現した。そこで眼球運動を行う前に、眼球運動の方向を神経活動から予測することができるかを調べるために、視覚刺激の提示と眼球運動の開始の間の待ち時間（遅延期間）にポピュレーションベクトルがどのように変化しているかを検討した。その結果、ベクトルの方向は、視覚刺激が提示された方向と眼球運動の方向が同じ条件では遅延期間にも視覚刺激及び眼球運動の方向を表現し続け、視覚刺激と眼球運動の方向が異なる条件では、遅延期間に視覚刺激の方向から眼球運動の方向へとベクトルの方向が変化した。視床背内側核の複数の神経活動から計算されたポピュレーションベクトルの時間変化を調べることで、実際に行う眼球運動の方向を予測できることが明らかになった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脳神経、眼球運動、視床

【研究題目】量子論における不確定性原理の情報理論的表現とその応用

【研究代表者】宮寺 隆之

（情報セキュリティ研究センター）

【研究担当者】宮寺 隆之（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究においては、量子論の基本原則である不確定性原理とその情報理論との関係についていくつかの考察を行った。

情報攪乱定理の一般化：これまできわめて対称性の高い状態にしか適用できなかった情報攪乱定理の一般化に成功した。この定理はボブの得る情報量とイヴの得る情報量のトレードオフを表すものとなっている。また証明方法は量子論の基本原則である不確定性関係を直接に用いたものであり、非常に見通しがよく示唆に富むものである。

量子測定に関する限界式の導出：1960年代より加法的な保存量が存在する場合には量子測定に限界が生じること（Wigner-Araki-Yanase の定理）が知られており、量

子計算機等に应用されるに至って、この定理はまた近年注目を浴びている。本年度、我々はこの定理の一般化に成功した。我々の定理は量子測定に関する要請を緩めても、やはり限界が存在することを示しており、また量的な限界も与えるものである。

量子操作の限界とダイナミクスの関係：量子論では非可換な状態のコピーはできないことが知られており、これは量子情報セキュリティを支える最も基本的な原理である。我々は、可換な状態であっても、それらが系のハミルトニアンと非可換であれば、それらの状態のコピーにはその非可換性に比例した大きさの相互作用が必要とされることを導いた。この結果は、量子操作とダイナミクスの関係を扱ったもので従来にはなかった研究の方向性を示すものであるといえよう。その他：不確定性関係の一つの表現として Landau-Pollak 型と呼ばれるものがある。この定理の一般化を行い、量子紛失通信への応用を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子暗号・量子情報

【研究題目】ナノチューブ内に束縛された一次元 π 共役分子の物性

【研究代表者】柳 和宏（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】柳 和宏（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

単層カーボンナノチューブ（CNT と略する）内部に束縛された分子は、3次元自由空間に存在する状況とは異なる新奇な物性を発現することが知られている。本研究では、ナノチューブに π 共役分子を内包し、内部に束縛された分子の物性を明らかにする。その帰結として、分子を内包することによって CNT の光学特性を制御する方法を確立することが目標である。

年度進捗状況：

前年度において、 π 共役分子（カロテノイド色素・スクアリリウム色素）を内包したカーボンナノチューブを創製し、粉末 X 線回折散乱、ラマン・光吸収分光測定、偏光測定、を用いて、内包分子の構造を特定した。そして、内包色素からナノチューブへの内側から外側への光励起エネルギー移動が高効率に起こっていることを、発光・時間分解分光測定を用いて明らかにした。内包分子から外側を取り囲む CNT へのエネルギー移動が可能であることを明らかにしたのは、世界で初めての例である。しかしながら、同エネルギー移動は金属性 CNT の混在により、そのエネルギー移動効率などの値を定量的に見積もることは出来てはいなかった。従来 CNT 試料は、金属性 CNT・半導体性 CNT の混合物であった為、各電子構造に起因する物性を巨視的に明らかにすることは不可能であった。よって本年度では、CNT の金属性・半導体性の選択精製を行い、金属性・半導体性を決定し

た CNT 凝集体に π 共役分子を内包することを第一の目標とする。そして、分子を取り囲む CNT の電子構造が、内包分子に与える影響を明らかにする。現在開発中の分離精製手法を用いて、大量の金属性・半導体性 CNT を精製し、単一電子構造 CNT の凝集体を作製する。同精製した単一電子構造 CNT に対して、フラレン・ β カロテン・スクアリリウム分子等の π 共役分子を内包させ、その光学特性（赤外・可視吸収・ラマンスペクトル）を評価する。技術的なハードルが故に、分子が内包された単一電子構造 CNT 凝集体を対象とした研究はこれまで行われておらず、基礎データが皆無な状況である為、その同分子内包単一電子構造 CNT 凝集体の物性を詳細に明らかにすることが目標である。更に、電気化学ドーピングの測定系を新たに構築し、内包分子の電子構造に関して知見を得ることも目標とする。電気化学ドーピングにより、CNT の吸収バンドを消失させることが可能であることが知られている。外側 CNT をドーピングにより消失させ、内包分子の吸収スペクトルの変化を明らかにし、内包された分子へ電子ドープが可能かどうか解明する。分子を取り囲むナノチューブの壁の影響を明らかにする。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】単層カーボンナノチューブ、光学特性

【研究題目】層状ルテニウム酸化物の圧力効果の研究（科学研究費補助金）

【研究代表者】吉田 良行

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】吉田 良行（常勤職員1名）

【研究内容】

層状ペロブスカイトルテニウム酸化物である $\text{Sr}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ 及び、 $\text{Ca}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ の大型単結晶を浮遊帯域溶融法（FZ法）により育成を試み、原料組成、育成速度、育成雰囲気などの育成条件を詳細に最適化した結果、圧力測定に適した大きさの大型単結晶の育成することに成功した。これらの単結晶のうち、 $\text{Ca}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ に関する圧力実験、具体的には静水圧力中での電気抵抗の温度依存性、及び、一軸性圧力下での磁化の温度依存性の測定を行った。

$\text{Ca}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ は 56 K で反強磁性転移を示し、さらに 48 K で格子定数が変化する一次の相転移を起こすことが知られている。また、電気抵抗の温度依存性には大きな異方性が存在し、面内抵抗は 30 K 以下で擬2次元的な金属であることが、近年、報告されている。我々は静水圧力によりこれらの逐次転移の変化をみる目的で、静水圧力下中における電気抵抗の測定を行った。その結果、56 K の反強磁性転移と 48 K の金属非金属転移が 4.0 GPa には消失し、8.0 GPa 以上では金属的な振る舞いを示すことが明らかになった。また、静水圧力は全方向に圧力を加えるのに対して、一軸性圧力による圧力効果をみる目的で、 RuO_2 面に垂直な方向である c 軸方向の一軸性圧力下で

磁化率の測定を行った。常圧と0.9 GPa までの一軸性圧力における c 軸方向での磁化率の温度依存性の結果から、約100 K 以下の温度範囲で磁化率の絶対値が減少し、さらには、56 K の反強磁性転移の方が、48 K の構造相転移よりも大きく影響を受けていることが明らかになった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ペロブスカイト酸化物、大型単結晶、擬2次元系、2段転移

【研究題目】量子コヒーレンス制御とその量子情報分野への応用

【研究代表者】湯浅 一哉
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】湯浅 一哉 (常勤職員1名)

【研究内容】

量子情報セキュリティをはじめとする量子情報技術の実現には、量子コヒーレンス (エンタングルメント) を準備・保持・制御する手法の確立が鍵を握っている。本研究課題の目的は、こうした背景を念頭に、量子コヒーレンスそのものの理解とその制御に関する新たな手法の開発にあった。具体的には、以下の研究成果を得た。

- 1) 二つの量子ビットを、別の系を介してエンタングルさせる方法を議論した。通常の設定化では、相互作用時間という本来量子論の枠組みには存在し得ない概念が導入されるが、それを排除すべく、散乱現象として再定式化した。特に、共鳴散乱が高いエンタングルメントを生成するのに役立つことを明らかにした。
- 2) 量子コンピュータの実現を目指して研究が進められている超伝導量子ビット系を念頭に、多量子ビット系のエンタングルメントを効率良く生成する方法を提案した。
- 3) エンタングルメントの新たなリソースとしての可能性を念頭に、多粒子系の量子統計に起因する量子コヒーレンス (バンチング、アンチバンチング)、特に、そのコヒーレンス長を詳細に議論した。
- 4) 量子コヒーレンスが周囲の環境の影響を受けて崩壊する様子を記述する、マスター方程式の導出を議論した。特に、対象系と環境系との間に相関のない特殊な初期状態を仮定せずとも、マスター方程式の導出が可能なることを初めて示した。この議論は、射影演算子の再吟味を促すとともに、不可逆性の起源に対する理解をもたらす。
- 5) マスター方程式は、密度演算子に対する方程式である。それを解こうと思ったら、表示を取って数の方程式に焼き直し、その解から密度演算子を構成するというのが通常の手順である。これに対し我々は、演算子形式のまま解く新しい方法を提案した。
- 6) 量子コンピュータの実現を目指す系として、量子ドット系を検討している。我々の系では、量子ビット列

のうち端のビットの状態しか直接測定できないが、それでもなお、測定行為が量子系を擾乱する効果を活用することで、多量子ビット系全体の状態を読み取れることを示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子情報、エンタングルメント

【研究題目】ネットワークフィルターによるゆっくり地震の検出とその時空間分布のマッピング

【研究代表者】大谷 竜 (地質情報研究部門)

【研究担当者】大谷 竜 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、新たに開発してきた「ネットワークフィルター」を使って、稠密な GPS 連続観測網を解析することにより、「ゆっくり地震」を系統的に検出することを目的とする。ゆっくり地震は大地震発生に大きな役割を果たしていると考えられているが、地震断層すべりが非常にゆっくりであるため地震波を放出せず、従来の観測手段では検出することが困難であった。しかし、近年急速に展開された、地表の位置の変化を安定して計測できる GPS による稠密な連続観測網の設置により、ゆっくり地震の特徴が明らかになってきた。しかしながら現在 GPS で検出されているゆっくり地震は、マグニチュードでいって6程度以上の大きなものであり、より小さなゆっくり地震に伴う信号を検出することは困難である。そこで、ネットワークに属する全ての観測点からの GPS データを同時に処理し、観測点間に相関のある時間発展する信号を抽出することができるネットワークフィルターを使って、ゆっくり地震検出の精度の向上を試みた。

本年度は、ネットワークフィルターの解析でこれまで考慮に入っていなかった、定常速度場の項の導入によるプレート運動とゆっくり地震による地殻変動の分離、及び各 GPS 観測点で推定される変位成分から連続歪場に変換する、それぞれのアルゴリズムの開発とプログラミングを行った。実際のデータへの適用を考慮し、米国の GPS 観測網である SCIGN 観測網の観測点の観測配置を使って生成されたシミュレーションデータを使って、アルゴリズムの検証を行った。双直交ウェーブレット関数の導入、観測点密度を考慮して構築されたウェーブレット関数、あるいはウェーブレットのスケールによる重み付け等を導入した結果、プレート運動の分離についておおよその目処がたった。

【分野名】地質

【キーワード】GPS 連続観測網、ウェーブレット関数、カルマンフィルター、時空間相関、ゆっくり地震

〔研究題目〕地質時代の地形変遷ダイナミクスを地層から高精度に復元するための基礎研究

〔研究代表者〕 田村 亨（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 田村 亨、村上 文敏、渡辺 和明
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

外洋に面した沿岸域に形成される堆積物には、堆積当時の海面や堆積物供給量の細かい変動を反映して形成された、不連続面や顕著な侵食面が見られることがある。これらの地層中の構造の特徴を明らかにし、過去の地層の変動を読み取ること、堆積物形状の予測精度を高めることに資するため、仙台平野及び九十九里浜平野の沖積層において地中レーダー探査を行う。今年度は、両地域において現海浜での探査結果と地形測量、打ち込みコアで堆積物を採取した。結果、九十九里浜では、前浜堆積物に側方に連続する反射面が見られ、それが堆積当時の低潮位面（約-1 m）で途切れることが明らかになった。これは過去の海面変動を復元する際の指標として利用される。九十九里浜に較べて仙台ではレーダー反射面が急勾配で、現海浜でも見られるような地域間の海浜特性の違いが反映されていることが分かった。前浜堆積物中には、ストーム時にできる侵食面が認められるが、この侵食面の特徴も、九十九里浜と仙台では異なる。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 海面変動、堆積物、沿岸、平野、地球環境、地中レーダー

〔研究題目〕ホタテガイ殻の酸素同位体比温度計の確立と鮮新世以降の季節変動の高精度復元

〔研究代表者〕 中島 礼（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 中島 礼（常勤職員1名）

〔研究内容〕

酸素同位体比は海洋生物の炭酸塩骨格に記録される水温の指標の一つとしてよく用いられる。骨格に含まれる酸素同位体比は、水温と周囲の海水の酸素同位体比組成に依存する。そのため、海水の温度及び酸素同位体比と骨格の酸素同位体比との関係式（酸素同位体比温度計）を作り、この関係式を現世及び化石の生物骨格に適用することにより、過去の水温が推定できる。本研究は平成18-19年度において、モニタリングされて飼育・養殖されているホタテガイについて、海水の温度及び酸素同位体比と骨格の酸素同位体比との酸素同位体比温度計を作り、この関係式を化石殻に応用することによって過去の季節変動を明らかにすることを目的とする。

18年度は、研究試料とするホタテガイについて、北海道立網走水産試験場、サロマ湖養殖漁業協同組合、青森県水産総合研究センター増養殖研究所において、殻成長及び水温、塩分のモニタリングを行った。また、2ヶ月毎にホタテガイと生息場の海水のサンプリングを行った。ホタテガイの殻を成長に沿って削って得られた試料から、

質量分析計を用いて酸素・炭素安定同位体比を測定した。殻の酸素同位体比からは、生育年数と同じサイクルがみられ、季節変動が復元できる可能性が示唆された。現生ホタテガイのほか、更新世の化石であるトウキョウホタテについても安定同位体比の測定を行った。その結果、10~15℃の水温変動、発生した時期が春と秋である可能性、現在よりも5~10℃程度低い平均水温が予想された。今後は、海水の酸素同位体比の測定を行い、酸素導体比温度計を作成し、化石ホタテガイを用いた古気候変動の復元を進めていく予定である。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 二枚貝、酸素同位体比、季節変動

〔研究題目〕ナノプローブ電極を利用した高機能電気化学顕微鏡の開発

〔研究代表者〕 平野 悠

（ゲノムファクトリー研究部門）

〔研究担当者〕 平野 悠（常勤職員1名）

〔研究内容〕

目標：

本研究は、走査型電気化学顕微鏡（Scanning ElectroChemical Microscope SECM）をベースとしたバイオイメージングにおいて、検出感度の向上及び高解像度化を実現するためのプローブ電極の作製と、プローブ先端における効果的な電気化学測定を実現可能なSECMシステムを構築することを目的とする。

年度進捗状況：

SECMは微小な電極をプローブとし、試料表面に接近させて2次元的に走査することによって表面の局所領域における電気化学反応を検出・誘起することが可能なシステムである。これは走査型トンネル顕微鏡（STM）や原子間力顕微鏡（AFM）など、他の走査型プローブ顕微鏡には無い特長であることから、バイオチップや細胞の評価などに用途を拡大しつつある。一般的なSECM測定では、電位を一定に制御し、化学反応に伴うファラデー電流を測定する。そのため、プローブ電極-試料間の変化に起因する影響が大きく、高解像度測定には、電極の微小化と電極-試料間距離を一定に制御することが重要である。しかし、プローブである電極を微小化すると、測定時の電流値が大きく減少するため、高解像度化は極めて困難であった。そこで、プローブ電極における検出感度を向上させ、解像度の高いイメージングを実現するために、プローブ電極の改良、及び測定時の走査方法を検討し、新たな機能を付加したSECMシステムの開発を行った。開発したシステムでは、走査するラインを任意の解像度で分割し、各点において電位走査法を中心とした様々な電気化学測定を行うことが可能となり、一つのプローブを利用した複数種の反応物の測定などへの応用が期待される。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 走査型プローブ顕微鏡、走査型電気化学顕微鏡、電気化学

〔研究題目〕 ppb レベルの金属イオン試験紙（ナノ試薬保持膜）創出のための基礎研究

〔研究代表者〕 高橋 由紀子
（コンパクト化学プロセス研究センター）

〔研究担当者〕 高橋 由紀子（他1名）

〔研究内容〕

研究代表者は、だれでも・簡単に・その場でできる分析法として、有害金属イオンをターゲットとした、ppb レベルにある規制値を測定可能な試験紙の開発を行っている。市販の試験紙を3～4桁高感度化するという課題に対し、検出試薬を一旦ナノ粒子／繊維化することで製膜する技術の確立を目指している。疎水性有機試薬についてはすでに確立しているが、さらにターゲットを拡張するため、試薬の選択肢を増やすことが必須であり、平成18年度は水溶性（イオン性）試薬をナノ化・膜化する方法の確立を目指した。

数～百ナノメートルのイオン交換能をもつ無機ナノ粒子の担体表面にイオン性試薬を静電吸着させ、ヘテロ凝集（ナノコンポジット）とし、これをメンブレンフィルターでろ過し、製膜した。担体と試薬との製膜可能な電荷の組み合わせは、反対の時のみ、つまり表面が負のシリカの時はカチオン性試薬、正のアルミナの場合はアニオン性試薬のみが製膜できた。溶液 pH は微粒子の表面電荷に大きく影響を与え、シリカでは中性～弱アルカリ領域で、アルミナでは酸性から中性で定量的な製膜ができ、それぞれのゼータ電位と相関していた。また試薬と微粒子の量比も定量的な製膜に重要であった。本膜は、均一かつ指で擦っても剥がれず、通液しても試薬の溶離は認められないため、高感度検出に適した膜であると言える。通常、無機微粒子だけから成る膜は容易に割れ剥離してしまうが、本膜は有機試薬が微粒子間及びメンブレンフィルター間でバインダーの役割をしているため強固な膜となっている。様々な試薬に適用し、鉄(II)やカドミウム、亜鉛、鉛イオン等の定量を試み、ppb レベルでの定量に成功した。

〔分野名〕 環境・エネルギー、ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 環境分析、ナノ材料、金属イオン試験紙、ppb レベル

〔研究題目〕 コロイド粒子／液晶複合系におけるナノ超構造の光制御

〔研究代表者〕 山本 貴広
（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 山本 貴広（常勤職員1名）

〔研究内容〕

液晶コロイド中に自己組織的に構築されるコロイド超

構造の光制御において基盤技術となる配向欠陥の光変調について、アゾベンゼン誘導体のトランス⇄シス光異性化反応を用いて検討した。コロイド粒子には、水の液滴（以下、水ドロップレット）を用いた。コロイド粒子を分散させるホスト液晶には、分子末端がイオン化されたアゾベンゼン誘導体（以下、イオン化アゾベンゼン誘導体）を混合した低分子ネマチック液晶を用いた。イオン化アゾベンゼン誘導体を用いることによってこれまでに報告されていない配向欠陥構造が水ドロップレット周りに形成されることを発見した。この配向欠陥構造は、Hedgehog に類似した構造（Hedgehog-like）であることを明らかにした。既に配向欠陥制御として、「Saturn ring ⇄ Boojums」転移をこれまでに達成しているが、今回発見した新しい配向欠陥構造に紫外光及び可視光を照射し、水ドロップレット表面に吸着したイオン化アゾベンゼン誘導体の光異性化反応を誘起することによって、「Hedgehog-like ⇄ Boojums」構造光制御を達成した。また、用いるイオン化アゾベンゼン誘導体の構造を変化させ、水ドロップレット表面において液晶分子を垂直に配向させようとする力を増強することによって、完全なHedgehogを観察することもできた。この場合には、Hedgehogは光照射によってBoojumsへと構造変化することはなく、Hedgehogの大きさが可逆的に変化した。この光による欠陥構造の可逆変化を利用することによって、水ドロップレットが一次元に連結した鎖状構造において、コロイド超構造の光制御の一つであるドロップレット間距離の可逆的な光制御を達成した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 液晶、コロイド、光制御

〔研究題目〕 電極表面における金属配位結合を利用したナノキャビティデザインとそのサイズ制御

〔研究代表者〕 吉本 惣一郎（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 吉本 惣一郎（常勤職員1名）

〔研究内容〕

平成18年度は、水素結合を利用したナノ構造体制御を積極的に利用することを目的に、カルボン酸の数や置換位置の異なるポルフィリンを用い、その表面構造を水溶液中でSTM観察することによって、ナノ構造形成の評価をおこなった。カルボン酸同士による水素結合形成が期待されたが、これまでのところ、明瞭なナノ構造体の形成の確認は出来ていない。これは、1.分子の吸着密度が高すぎる、2.無金属ポルフィリン誘導体を用いたため1分子の識別が難しい、ことが上げられる。またカルボン酸間にコバルトイオンを溶液中から挿入することも試みた。今までのところ、金属配位結合の形成は確認出来ていないが、無金属ポルフィリンの中心部への配位の可能性が示された。一方、アミド結合を有するコバルトイオンが配位したピケットフェンスポルフィリンについて、

その分子間相互作用を反映したベルト状の特徴的なナノ構造体が形成されることを見出した。これらのナノベルトのサイズや形状、さらに、酸素の配位する状況は下地の金の原子配列にも依存することを分子レベルで明らかにすることが出来た。この結果は、ポルフィリンの官能基を修飾することで、3次元方向への機能付与の可能性を示している。また希土類金属イオンを介してポルフィリンとフタロシアニンが3次元的に積み重なったトリプルデッカー分子についても、酸性の溶液中で表面構造の分子レベル解析を行い、金表面での2次元的な規則正しいナノ構造体の形成によって、積み重なった構成分子の内部構造の解像に成功した。また電気化学的なポテンシャルによって、表面構造の変化を生じることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】水素結合、超分子化学、走査型トンネル顕微鏡、ポルフィリン

【研究題目】有機 π 分子強誘電体材料の開発

【研究代表者】堀内 佐智雄
(強関連電子技術研究センター)

【研究担当者】堀内 佐智雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、 π 電子系有機分子を用いた強誘電体新材料の創製と機能の向上を図ることを目的としている。具体的には、強誘電性の発現に、酸一塩基分子間の水素結合を媒介するプロトンや電子の動的挙動や秩序性を利用し、材料の誘電特性、光学特性、熱力学特性や結晶構造の評価、考察を行っている。

今年度は、KDP (KH_2PO_4) の有機版とも言うべき、新たな有機強誘電体を初めて実現できた。この結晶中では、一価状態の酸一塩基分子間が水素結合し、一次元鎖状の超分子構造を形成していることが分かった。誘電特性と構造変化を詳細に検討した結果、水素結合内のプロトンの協同的なサイト間移動が、一次元超分子鎖の分極反転を担い、鎖方向の顕著な誘電応答と優れた自発分極値を与えることが明らかとなった。さらに、強誘電性高分子に比べ約2桁もの小さい(抗)電場で分極反転できることを見出した。また、水素結合部分を重水素置換すると、相転移温度は著しく上昇し、室温で強誘電性が発現できた。このように、強誘電性相転移には明らかに水素結合が重要な役割を果たしていることが示された。こうして、酸と塩基を組み合わせるといふ、超分子化学的な手法が、前年度までに報告していたチタバリに類似した「変位型」強誘電体に加えて、KDP 類似の「プロトン移動型」の実現にも有用であることを示すことができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】水素結合、有機強誘電体、プロトン移動、超分子化学

【研究題目】自己組織化による高分子ナノ規則表面の創製

【研究代表者】吉川 佳広
(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

【研究担当者】吉川 佳広 (常勤職員1名)

【研究内容】

バイオポリエステルとして知られるポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) は、微生物がエネルギー貯蔵物質として体内に蓄積する生分解性・生体適合性材料である。PHA の生合成の際に鍵となる酵素は、PHA 重合酵素である。PHA 重合酵素に基質モノマーである PHA-CoA を作用させると、インビトロ重合により、PHA 鎖が伸長する。本研究では、インビトロ重合により形成される酵素-PHA 複合体を基板上で自己組織的に配列し、高分子ナノ規則表面を創製することを目的としている。本年度は、あらかじめ精製した PHA 鎖のみを基板上に配列した際、どのような表面構造を形成するのかを原子間力顕微鏡 (AFM) で解析した。様々な濃度の PHA クロロホルム希薄溶液を調製し、高配向グラファイト (HOPG) 上にスピんキャストして製膜した。そして、溶融-結晶化した後、形成された表面構造を AFM により観察した。その結果、細長いラメラ結晶が、HOPG の六角形の格子と平行に配列した形態が認められた。これは、エッジオンラメラ結晶 (分子鎖が基板と平行) が HOPG 基板と相互作用して結晶化し、エピタキシャル成長していることを示唆している。すなわち、PHA は HOPG 上で規則的なナノパターンを形成することがわかった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】バイオポリエステル、原子間力顕微鏡、自己組織化

【研究題目】狭隘空間設計のための動作変動範囲理解

【研究代表者】川地 克明
(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】川地 克明 (常勤職員1名)

【研究内容】

狭隘な環境における人間の動作は、環境内の物体の大きさや位置に影響を受けて変化する。本研究では、自動車の運転席周辺の形状設計を例題とし、計算機上で人間がとりうる動作を予測することによってより乗降時の身体的負担が少なく安全性が高い製品を短い期間で設計することを可能にするために、人間がこういった狭隘な環境下でとりうる動作を解析するための方法論の構築を研究の目的とした。実際の動作の戦略を決定する要因は運動の負荷だけではなく、乗降口の見た目の広さや明るさなどの視覚的な要素、動作中の体の安定性、動作に対する慣れ、動作の格好良さなども含まれる。これらの要因すべてを人間の運動モデルとして構築することは困難で

あると考えられるので、本研究では、運動のモデル化を陽には行わず、運動のデータベースを用いてユーザがとりうる運動の分布範囲を設計者に提示するための運動解析手法を構築するアプローチを取った。乗降動作の例であれば、足の持ち上げ方や手による体の支え方といった動作の特徴を逐一モデル化するのではなく、乗降の動作全体を直接比較し、互いの類似度に基づいて2次元平面上に個々の動作を配置して動作分布図を生成し、設計者がありうる動作の分布を直観的に把握することを可能にした。

【分野名】情報通信

【研究題目】量子情報セキュリティ技術を取り入れた情報基盤設計のための基礎研究

【研究代表者】今福 健太郎

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】今福 健太郎 (常勤職員1名)

【研究内容】

実際に実現可能な物理パラメータにより実装されたBB84システムを用いて鍵配送センター網を構築し、既存の情報通信システムへの鍵供給センターとして組み込むことにより、全体として広域情報セキュリティ基盤を構築していこうとするアイデアが、既にいくつかの視点から提案されている。このアイデアの実用的利点は、暫定的には無条件安全性を達成しないまでも、現在調達可能な量子暗号技術を有効に活かすことにより高度な安全性を提供しつつ、今後達成されるであろう技術革新に応じてシステム全体のアップグレードを行うことにより、無条件安全性を満たす情報セキュリティ基盤への段階的な移行を穏やかに促進することができる点にある。一方、このようなアイデア、特に暫定的に達成された状況について、暗号学的位置付けを行うことは、きちんとした安全性の根拠を与えるために必要不可欠な課題である。そこで、現在国内外で開発が進められているBB84プロトコルや類似のプロトコルを調査し、攻撃者の現実的な攻撃能力に依存した「条件付」安全性について量子情報理論的な立場から定義を与える。さらにその安全性を保証する物理パラメータの最適化を行う。以上のタスクにより、量子暗号技術の発展的組込みによる情報セキュリティ基盤の設計という大きなゴールに向け、暫定的で実用的な状況について、理論的な裏打ちのある安全性規準を与えることが本研究の目的である。

18年度は例えば以下の課題について考察し、知見を得た。

1. 要素技術に対する技術的到達点、及び、それらの組み合わせにより評価される正規ユーザと攻撃者の技術的制約を検討し、パラメータ空間の選定。
2. 上記で選定されたパラメータを用いた量子暗号プロトコルの記述

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子情報セキュリティ、量子暗号、安全

性基準

【研究題目】生体と人工心臓のインタラクティブ治療制御法を核とした左心補助人工心臓の開発

【研究代表者】小阪 亮 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】小阪 亮 (常勤職員1名)

【研究内容】

長期・永久埋め込みを目的とした人工心臓では、血栓や溶血などの血液ポンプとしての問題は解決されつつある。しかし、人工心臓の制御方法については、未だ研究段階にある。本研究では、人工心臓による生体心臓の治療制御手法の開発を目的に、心臓・血管系の非線形モデルに基づいて、人工心臓と生体心臓がインタラクティブに適応する制御機構を組み込んだ左心機能補助人工心臓を開発する。

平成18年度は、心臓・血管系の生理モデル構築とモデルの検証を目的に、生理機能を推定するための心臓・血管系モデルの構築と生理シミュレータの開発、臨床現場へ適用を想定した小型計測系を開発した。生理モデルとして、血圧と血流量を入出力信号として利用した心臓・血管モデルを構築した。構築した生理モデルにシステム同定法を適用した結果、モデル内のパラメータの変動を逐次推定することが可能となった。構築したモデルは、コンピュータ内に構築した生理シミュレータにより検証され、その有効性が確認された。また、心臓・血管系モデルの入出力信号である血圧と血流量を、生体内で計測することの出来る非観血の小型質量流量計を試作した。本質量流量計は、埋め込み型人工心臓の出入口のカニューラに取り付け、血圧と血流量によるカニューラの変化を歪みゲージにより捉え、血流量を算出する。開発したセンサの精度と応答性能を評価するため、模擬循環回路を利用した計測試験を実施したところ、管路内の血圧、血流量を誤差15%以内(100 mmHg, 5 L/min)かつ、市販の流量計と同程度の応答性能で計測することが出来た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】制御工学、生理学、人工心臓、流量計

【研究題目】層状珪酸塩を用いた新規ナノ多孔体の合成にむけた構造変化の動的観察に関する研究

【研究代表者】池田 拓史

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】池田 拓史 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究テーマでは、層状珪酸塩のシリカ骨格をナノパーツに用いて新規ゼオライトを合成するための手法構築を目指し、構造変化の過程を“その場観察粉末 X 線回折法”により明らかにすることを目的とする。ナノパー

ツのトポロジーをそのまま生かして幾何学的に相似なゼオライトを構築する新しい方法（Topotactic Conversion Method (TCM)）では、層間の脱水重縮合反応がどの様に起こるかを理解することが、結晶性の良いゼオライトを得るために重要であり、X線回折による構造変化のその場観察法は最も効果的であると考えられる。

本年度は、構造変化の動的観察のための装置立ち上げを行った。既存の高温吹きつけ装置の温度を安定化し、温風ガスによる湿度を低減させるために、高純度窒素ガスをバッファーガスとして使用可能な窒素ガス連続供給システムを構築した。また、キャピラリー試料を用い1,000℃の高温観察を可能に出来るよう、半密閉型チャンバーを有する専用高温システムの開発も行った。このシステムは、キャピラリーガラスに試料を封入した高分解能粉末X線回折に専用化してしおり、1mg以下の微量粉末結晶から、高精度な高温X線回折データを収集することができる。とくに温度安定性と多点測定を行うための温度制御が回折測定と完全に同期がとれることから、細かな温度変化を調べることが可能である。

これまで開発した数種類の層状ケイ酸塩を用い、層間にSiO₄ユニットを規則的にインターカレートさせ隣接レイヤー間で架橋させた、新しいナノ多孔体の調製にも成功した。これをAPZ (Atom Pillared Zeolite) とよぶ。すでに我々が開発したPLS-1、PLS-3、PLS-4からAPZ-1、APZ-2、APZ-3が得られている。これらはゼオライトと同様に高いガス吸着能を有することがわかった。また架橋部位にシラノール基を持つことがNMRから示唆されたことから、水蒸気吸着を行ったところ親水性を示すことが明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 新規ゼオライト、層状珪酸塩、ナノパーツ、構造解析、シミュレーション、構造予測

【研究題目】 分割した転写因子の機能回復によるタンパク質相互作用検出方法の開発

【研究代表者】 宮地 寛登

(プロテインシステムチップチーム)

【研究担当者】 宮地 寛登 (常勤職員1名)

【研究内容】

タンパク質は細胞内で複雑に相互作用して機能していることが知られている。タンパク質同士での相互作用の解析は、細胞内でのタンパク質の役割を理解する上で極めて重要である。また、今日では薬剤など低分子化合物によってタンパク質同士の相互作用を調節できることが明らかになってきており、創薬科学の分野で注目されている。このように、タンパク質同士での相互作用の解析は重要であるにもかかわらず、これまでは酵母や大腸菌など細胞を用いた解析法が多用されていた。しかし、こ

れら既存の方法は煩雑な操作を要し、検出するまでに長時間かかるといった問題があった。このため、新たな検出技術の構築が求められていた。そこで、これまでにない新規なタンパク質の相互作用の解析法を考案し、多検体を迅速かつ簡便に解析できる新たな検出技術を開発することとした。本研究では微生物などの細胞を使用せず、タンパク質を生産できる無細胞タンパク質合成技術を用い、試験管内で生産したタンパク質の相互作用を迅速かつ簡便に検出可能な手法を確立することを目的とする。この結果、これまで遺伝子情報からタンパク質の相互作用検出まで3週間程度の時間を要していた解析が3時間程度に短縮できた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオテクノロジー、生体機能利用、タンパク質工学、タンパク質相互作用、検出技術

【研究題目】 時計遺伝子変異によるメタボリックシンドローム発症機構の解明

【研究代表者】 大石 勝隆 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 大石 勝隆、白井 秀徳、石田 直理雄 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

当該研究では、時計遺伝子と糖・脂質代謝系を中心とした生活習慣病 (メタボリックシンドローム) の発症とを結びつける分子機構を解明することを目的とする。具体的には、時計遺伝子変異マウスをモデル動物として用いて、時計遺伝子依存的なメタボリックシンドローム発症機構を、肝臓や脂肪組織での転写ネットワークへの影響を中心に分子レベルで解明することを目指す。

研究計画:

脂肪酸合成に関わるマスター転写調節因子であるbHLH型転写因子SREBPや長鎖脂肪酸をリガンドし、脂肪酸代謝において中心的な役割を担っている核内転写因子PPARの発現が、ともに時計遺伝子によって制御されていることを我々は既に報告しており、その日周発現制御機構を培養細胞系及び時計遺伝子変異マウスを用いて解析する。また、脂肪酸代謝は時計遺伝子の発現に対しても大きく影響する可能性も考えられ、ヒトにおける不規則な摂食パターンのモデルとして、マウスを用いた制限給餌実験を行う。時計遺伝子の発現に対する脂質の影響のみならず、個体レベルでの影響 (行動リズムや学習能力など) を検討する。

年度進捗状況:

明暗条件下において、長鎖脂肪酸と同様にPPAR α のリガンドとなるベサフィブレート粉餌に混合してマウスに投与したところ、通常は消灯とほぼ同時に活動を開始するのに対して、暗くなる前から活動を始めるようになることを発見した。結果的に、投与開始から2週間後には約3時間位相が前進した状態となった。ほ乳類の

時計中枢である SCN において、時計遺伝子 *Per2* の mRNA 発現を調べたところ、予想に反して、活動位相が前進しているのにも拘わらず、フィブレート投与によって影響を受けなかった。SCN 以外の脳内の領域で時計遺伝子発現を調べると、活動の位相に一致して、遺伝子発現の位相も3時間程度前進していることが判明した。従って、フィブレートの体内時計に対する作用部位は、中枢時計である SCN 以外の領域に存在する可能性が考えられた。また、PPAR α の発現量の多い肝臓において時計遺伝子の発現リズムを調べると、投与開始から2週間後に顕著な発現量の低下が認められた。これらのことから、PPAR α のリガンドは、活動リズムだけではなく、SCN 以外の脳内や末梢組織での時計遺伝子発現にも影響していることが判明した。さらに、時計遺伝子 *Clock* の変異した睡眠相後退症候群 (DSPS) のモデルマウスにフィブレートを投与したところ、野生型マウスと同様に活動位相の前進が認められ、投与開始から2週間後には結果的にはほぼ正常な活動パターンとなった。当該研究は概日リズムの異常の新規治療法の確立の足がかりになると考えられる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】体内時計、メタボリックシンドローム、時計遺伝子

【研究題目】ポリ A ポリメラーゼの構造基盤

【研究代表者】須藤 恭子 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】須藤 恭子、富田 耕造
(常勤職員2名)

【研究内容】

生体内における核酸の伸長反応において、DNA あるいは RNA 合成酵素は、一般的に核酸性の鋳型を用いてそれに相補的な配列を合成する。ポリ A ポリメラーゼ [Poly(A) polymerase] は、鋳型として核酸を用いることなく、決まった配列を付加・伸長する。ポリ A ポリメラーゼは、そのアミノ酸配列の相同性から、真核生物由来のポリ A ポリメラーゼのグループと真正細菌由来のポリ A ポリメラーゼのグループに分けられる。現在までに真核生物ポリ A ポリメラーゼの X 線結晶構造解析は行われているが、真正細菌由来のポリ A ポリメラーゼの構造は未だに決定されていない。本研究では、真正細菌由来のポリ A ポリメラーゼを題材として、構造を基にした生化学的手法により、この酵素が鋳型を用いずに RNA を合成する分子機構を明らかにすることを目的としている。申請者はまず、大腸菌由来のポリ A ポリメラーゼの結晶化を試みた。大腸菌由来のポリ A ポリメラーゼの C 末端領域の約100アミノ酸残基は、欠失させても活性を維持することが知られている。複数種の C 末端が欠失した変異体を作製し、全長のポリ A ポリメラーゼと平行して、これらの変異体の大量発現系を構築し、それぞれ精製と結晶化スクリーニングを行った。そ

の結果、複数の結晶を得たが、いずれも結晶化の作業後にプロテアーゼによる分解を受けて結晶化しており、分解能は5 Å程度と、分子機構を説明するための構造解析を行うには不足であった。変異体の作製によって結晶の空間群を変えても、分解能は変わらなかった。また、分解を受けていないものは結晶が析出しなかった。次に、同じく真正細菌に分類される緑膿菌由来のポリ A ポリメラーゼをクローニングして、同様に大量発現系を構築し、精製と結晶化スクリーニングを行ったが、結晶は析出しなかった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】RNA 合成、鋳型非依存性、結晶構造解析

【研究題目】収縮環非依存的細胞質分裂機構の解明

【研究代表者】長崎 晃

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】長崎 晃 (常勤職員1名)

【研究内容】

一般に真核細胞は二分裂を繰り返すことでその細胞数を増加させる。細胞の分裂過程において最終プロセスとなる細胞質分裂は収縮環と呼ばれる細胞内装置によって行われている。収縮環はおもにアクチン繊維とミオシン繊維から構成されており、モータタンパク質であるミオシンが発生する収縮力によって細胞の中央部がくびれると長年考えられてきた。しかし、当研究室では収縮環の収縮力を必要としない細胞質分裂機構が真核細胞において広く保存されていることをみいだした。この収縮環非依存的細胞質分裂機構は娘細胞の細胞運動によって生じる細胞中央部の受動的な収縮力によって分裂する方法であるがそのメカニズムについては全く分かっていない。そこで、この分裂機構には細胞と基質間の接着が深く関与している考え、私は細胞接着因子群に着目した。細胞接着因子の細胞質分裂における役割を明らかにするため以下の実験を行った。

1) 細胞の接着斑を構成しているタンパク質を欠失した細胞株の樹立。

paxillin と vinculin のノックアウト細胞を作成した。

2) 細胞分裂時における細胞内動態を生細胞におけるイメージング。

蛍光タンパク質を融合した Paxillin、vinculin の蛍光イメージング

この成果は第9回細胞性粘菌研究会で発表した。

また、細胞質分裂関連遺伝子群をノックダウンし、シングルセルイメージングを容易にするためのベクターの開発を行い PLASMID に投稿し、受理された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞質分裂、収縮環、細胞接着

**〔研究題目〕 社会性アブラムシの兵隊階級にみられる
ゴール修復の分子基盤の解明**

〔研究代表者〕 沓掛 磨也子 (生物機能工学研究部門)

〔研究担当者〕 沓掛 磨也子 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

アブラムシの一部は、ハチ、アリなどと同様に社会性昆虫である。アブラムシ社会には、繁殖を行う普通個体のほか、自己犠牲的な社会行動を示す兵隊階級が存在し、巣内の清掃、外敵への攻撃といった社会行動を示す。我々は、兵隊アブラムシを対象に、分子から生態にわたる幅広いアプローチにより、社会性の成立・維持機構や社会行動の進化について解明したいと考えている。本研究では、モンゼンイスアブラムシ兵隊にみられるゴール(巣)修復という社会行動に着目する。本種は、宿主植物であるイスノキに完全閉鎖型のゴールを形成するが、捕食者によってゴール壁に穴が開けられると、兵隊が穴に集合し、角状管から多量の分泌液を放出すると脚でかき混ぜる行動を示す。すると分泌液は次第に固化して、穴は完全に塞がれてしまう。分泌液凝固に関わるメカニズムを明らかにすることにより、ゴール修復の分子基盤について解明する。

研究計画：

ゴール修復過程における兵隊分泌液の凝固メカニズムには、酵素や基質といったタンパク質成分が関与していることが予想されることから、分泌液中のタンパク質成分について同定・機能解析を行う。

年度進捗状況：

分泌液の構成成分のうち、多量に発現している主要なタンパク質6種すべてについての同定がほぼ終了した。そのうちの一つはメラニン合成に関わるフェノール酸化酵素であり、ゴール修復過程においては、昆虫生体防御反応であるフェノール酸化酵素前駆体(proPO)カスケードが重要な役割を果たしていることが示唆された。現在、proPOカスケード及びその他タンパク質成分が分泌液凝固に果たす役割について、より詳細に解析を進めている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 社会性昆虫、兵隊アブラムシ、ゴール修復行動、体液凝固

〔研究題目〕 直接電気化学法を用いた CYP のハイスループット薬物代謝活性計測ツールの開発

〔研究代表者〕 三重 安弘

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 三重 安弘 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

目的：

薬物代謝に関わるシトクロム P450(CYP)酵素には多くの種類があり、医薬品によって代謝に関わる CYP が

異なる。さらに CYP には遺伝子多型による変種があるため薬物代謝能力の個人差が生じ、これが薬物副作用の大きな原因の一つと考えられている。副作用のない治療薬の開発及び薬物投与設計のために、研究・開発現場において薬物に対する迅速・簡便・安価な CYP の活性計測が必要であるが、現在の代謝活性計測法は長時間・煩雑・高価な分析となっている。本研究では、これまで困難とされてきた CYP と電極との直接電子移動を実現することで、迅速・簡便・安価な測定が可能な電気化学検出を利用した活性計測ツールを開発することを目的とする。

研究計画：

CYP 分子の電極基板上への“直接電子移動計測”及び“基質(薬物)結合”の両方に適した配向固定化の検討とその評価を行う。最も効率の良い代謝反応を示す固定化法を用いて、複数の CYP 分子種について薬物に対する代謝反応解析を行う。

年度進捗状況：

本(初)年度は、大別して以下の3種の手法により CYP 分子(主に CYP2C9)の電極界面上への固定化の検討とその評価を行った。1)脂質膜を利用した方法及び2)共有結合を利用した方法においてはいずれも薬物代謝反応に由来する明瞭な電気化学応答を得ることができなかった。一方、3)静電的相互作用を利用した方法では、電荷を持つ分子で電極界面を被覆し、これを電極界面と CYP 分子との静電的なバインダーとする固定化を試み様々な条件を検討した結果、カチオン性のポリオン分子を用いた場合に CYP 分子が電子移動及び薬物結合に適した配向で固定されることを見出した。この場合、電極を電子供給源とした薬物代謝反応がスムーズに進行することを明らかにした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 電気化学検出、シトクロム P450、薬物代謝活性

〔研究題目〕 終止コドンを欠失した mRNA の特異的分解に関与するヒト遺伝子群の網羅的検索と機能解析

〔研究代表者〕 秋光 信佳 (生物機能工学研究部門)

〔研究担当者〕 秋光 信佳 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

終止コドンを欠失した異常なメッセンジャーRNA(mRNA)であるノンストップ mRNA の哺乳動物細胞における細胞内運命について調べた。その結果、ノンストップ mRNA の翻訳が強く抑制されていることを見出した。さらに、翻訳反応のいずれの段階でノンストップ mRNA の翻訳反応が阻害されているかを解析した結果、翻訳開始反応は起きているが、翻訳開始反応後にノンストップ mRNA の翻訳が抑制されていることを見出した。次に、ノンストップ mRNA の翻訳の伸長反応が阻害さ

れているか否かについて *in vitro run-off assay* 系で調べた結果、翻訳伸長反応の阻害が検出され、伸長反応の阻害が翻訳抑制の原因であると分かった。さらに、ノンストップ mRNA のポリ A 尾部にリボソームが停滞していることを見出した。この結果は、ポリ A でのリボソームの停滞が翻訳抑制の引き金となっていることを示唆している。以上の結果から、ノンストップ mRNA の3'側ポリ (A) 中でのリボソームの停止が翻訳停止の引き金となり、未同定のフィードバック機構で上流のリボソームの脱離が促進されているというモデルを提唱した (Akimitsu, N. et al. (2007) EMBO J.)。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】翻訳、RNA 品質管理、メッセンジャー RNA、哺乳動物細胞、ノンストップ mRNA、終止コドン

【研究題目】異種細胞の遺伝子発現同時検出可能な共培養系による生体時計同調機構解析

【研究代表者】中島 芳浩

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】中島 芳浩 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標:

地球上の多くの生物は昼夜に連動した24時間周期で活動する。この周期性を支える体内時計に関し分子→細胞→組織→個体のあらゆる階層で研究が盛んに行われている。よって体内時計を理解するための基盤技術の構築は重要な研究開発要素である。本研究では、核内で変動する時計遺伝子群が細胞内生理をどのように制御し体内時計が変動するか? 或いは細胞内生理の変化がどのように体内時計遺伝子を制御するか? が重要であると考え、これまで十分に考察されていない体内時計の指標の一つである細胞内 pH 変動に着目した。そこで、pH 変動を生きた哺乳類細胞においてモニタリングできるホタルルシフェラーゼ分子プローブの構築及び、本システムを用いた細胞内 pH 日周変動測定を目的とした。体内時計の指標の一つである細胞内 pH 日周変動を評価することを最終目標に、生きた哺乳類細胞において細胞内 pH 変動をモニタリングできるホタルルシフェラーゼ分子プローブの構築及び、本システムを用いた細胞内 pH 日周変動の測定を計画した。特に本年度は細胞内の特定のオルガネラでの pH 変動を測定するため、細胞内オルガネラ移行シグナルを付加したルシフェラーゼ群を構築した。

研究計画:

pH 変動をモニタリングするホタルルシフェラーゼ変異体を哺乳類細胞用に最適化を行う。

年間進捗状況:

甲虫ルシフェラーゼにミトコンドリア、ペルオキシソーム、膜、核等への細胞内移行シグナルを付加させた。ルシフェラーゼ活性は減少したが、細胞内への移行は確

認できた。今後、それぞれオルガネラにおいて pH が日周変動をするのか測定を試みる予定である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生物発光、イメージング、体内時計

【研究題目】塗布光反応法を用いた室温動作巨大磁気抵抗薄膜の開発

【研究代表者】中島 智彦

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】中島 智彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

記録面密度を飛躍的に向上させた次世代磁気ディスク装置の実用化には非常に高感度な磁気抵抗材料が必要となる。そこで本研究は室温動作巨大磁気抵抗 (CMR) 効果を示すペロブスカイト型マンガン酸化物の製膜を目標とする。これまでにバルク体においてペロブスカイト型構造の A サイトを層状秩序させた $\text{SmBaMn}_2\text{O}_6$ の Sm、Ba サイトに La をドーピングすることにより、室温で 1,000 % に達する CMR 効果が現れることを見出してきたが、熱的な手法や PLD 法などの従来手法では A サイト秩序構造をもたせたペロブスカイト型マンガン酸化物の薄膜化が困難であることが知られている。本研究ではエキシマレーザを用いた塗布光照射法によって室温 CMR 効果を示す A サイト秩序型ペロブスカイトマンガン酸化物薄膜の作製を試みる。

平成18年度は、 SrTiO_3 基板上に有機金属溶液を塗布し、500 °C・還元雰囲気下でエキシマレーザを照射することによって目的の A サイト秩序型 $\text{SmBaMn}_2\text{O}_6$ の製膜に成功した。A サイト秩序構造は温度、レーザフルエンス、レーザ照射下の雰囲気によって制御される。X 線回折及び TEM 観察によって $\text{SmBaMn}_2\text{O}_6$ が SrTiO_3 (001) 基板上にエピタキシャル成長していることを確認し、塗布光照射法がこの物質の製膜に非常に有効であることを明らかにした。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】磁気抵抗、塗布光照射法、ペロブスカイト型マンガン酸化物

【研究題目】嫌気性廃水処理におけるバルキング原因微生物の網羅的解析と迅速モニタリング技術創成

【研究代表者】関口 勇地 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】成廣 隆、関口 勇地

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

嫌気性廃水処理プロセスの普及と処理対象とする廃水種の多様化に伴い、これまでに報告されていなかった様々な運用上の問題が顕在化してきた。そのなかでも、処理プロセス内のグラニュー汚泥が突発的に浮上・流出し、処理能力が著しく低下する「嫌気性バルキング」

が大きな問題となっている。このような事態を招く最大の要因は、グラニュール汚泥を形成する微生物、あるいはバルキングの原因となる微生物に関する情報が不十分で、嫌気性バルキングに対する有効な対処法が確立されていないことにあると考えられる。そこで本研究では、安定した高速廃水処理とエネルギー回収を達成できる嫌気性廃水処理プロセスの制御技術の開発を目標とし、中温実廃水処理 UASB プロセスから採取したグラニュール汚泥の微生物群の全体像を分子生物学的手法により網羅的に解析した。代表的な汚泥に関してバクテリア及びアーキアを対象とした16S rRNA 遺伝子クローンライブラリを構築した。処理効率に深刻な影響を及ぼすバルキング現象が観察されたプロセスで、門レベルで未培養の微生物群である KSB3門細菌や、Chloroflexi 門に属するクローンが検出された。様々な培養方法で KSB3門細菌の純粋分離を試みているが分離培養には至らなかった。いくつかの汚泥について T-RFLP 法による簡易的な群集構造解析を行った。配列特異的 rRNA 切断法 (RNase H 法) を用いたグラニュール汚泥中の主要微生物群検出のための DNA プローブセットを開発した。また、RNase H 法を高感度化するために、16S rRNA 分子の3' 末端を特異的に標識する手法の開発を行った。その結果、人工的に合成した16S rRNA 分子が蛍光標識されていることが確認された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 嫌気性廃水処理、バルキング、糸状性細菌

【研究題目】 マイクロ波と自動合成システムを用いた機能性糖ペプチドの効率合成とその機能構造研究

【研究代表者】 松下 隆彦 (創薬シーズ探索研究ラボ)

【研究担当者】 松下 隆彦 (契約職員1名)

【研究内容】

本研究は糖ペプチド迅速合成のための独自技術である「マイクロ波を利用した糖ペプチド迅速固相合成法」と「糖鎖自動合成装置」の連続的な組み合わせによる糖ペプチド自動合成システムを構築及び様々な糖鎖構造を有する糖ペプチドの合成、さらには得られた化合物群の機能・構造解析を目的としている。

本課題の研究期間は平成18年～20年度の2年間であり、本年度は初年度にあたる。本年度は上述の要素技術をさらに発展させるべく、マイクロ波を用いた種々の糖鎖構造を有する糖ペプチド合成を実施し、マイクロ波の照射が癌関連糖鎖を持つ糖ペプチド合成に有効であることを見出した。また、糖鎖自動合成装置に適用可能な酵素のバリエーションを増やすべく、ペプチド転移活性を持つ SortaseA (SrtA) 及び微生物由来の N-アセチルグルコサミン転移酵素 (GnT) について糖ペプチド合成への適用を試みた。SrtA を用いた反応では、水溶性高分子担

体上にて糖ペプチド同士を効率的にライゲーション可能であることを明らかにした。また GnT を用いた反応では、本酵素は非常に活性が高く十分糖ペプチド合成に適用可能であることを見出した。また詳細な構造解析によって本酵素はユニークな基質特異性を発揮することが確認された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖、糖ペプチド、マイクロ波、自動合成、癌

【研究題目】 サンゴ礁-海草藻場-マングローブ林から構成される複合生態系における環境動態の解析

【研究代表者】 山室 真澄 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 山室 真澄、加藤 健、根岸 明、大谷 謙仁 (常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

本研究は、サンゴ礁-海草藻場-マングローブ林がそれぞれまとまった生態系であるとともに、これら3つが複合することで適応的に環境を維持している可能性を検討することを目的としている。最終年度に当たる平成19年度は、台風来襲期にあたる高温期の調査を天候に合わせて機動的に遂行し、複合生態系の動態を季節変化を踏まえて総合的に解析した。測線調査では、マングローブ・海草藻場・サンゴ礁をそれぞれ独立したボックスとして捉え、それらの間の窒素及びリンの収支を定量的に把握することを目的とした現場観測を行った。地形や海草藻場の分布を考慮して観測点を設定し、それぞれの観測点に水温塩分計・流速計を係留して、短期的な連続観測を行なった。同時に採水を行い窒素・リン濃度を分析した。観測された流量及び各形態別の窒素・リン濃度の積から各ボックス間の短期的な窒素・リン収支の特性を明らかにした。面的調査と GIS 化作業として、産業技術総合研究所が開発した気球から、前年度までに撮影した調査海域の画像をもとに、基礎的地理情報データベースを構築した。このデータベース上に、ROV で撮影した画像を、あたかも自身が潜水して見ているように、測線に沿ってビデオ画像が流れるソフトウェアに統合した。さらにこれらの動画つきデータベースを一般にも操作しやすい形に変換し、ホームページで公開した。これらのデータについては英語版も作成し、アメリカの研究者を中心に収集されている世界の藻場状況の日本側データベースとして登録された。

【分野名】 地質

【キーワード】 サンゴ礁、海草藻場、マングローブ、複合生態系

【研究題目】 金属原子内包シリコンクラスターの原子数制御合成に基づく界面ナノ構造形成

【研究代表者】 金山 敏彦

(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】 多田 哲也、宮崎 剛英
(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究は、遷移金属内包 Si クラスタ-MSi_nを始めとする、特定の原子構造のクラスタを固体表面上に配置して、界面や表面の原子構造や電子状態を制御する方法を探索することを目的とした。クラスタ形成のためのイオントラップの改良と、遷移金属原子 M を内包する Si クラスタ-MSi₂を単位構造とする表面構造及び薄膜の理論的解析と形成実験を平行して進め、次の成果を得た。

これまで、組成を制御したクラスタ形成の目的に、4重極電極の周りを籠状電極で取り囲んだイオントラップを用いていた。4重極に替えて、36本の柱状電極を正方格子状に配列した多重極電極を用いることにより、Si_nH_x クラスタイオン (n=4~6) の収量を10倍以上に向上させた。

昨年度までに、Si(111)7×7表面上に Mo を低被覆率で付着させシランガ스에暴露することにより、Mo 原子とシラン分子の反応を生じさせて一定の大きさの MoSi_n クラスタを形成することに成功している。走査トンネル顕微鏡 (STM) 及び X 線光電子分光による解析を進め、形成された MoSi_n クラスタはエネルギーギャップを有する半導体で、STM 像と第一原理計算との比較により、n=6であることを明らかにした。

第一原理計算により、6角柱構造の MSi₂ クラスタを平面上に配列すると、層状半導体を形成できることを見出した。バンドギャップは中心金属 M の金属種により異なるが、Mo や Zr の場合には、有限なギャップを持つ半導体となる。この層状半導体は、Si 原子が6方格子状に並んだシート2枚を、間に入った遷移原子層が結合することで安定化しており、M の原子種により、構造を保ったまま、半導体から金属まで電子状態をチューニングできる特徴を有している。

シランガス雰囲気中で Mo 原子をレーザアブレーションする方法で、MoSi_n (n>10) 組成の薄膜の形成に成功した。この物質は、MoSi_n クラスタを単位構造とする薄膜であると考えているが、電気伝導度及びその温度変化の測定により、半導体であることを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料

【キーワード】 表面・界面物性、原子分子処理、イオントラップ、走査プローブ顕微鏡

【研究題目】 古気候変動・地球軌道要素変動に起因する古地磁気変動の研究

【研究代表者】 山崎 俊嗣 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 山崎 俊嗣、小田 啓邦、望月 伸竜、山本 裕二、菅沼 悠介、臼田 悦子
(常勤職員2名、他4名)

【研究内容】

本研究は、地磁気変動に約10万年の周期的成分が存在するか否か、すなわち地球軌道要素 (離心率) あるいは気候変動 (氷期-間氷期変動) が地磁気ダイナモのエネルギー源となっているかどうかを解明するため、(1) 堆積物の磁気物性の変動が地磁気変動記録に与える影響の評価を厳密に行い、高精度の古地磁気強度変動記録を得る、(2) 古地磁気伏角の長周期永年変動のグローバルな変動像を確立する、(3) 縦軸・横軸ともに誤差をもつ悪条件の問題に適した時系列解析手法の選択及び改良を行うことを目的とする。また、古地磁気強度と伏角の間の相関関係についての、「双極子磁場成分の大きさが約10万年の周期的変動をする一方、停滞性非双極子磁場成分は変動しない」とするモデルを検証することを目的とする。今年度は、以下の研究を行った。

「みらい」MR05-03航海で赤道インド洋から採取された3本の堆積物コアの古地磁気・岩石磁気測定を行い、過去約80万年間の古地磁気強度、伏角の変動記録を得た。西部赤道太平洋で観測されている、負の大きな伏角異常及び古地磁気強度と伏角の間の相関関係がインド洋では見られないことを確認した。これは、Yamazaki and Oda (2002) の「双極子磁場成分の大きさが約10万年の周期的変動をする一方、停滞性非双極子磁場成分は変動しない」とするモデルと調和的である。

「かいいい」KR05-15航海で西カリコリン海盆から採取された4本の堆積物コアの古地磁気・岩石磁気測定を行った。うち1本のコアについては、酸素同位体比で年代を決定した。4本のコア間で、相対古地磁気強度変動は極めてよい相関が得られた。磁化率の変動は、炭酸カルシウム補償深度 (CCD) に近いコアでは酸素同位体比曲線と良く似ているのに対し、CCD よりかなり浅いコアでは、日射量変動曲線 (北緯65度、夏至) に類似していることが判明した。つまり、前者では離心率周期 (約10万年) が卓越するのに対し、後者では歳差・地軸の傾きの周期が卓越する。このように、堆積物の磁気的特性は水深により異なっているにもかかわらず、相対古地磁気強度変動は極めてよく一致することから、堆積物の磁気的特性変化が相対古地磁気強度推定に与える影響は小さいと考えられる。

古地磁気強度及び伏角データの時系列解析から、地球軌道離心率の微分と古地磁気鉛直成分の変動の間に相関が強いことが明らかになった。このことから、離心率の変動が地磁気ダイナモに影響しているという見通しを得た。

【分野名】 地質

【キーワード】 古地磁気、古地磁気強度、地球軌道要素、離心率、海底堆積物

【研究題目】 ラドンをを用いた複雑地形を含む安定大気境界層中の物質輸送の研究

〔研究代表者〕 近藤 裕昭（環境管理技術研究部門）
 〔研究担当者〕 近藤 裕昭、村山 昌平、三枝 信子、
 飯塚 悟、松枝 秀和（気象研究所）、
 澤 庸介（気象研究所）石島 健太郎
 （地球環境フロンティア研究センター）
 （常勤職員4名、他3名）

〔研究内容〕

- 高精度・高時間分解能のラドン計開発のために必要な半減期3.10分の Po-218のピークの分離に成功した。検出限界を向上させるため、空気捕集容器内部の研磨や容器の材質、容量について再度検討した。これらの改善によりラドン測定について従来の機器に比べて時間分解能で1/2以下、検出限界で1/2以下にすることに成功し、当初の目標を達成することができた。また名古屋大学で装置の校正を行った。
- 2006年11月13日から2週間、開発したラドン計と気象研鉄塔を用いて2高度から空気を引き込み、気象データと併せて濃度計測を行った。同時に気象研構内及び産総研構内でラドン放出量と、放出量と密接な関係を持つ土壌水分量を計測した。また既存の CO₂測定装置を用いて CO₂濃度の鉛直分布も計測した。またマイクロ波放射計を用いて地上600 m までの気温分布を測定し、逆転層高度を計測した。期間中1日を除きほぼ毎日150-300 m の接地逆転層が出現した。地上付近のラドン濃度は風速に概ね逆比例し、ラドンが無制限面源であることを仮定すると、風速に比例する上空輸送があることが示唆された。また岐阜県高山の産総研サイトに比較して気象研構内では地中からのラドンフラックスは小さいことがわかった。
- 昨年度高山の谷筋に設置した2本目のタワーで気象と CO₂濃度プロファイルの測定を開始した。谷筋タワーの CO₂濃度の日変化の振幅は稜線上にある既存のタワーでの観測に比べて大きかったが解析の結果、これは稜線上タワーの日中の濃度が自由大気とほぼ同じ濃度になり、森林の光合成の影響をあまり受けていないためであることがわかった。また日没後すぐにキャノピー内に斜面下降流が発生し、CO₂の高濃度はごく地表付近に存在することがわかった。
- 数値モデル（RANS モデル）に森林キャノピーを導入した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ラドン、 α 線、産総研高山サイト、複雑地形上の風、RANS、LES

〔研究題目〕 ナノバブルの安定化及び崩壊メカニズムの解明に関する研究

〔研究代表者〕 高橋 正好（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 高橋 正好（常勤職員1名）

〔研究内容〕

ナノバブルは直径が100 nm 以下の超微細気泡であり、

マイクロバブルを若干の電解質の存在下で圧壊することにより作成することができる。現在、酸素とオゾンの2種類のナノバブルの製造に成功しており、それぞれ優れた工学的応用の可能性がある。すなわち、オゾンナノバブルには殺菌能力、酸素ナノバブルには生理的な活性効果である。通常、気泡は微小になるほど水に溶けやすいため、不安定な存在である。これに対してこれらのナノバブルは極めて長期にわたって水中で存在できる。研究ではその安定性のメカニズムについて検討すると共に、これを工学的に応用するための基礎的な物性を把握した。その結果、以下のことが明らかになった。

- ・マイクロバブルの圧壊過程では表面電荷（イオン類）の濃縮が確認された。
- ・圧壊が完全に進んでしまうとフリーラジカルを発生することが確認できた。
- ・圧壊過程は一時的な小休止を伴う現象であり、これが微小気泡の安定化につながる。
- ・電解質の存在下で強制的に圧壊をした場合には、ナノバブルとして長期に安定化する。
- ・安定化のメカニズムとしては、表面でのイオン濃縮に伴う salting-out 現象が主体と考えられる。
- ・pH を急激に変化させると安定化したナノバブルが不安定となることが起こりえる。

工学的な応用については、酸素ナノバブルによるカイワレダイコンなどの種子の発芽と初期成長に大きな影響が認められた。特に塩分の弊害を強力に抑える効果があった。オゾンナノバブルについては、噴霧状にしても酸化能力が8割程度維持されており、環境殺菌に利用できる可能性がある。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 酸素、オゾン、微細気泡、生理活性、殺菌

〔研究題目〕 マルチメディア型会議録の構造化に関する研究

〔研究代表者〕 浅野 太（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 浅野 太、麻生 英樹、緒方 淳、
河本 満、松坂 要佐、山本 潔
（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

企業における顧客とのミーティングや公的機関における委員会など、会議録を作成する需要は非常に多いが、小規模の会議では、議事録を作成するにはコストがかかりすぎ、ビデオなどで収録した場合は、会議の内容を把握するために、収録した内容をすべて再生する必要があり、効率が悪い。本研究では、会議において、だれがいつどういう内容を発言したかを解析し、これに基づいて、視覚化・構造化されたマルチメディア・コンテンツを自動的に作成する。これにより、会議を収録したデータの中から必要な情報に効率的にアクセスしたり、会議録の

ダイジェスト版を作ったりすることが容易にできるようになる。本年度は、カメラアレイと制作したマイクロホンアレイを用いて収録用デバイスを構築した。このデバイスを用いて、マーケットリサーチで用いられるグループインタビュー（1回90分程度）を4回収録した。この収録内容をデータベースとして利用するため、人手による書き起こしを施し、発話開始／終了時間を付与したCSJフォーマットにより記録した。これらのデータをDVDにまとめ、配布用データベースメディアを作成した。会議中の発話イベント情報に基づき、同時発話を分離するアルゴリズムを開発した。この手法により音声認識率が約20%向上した。会議中の様々な音イベントを検出する手法を開発した。この手法は、HMMをベースとした手法であり、音声、笑、咳、無音区間などを検出することができる。映像情報を用いて複数の人物の位置を推定するアルゴリズムを開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマンインターフェース、マルチメディア

【研究題目】硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌による堆積物からの硫化物の溶出抑制機構

【研究代表者】左山 幹雄（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】左山 幹雄（常勤職員1名）

【研究内容】

富栄養化が進行し底層水の貧酸素化が進行している東京湾の堆積物表層には、細胞内に硝酸態窒素を高濃度に蓄積する硫黄酸化細菌（NA-SOB）が、広範囲にわたり高密度に生息している。本研究では、NA-SOBによる堆積物からの溶存硫化物（ $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ ）の溶出抑制機構を定量的に解明することを目的として、青潮が頻発している東京湾を対象海域として、現場調査及び培養実験系によりNA-SOB、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ 及び鉄（Fe）の動態を解析し、NA-SOBを組み込んだ物質代謝数理モデルを開発する。平成18年度は、現場調査によりNA-SOBの動態と堆積物からの $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の溶出との関係、及びNA-SOBとFe循環との関係について研究を行った。未攪乱堆積物コアを用いて堆積物中のFeの形態別（ FeOOH 、 Fe^{2+} 、 FeS 、 FeS_2 ）濃度プロファイルを測定する手法を確立するために、デンマーク国立環境研究所に10月下旬から12月上旬まで滞在してH. Fossing博士と在外共同研究を行った。Feの形態別濃度プロファイルの測定は、堆積物コアを嫌気グローブボックスを用いて窒素（ N_2 ）雰囲気下で処理し、形態別抽出試料を分光光度計を用いて吸光度法で測定する方法を用いた。また、S循環及びFe循環に対するNA-SOBの影響がpopulationにより異なる可能性を検討するために、浦川秀敏博士及びJ. L. Nielsen博士と協力して、定量PCRによるNA-SOBのbiomass及びpopulationの高感度検出法を開発した。以上の手法開発を行ったのち、平成18年度から平成19年

度にかけて、東京湾湾央部の1地点において、堆積物表層におけるNA-SOBのbiomass、population、intracellular- NO_3^- 濃度、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の濃度プロファイル、堆積物からの $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ の溶出速度、及び堆積物中のFeの形態別濃度プロファイルについての現場調査を行う予定であったが、購入を予定していた「高感度形態別Fe濃度測定装置」の日本国内での改良・販売の中止のために、予定していた現場調査・試料分析及びデータ解析を平成19年度に行うことにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオウ酸化細菌、硫化物、硝酸態窒素

【研究項目】ナノチューブ内に束縛された原子・分子の構造制御と物性研究

【研究代表者】片浦 弘道

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】片浦 弘道、伊奈 真吾、粕谷 陽子（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

カーボンナノチューブ（CNT: Carbon NanoTube）は、直径1.5 nm程度の炭素の筒であり、その内部には1 nm程度の細かい空間が存在する。CNTの生成直後は、内部は真空であると考えられているが、CNT両端のキャップを除去する事により、気体分子をはじめとする様々な分子を内部に取り込むことが可能になる。これまでに、同じ炭素のみからなるフラーレン（ C_{60} や C_{70} 等）や、水分子、ベータカロテンなどの有機分子が挿入可能であることが示されて来た。特に、水分子の場合は興味深く、温度を下げるとCNT内部で水は氷になるが、その際通常の氷ではなく、筒状の氷、つまりIce-Nanotube（Ice-NT）が形成されることがわかっている。

本研究課題では、これらCNT内部に形成される新たな構造体に着目し、その構造制御とそこに現れる新たな物性を明らかにする事を目標としている。今年度は、上記Ice-NTの物性について主に調べた。なお、この研究課題は、首都大学東京及び筑波大学との共同研究である。

CNTに内包された水分子は、室温ではランダムな構造で、液体状態として存在するが、定温にすると、Ice-NTを形成し、内部に空隙構造が出現する。この空間は、ちょうどガス分子が入るくらいのサイズであるため、Ice-NTをガスにさらすことにより、面白い現象が期待できると考え、水とガスの共存下でのX線構造解析、NMR測定、電気抵抗測定等を首都大学のグループが中心となり行った。その結果、それぞれの測定において、特定の温度、ガス圧において大きな変化が観測された。詳細にデータを解析した結果、ある特定の条件下で、水分子とガス分子の交換が生じていることが明らかとなった。

室温付近では、CNT内部は水で満たされているが、ある程度温度を下げていくと、水が外部のガス分子に追

い出され、CNT 内部はガス分子に置き換わる。このとき、電気抵抗が大きく変化する。このガスと水の置換が生じる温度と圧力は、ガスの種類により異なるため、電気抵抗の変化から、ガスの種類により動作の変化するガスセンサーとして応用可能であると考えられる。また、CNT 内部の分子は極めてスムーズに動く事が知られている。したがって、この性質を利用すると、CNT をガスのバルブとして応用することも可能である。

これらの結果は Nature Materials に掲載された。今後、性質の異なる CNT を用いて調べて行く予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、アイスナノチューブ、分子内包、分子スイッチ

【研究題目】 可変身体性を有するロボットの適応的な形態形成の研究

【研究代表者】 黒河 治久 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 富田 康治、神村 明哉、吉田 英一、村田 智 (常勤職員5名)

【研究内容】

モジュール型ハードウェアをベースに「可変身体性」をもつロボットを実現し、多様な外界の状況を検知して形態を適応的に変化させる方法を構成的に明らかにする。具体的には10~20個のモジュールの結合体としてロボットを構成し、モジュール相互の結合を自律的に変化させて移動に適した形態を生成する。

平成18年度は、要素技術としては変形機能を簡略化したロボットモジュールを改良し、変形によって段差を登るなどの移動能力を強化し、屋外実験を行った。多数のセンサによる自律的行動について検討した。行動システムモデルとしては、多数のロボットモジュールが通信によって並列協調動作して形態を変化する問題について、シミュレーションプログラム及び実機の制御システムを開発した。特に、各ロボットモジュールの自律性を高くし、近接のモジュール間での交信によって状態変化し協調動作するセルオートマトン風の制御方式を適用した。実験的研究としては、多足歩行やへび型移動において、センサ情報によって形態を変更する例として、カメラによる障害物検出によって自動的に四足歩行形態から匍匐形態に移行する実験を行った。また、多数のロボットモジュールによるアメーバ型の変形の例として、最大24個のモジュールの平面構造が非同期分散制御によって変形移動する実験を行った。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 自律分散システム、モジュール型ロボット

【研究題目】 「フォール」トレラント人間型ロボットの研究：柔軟転倒及び転倒回復制御

【研究代表者】 比留川 博久 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 金広 文男、藤原 清司
(常勤職員3名)

【研究内容】

転倒回復技術の研究開発については、傾斜地での転倒回復機能の実装を行い、斜度1/12以内の斜面を対象としてヒューマノイドロボット HRP-2による転倒回復を可能とすることを目標とする。柔軟転倒制御については、基礎理論の拡充により膝及び腕による確実な制動を可能とする前方への柔軟転倒を着地衝撃15 G 以内で実行することを目標とする。

転倒回復技術の研究開発については、斜度1/12以内の斜面を対象として転倒回復技術の検討・実装を行い、シミュレータ上でその動作を検証した。これは国際リハビリテーション学会が車椅子マークの掲示条件の一つとしている斜度である。従来の平地上での転倒回復動作は、手作業で作成した部分動作の集合からなっていた。これを異なる環境にも対応可能とするため、接触部位の集合をノードとした接触状態遷移グラフを構成し、ノード間の動作を自動生成可能なものとした。このグラフを用いて A*探索を行うことで、四つん這いの受身姿勢から斜度1/12以内の斜面上での転倒回復動作が生成できることをシミュレータ上で確認した。

柔軟転倒制御については、最適制御理論を導入し、ロボットの転倒運動を生成する手法を開発した。これはロボットの倒れこみ時の姿勢情報を初期条件として、予想される着地衝撃及び着地後の転がりモーメントを評価することで、これらを任意の比率で抑制した最適転倒運動パターンを生成するものである。また、昨年度までに試作した転倒実験用ロボットは改修作業によりメカニカルな自由度及び強度の向上をおこない、動作の再現性を向上させた。本機を用いた転倒実験においては、シミュレーションにより生成された最適転倒運動パターンを実際の転倒に適用し、その実行可能性及び着地衝撃抑制効果が確認された。このときの着地衝撃は目標安全条件である15 G を下回り、本手法によって特定の転倒運動において安全な着地が可能であることが示された。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ヒューマノイド、転倒、起き上がり

【研究題目】 細胞核にターゲティング可能な DNA 内封ナノ粒子の分子設計

【研究代表者】 中西 真人

(バイオセラピューティック研究ラボ)

【研究担当者】 中西 真人、酒井 菜絵子

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

遺伝子治療の実用化のために必要な遺伝情報導入・発現系には、(1) 組織細胞への遺伝情報の導入効率が高い：(2) 遺伝情報の発現が持続する：(3) 宿主の細胞への障害や遺伝毒性が無い、といったさまざまな性質が求

められる。このうち導入効率の向上については、細胞内部と外部環境との境である細胞膜や、核と細胞質の境界である核膜が大きな障壁であることが知られている。従来の遺伝子デリバリーの研究では、主に DNA の細胞膜通過に焦点をあてて研究が進められてきたが、近年、核膜がさらに大きな障壁であることが認識されるようになってきた。

DNA の核への標的化については、これまでに、核移行シグナルというペプチドを表面に呈示したナノ粒子を使って約40キロ塩基対の DNA を能動的に核内に輸送できることを明らかにした (Eguchi, et al., 2005)。これは、直径50 nm の粒子が能動的に核に輸送され得ることを示した世界で初めての画期的な成果である。しかし、この系ではナノ粒子が核に移行する効率は10 %程度であった。2006年度は、核への輸送活性を向上させる工夫の過程で、核移行シグナルを呈示したナノ粒子が細胞内では非常に不安定であり、これが効率上昇を阻んでいることを明らかにした。解析結果は、細胞内のプロテオソームによる分解がその原因であることを示しており、現在、さらに詳細を解析中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子治療、核移行、ナノ粒子

【研究題目】有機リン類合成のクリーン化、高度化及び化合物の機能化

【研究代表者】韓 立彪 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】韓 立彪 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

光学活性有機リン化合物の合成には一般的に複雑な操作を要す。その結果、光学活性リン化合物には、高価なものが多くて、また構造的にバラエティーに乏しい。平成18年度では、引き続きリン上にキラリティーを有する P-キラリティーリン化合物の新規合成法の開発を行なった。これまでの研究から、光学活性な (Rp)-メントキシフェニルホスフィナートの大量合成に成功し、本手法を用いれば、光学純度 >99 %ee のホスフィナート化合物が容易に得られた。そこで、18年度では、(Rp)-メントキシフェニルホスフィナートの立体特異的変換法の開発を目指して、P-キラリティーリン化合物の新規合成法の開発を行ったところ、低温でメントキシフェニルホスフィナートと有機リチウム又はグリニアル試薬との反応が立体特異的に進行し、高い収率で95 %以上の光学純度 ee で光学活性な二置換ホスフィンオキシド類を与えることに成功した。これまで、光学活性なホスフィナート類が塩基存在下で素早くエピマー化するといわれ、立体特異的な置換が不可能と信じられてきた。従って、上記実験結果が、これまでのこのようなリン化学での誤認を正したことにも大きな意義がある。この発見は一般性を有し、これにより、種々の光学活性二置換ホスフィンオキシド類を容易に発生させることができた。更

に、光学活性二置換ホスフィンオキシド類の発生を、アルキルハライド類とを組み合わせたと、ワンポットで高選択的に光学活性なホスフィンオキシド類を合成できた。したがって、P-キラリティーリン化合物の実用的な一般的合成法の確立に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有機リン化合物、不斉、光学活性リン類、立体特異的

【研究題目】均一粒径を持つ極微細気泡生成技術の開発

【研究代表者】竹村 文男 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】竹村 文男 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、超音波によって均一に気泡が生成するメカニズムを明らかにし、どのような条件で均一な気泡が生成できるかを検討することを目的としている。極微細気泡生成メカニズムについては、超音波照射によって気液界面に生じる表面張力波が分裂することにより極微細気泡が生成している可能性が高いことから、平成18年度は、昨年度に引き続き、表面張力波形状の時間変化や波長との関係について、超高速カメラを用いて詳細に測定した。実験では、アクリル試験槽内に超音波振動子及び針形状を持つマイクロシリンジを導入し、アクリル槽内に導入した試験液体中で超音波を発生させ、定在波を作った。マイクロシリンジからマイクロシリンジポンプを用い、流量計で流量を調整しながら液体に導入された微量ガスに超音波を付与し、均一極微細気泡を生成した。その結果、気泡生成には粘性の影響が大きいことがわかった。また、発生させる均一気泡の大きさをシリンジ内部の圧力を変化させることにより、制御できることがわかった。このときの気泡径変化の傾きは、粘度、表面張力、針内径、針外径の関数によってあらわすことができることがわかり、それらをいくつかの無次元数の関数として相関式を作成した。一方、平成16年度に作成し、平成17年度に改良した表面波の振動解析コードをさらに発展させ、気泡の分裂過程や界面と壁面の濡れ性まで考慮した数値計算コードを作成した。その結果、気泡分裂過程がポテンシャル流れを仮定することで表現できることがわかった。濡れ性、粘度や気泡内圧力を変化させることで、実験結果と同様の傾向を示すことがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】微細気泡、超音波、粘性流体

【研究題目】ヒューマノイドロボットの全身把持の研究

【研究代表者】加賀美 聡

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】加賀美 聡、西脇 光一、宮腰 清一 (常勤職員3名)

〔研究内容〕

今年度は、次の要素技術の開発及びヒューマノイドでの全身動作実験を行った。

1. 把持対象認識手法の開発

より精密に把持対象の位置を知るために、前年度開発したグラフィクスハードウェアのレンダリング機能と相関演算手法を用いた高速対象物発見・姿勢検出アルゴリズムに加えて、おおまかな位置を知っている対象物を形状モデルを用いて、その特徴情報（エッジ）から精密に位置を追跡する手法をグラフィクスハードウェアを用いて高速に実装し、オンラインで対象物の位置・姿勢をロボットのカメラから一部の隠れなどを許容して精度よく計測し続けることを実現した。

2. バランスを維持しながら対象物に力を加える全身運動制御システムの開発

1 [ms] 周期の手先位置インピーダンス制御、20 [ms] 周期の歩行軌道生成への手先印加力のフィードバック、長期安定維持のための自動的な着地位置調整の枠組みで、バランスを維持しながら対象物に力を加えるシステムを実現した。

3. 総合実験

全身を用いて対象物を操作する実験として、テーブルを押す等の実験を行った。バランスを維持しながら物体に力を加える手法により、80 [N] 程度の力を加えてテーブルを押して動かしていくこと、また、その際に妨害を受けて、180 [N] 程度の力がロボットにかかっても着地位置を調整することにより転倒せずにバランスを維持できることなどが確認できた。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ロボット、ヒューマノイド、全身運動、バランス制御、物体認識、物体操作

〔研究題目〕 ゲイト・モーフィングによる不整地2足歩行の研究

〔研究代表者〕 梶田 秀司（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 金子 健二、三平 満司、中浦 茂樹（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

研究目標：

多様な環境における脚ロボットの歩行／走行運動をロボバストに制御するため「ゲイト・モーフィング」と呼ぶ新しいコンセプトに基づく制御法を研究する。その応用例として現状の手法では実現困難な不整地上での2足歩行の実現を目指す。

研究計画：

平成18年度は、つま先にバネを持つ走行ロボットの研究に関して前年度に開発した走行パターンを用いて実機による走行実験を実施する。また、先端制御理論の知見を駆使し、出力零化制御に基づくロボバスト高速歩行の研究を行う。

平成18年度進捗状況：

つま先にバネをもつ走行ロボット HRP-2LT を実際に走行させる予備実験として、つま先バネを利用した両脚ジャンプの実験を行い、空中期0.1 s、床面からの足裏高さ約3 cm のジャンプを実現した。また走行パターンジェネレータの改良を行い、時速3 km（支持期間0.3 s、跳躍期間0.06 s、一歩0.3 m）の走行に関して関節速度限界までの余裕が従来より大きなパターンを作成した。また、高速歩行時にロボットの姿勢が乱れる問題に対処するため、新たに腰 Yaw 軸をロボットに追加し、これにより角運動量を補償することで安定した歩行が実現できることをシミュレータ上で確認した。これを実現するために新たに腰 Yaw 軸ユニットと自立歩行を可能とするバッテリーを追加した走行ロボット HRP-2LY を試作した。ただし、残念ながら歩行の実現はできなかったもので今後努力したい。

一方、従来の研究に見られる人間と比較して不自然な歩行を改善し、より人間に近い自然な歩行を実現するために、人間の歩行運動を直感的に解釈して得られた出力関数を設定し、出力零化制御を行うことであらかじめ関節軌道を与えることなく自然な歩行運動を実現できることを鉛直2次元平面内の数値シミュレーションにより示した。さらに設定した出力関数中において歩行実現の上で重要な変数を選択肢、学習により最適化することで多少の不整地面においても歩行が実現できることをシミュレーションにより確認した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ヒューマノイドロボット、2足歩行、歩行、不整地移動

〔研究題目〕 把握を利用したヒューマノイドによる移動機能の実現

〔研究代表者〕 原田 研介（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 原田 研介、横井 一仁、松本 吉央、（常勤職員3名）

〔研究内容〕

アームも有するヒューマノイドロボットでは、足裏と床面との接触以外に、アーム先端に備えられたハンドによる環境とのインタラクションも積極的に活用できる。本研究では、ヒューマノイドロボットにとって従来は困難であった環境における移動を、ハンドが環境を把握することにより実現する。平成18年度は多指ハンドを完成させた。このハンドを用いて基礎的な実験を行った。さらに、ヒューマノイドロボットの手先が環境についた状態での動作の自動計画のシミュレーションを行った。この研究により、ヒューマノイドが岩場に手をつきながら移動する動作や、手を段差について階段を上る動作が実現された。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ヒューマノイドロボット、把握、ハンド、

バランス制御

〔研究題目〕水素化脱硫触媒の XAFS 及び IR 同時測定による in-situ 多次元構造解析

〔研究代表者〕阪東 恭子（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕今村 元泰、一國 伸之（千葉大）、
久保田 岳志（島根大）
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

平成17年までに、本研究の重要な目標の一つである in-situ IR&XAFS 測定システムの構築は完了したが、測定に関する細かい調整（サンプル保持の方法、反応セルが発生源のノイズを IR の検出器で検出してしまいう問題等解決）が必要であったので、平成18年度は測定を実施しつつこれらの問題解決を行い、より完成度の高い測定システムに改良した。さらに、今まで XAFS 測定には Step Scan 法を用いていたため、1測定に数分を要し、1スキャンが1分程度で測定可能な IR に見合う時間分解能が出せなかったが、XAFS 測定に Quick XAFS 測定法を取り入れることにより、IR と同期した測定が可能になった。測定サンプルとしては、引き続き担持 Pd、Pt、Pd-Pt の各種の触媒について検討した。反応条件としては、(1) 水素による還元活性化後 CO を吸着させ更にその吸着 CO の昇温還元脱離と (2) 水素還元処理後さらに硫化水素による硫化を行い、その後 CO を吸着させ、CO の昇温還元脱離を行うという2条件を用い、それぞれの条件下で得られた結果を比較検討した。まず、CO 吸着時の XAFS の詳細な解析から、Pd-Pt/SiO₂、Pd-Pt/Al₂O₃ の金属粒子外表面に存在する各成分(Pd、Pt)の割合を見積もることができた。更に、CO 還元脱離時の IR の吸着 CO の全強度変化と、XAFS からえられる CO 吸着金属サイトの成分比の変化により対応が見られることを見だし、XAFS の成分分析の有効性を確認することができた。これらの成果を国際会議(XAFS13)にて報告した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕その場測定、XAFS、IR、Pd-Pt 触媒、活性サイト構造

〔研究題目〕Web からの研究者ネットワークの抽出

〔研究代表者〕橋田 浩一（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕橋田 浩一、和泉 潔（常勤職員2名）

〔研究内容〕

近年、多種大量の情報が WWW 上に存在している。研究者にとっても、研究活動の紹介や研究業績を Web 上で公開する機会が増えている。

本研究では、研究活動に関する Web 上の情報を集めて、研究者ネットワーク、つまり研究者間の関係を表すネットワークを抽出する。さらに研究内容に関する情報を抽出し、最終的には対象とする研究分野の研究活動を

活性化させる情報支援を行うことを目標とする。

そのため、Web の検索エンジンとテキスト解析技術を用いて、研究者のネットワーク及び研究に関連する情報を Web から抽出する技術を研究する。その研究を通じて、文書の検索に留まらず、実体の検索につながるような Web の高度な利用法についての方法論の整備を行う。

本年度は、次のような内容について研究を行なった。研究内容に関するキーワード抽出や研究者の分類、同姓同名問題の解消に関して、各種のアルゴリズムをまとめた論文を WWW 国際会議(WWW2006)、米人工知能国際会議(AAAI-06)等で発表を行った。検索エンジンを用いたシンプルなアルゴリズムをモジュール化していくことで、さまざまな複合的な処理が可能になる。また、研究者検索システムの構築に関して、研究を進めるとともに研究成果の発表を行った。このような Web マイニング技術は、社会ネットワーク分析のためのツールとしても重要性が高いことが徐々に明らかになってきた。今後は、人間関係のデータを融合するためのオントロジの整備や研究者検索システムのさらなる発展など、引き続き研究を進めていく予定である。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕Web マイニング、社会ネットワーク、Semantic Web

〔研究題目〕インシデント・テキストが介在する半自律リスク・アセスメント・システム

〔研究代表者〕山田 陽滋（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕山田 陽滋、尾暮 拓也、
Yoon Seong-Sik
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

本研究は、生産現場における繰り返し作業を対象とし、ハザードが予め同定されているという条件の下で、作業に潜むリスクを知覚し評価するまでの一連のリスクアセスメント・プロセスを自動化することを目的としている。今年度はまず、実験機であるスキルアシスト (SA) の作業軌跡速度と操作力のパターンから、隠れマルコフモデル (HMM) を用いてハザードポイント (HP) に対する衝突・非衝突の判定を従来技術に比べてさらに早いタイミングで行うことのできる位置/速度の予測器を開発した。これは、SA の現在の位置及び操作力情報のみならず、そのダイナミクスとインピーダンス制御の状態方程式を利用するもので、未来の時刻での望ましい状態 (位置・速度) を HMM 分類器の入力として利用できるようにするものである。

つぎに、インシデントレポート (いわゆる「ひやりはっと」の報告) の Web 入力支援ツールを開発した。このツールはダイナミック HTML とマルチメディア統合言語「SMIL」を連携させたものである。これにより現場

の映像等のマルチモーダル情報に対して、そのタイムライン上にインシデントを構成する逸脱とそれらの原因系の M-SHEL モデル表現を記述することが可能になった。

最後に、SA の位置及び力の検出機構をすべて2重化してその安全性を高めた上で、これを用いて実搭載作業を行い、予測時間の長さ調整により、インシデントを生じないようにシステムが作業ができるかどうかの実験を行った。その結果、HP 近傍の半径2.2 cm で予測時間0の条件が適するとの結果を得た。より危険な HP 近傍を対象とした予測器の有効性のさらなる検証は、今後の課題とされた。

[分野名] 情報通信

[キーワード] ヒューマンエラー、隠れマルコフモデル、予測器、インシデントレポート、マルチモーダル情報、スキルアシスト

[研究題目] 視覚、触覚、行動の協調に基づくヒューマノイドによる行動環境の認識

[研究代表者] 横井 一仁 (知能システム研究部門)

[研究担当者] 吉田 英一、登尾 啓史、
Abderramane Kheddar、
Olivier Stasse、那 海濤
(常勤職員2名、他4名)

[研究内容]

本研究では、行動を誘発・実行させるための知覚と、知覚を誘発・実行させるための行動といった双方向の視点から知覚と行動を統合した認識・行動機能の解明を行う。これにより、知能ロボットが自ら行動環境情報を効率的に獲得することを可能にする手法を確立することを目的とする。

本年度は、部屋の中いくつかの既知物体が存在するといった限定された行動環境に対して視覚、触覚、行動を協調してヒューマノイドロボットにより行動環境を認識する手法を明らかにすることを試みた。具体的には、以下の三つの項目について研究を進めた。

(1) 視覚と触覚を統合した物体の識別法の解明：

Lederman と Klatzky により提案されている触覚により環境・物体を探索するアルゴリズムに視覚情報を加えるように拡張することを検討した。また、視・触覚情報を用いた探索行動をいくつかの基本行動により構成し、それらを並列的あるいは直列的に実施することにより、環境・物体情報を獲得する手法を検討した。ヒューマノイドロボットにより3次元空間内に設定された任意の点に触れる動作計画法について明らかにした。

(2) 知覚空間を考慮した空間記述と行動計画法：

ヒューマノイドの動作情報を結合することにより、単カメラからの画像情報のみからでも精度よく、SLAM が実施できる手法を確立した。視覚により環境中の特徴と自己の相対位置関係を計測し自己位置姿

勢の推定と環境地図の作成を同時に行う手法について、半球に匹敵する広視野の視覚情報を利用することにより高度化できることを示した。

(3) 日常生活環境を認識し行動するシステムの実現：

上記(1)、(2)で確立されたアルゴリズムについて、ヒューマノイドロボティクスシミュレータ OpenHRP を用いたシミュレーションによりその有効性を検証した。ヒューマノイドロボット HRP-2を用いた基礎的な実機実験を行い、研究開発した手法の実時間性も含む実環境での有効性の確認を行った。

なお、研究協力者として、産業技術総合研究所・知能システム研究部門 Abderramane Kheddar、Olivier Stasse、研究代表者の指導学生 那 海濤らの協力を仰いだ。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 知能ロボティクス、ヒューマノイド、視覚、触覚、行動

[研究題目] 酸化還元酵素の立体構造に基づく触媒機構の網羅的解析及び分類法の開発

[研究代表者] 長野 希美

(生命情報科学研究センター)

[研究担当者] 長野 希美、塚本 弘毅

(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

目標：

酸化還元反応は、電子移動反応、水素化物イオン移動反応、酸素化反応など種々雑多であるにも関わらず、その詳細な触媒機構は、系統的な解析・分類が行われていない。そこで、結晶解析などにより基質等との複合体の立体構造が解かれている酸化還元酵素の活性部位の立体構造、文献情報と分子の電子状態を計算する量子化学計算を組み合わせ、網羅的な解析を行うことにより、酸化還元反応の触媒機構の特徴を捉え、系統的に解析・分類を行う。

研究計画：

酸化還元酵素が触媒する反応は、電子移動反応、水素化物イオン移動反応、酸素化反応等に大別できる。平成18年度は、酸化還元酵素の大部分を占める電子移動反応の触媒機構について、文献情報や蛋白質立体構造等のデータに基づき、系統的な解析を行う。また、量子化学手法との融合のための手法を開発する。

年度進捗状況：

電子移動反応を触媒する酵素では、電子の受け渡しをする補酵素を複数持つ場合が多い。これらの補酵素の種類を解析すると、鉄などの無機系の補酵素、炭素・窒素原子を含む有機化合物で構成される補酵素 (FAD 等)、無機物と有機物の両方で構成される補酵素 (ヘム等) など、3種類に大別できる。電子移動反応では、反応機構は次のように大別できた。

(A) 共有結合を形成せず、蛋白質・補酵素を媒体として電子が移動する；主に、無機系の補酵素が関与

(B) 共有結合を介し電子が移動する；有機系の補酵素が関与

加水分解・転移反応の場合、触媒残基・補酵素とそれらの標的因子を同定することにより、複雑な触媒機構を記述・比較できることを長野は見出している。(B)の場合、加水分解・転移反応と同様、求核基や塩基を同定する必要があることが判明した。(A)の場合、媒体となるアミノ酸残基や補酵素の原子種等を記述すれば良いことが判明した。

関連情報：

論文発表等

- (1) Nozomi Nagano, Tamotsu Noguchi, Yutaka Akiyama (2007) "Systematic Comparison of Catalytic Mechanisms of Hydrolysis and Transfer Reactions Classified in the EzCatDB Database." *PROTEINS: Structure, Function, and Bioinformatics*. 66, 147-159.
- (2) K. Tsukamoto, H. Shimizu, T. Ishida, Y. Akiyama, N.Nukina (2007) Evaluation for interaction energy between glutamine and glutamine and various chemical compounds for developing the virtual screening system using quantum chemical calculations and molecular dynamics simulations. *WSEAS Transactions on Computers*. 6, 636-641
- (3) K. Tsukamoto, H. Shimizu, T. Ishida, Y. Akiyama, N.Nukina (2006) Aggregation mechanism of polyglutamine diseases revealed using quantum chemical calculations, fragment molecular orbital calculations, molecular dynamics simulations, and binding free energy calculations. *Journal of Molecular Structure:THEOCHEM*. 778, 85-95.
- (4) K.Tsukamoto, Y. Akiyama (2006) Automated Docking of NADH to the Active Site of Nitric Oxide Reductase from *Fusarium Oxysporum* and Semi-empirical Calculations of the Electron Transfer Mechanism and the Hydrogen-bonding Network. *WSEAS Transactions on Computers*. 5, 1701-1706.
- (5) EzCatDB の URL : <http://mbs.cbrc.jp/EzCatDB/>

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 酵素蛋白質、立体構造、触媒機構、機能分類、系統的解析、リガンド

[研究題目] 高齢者・障害者を考慮した聴覚情報環境の評価方法と情報提示手法の開発

[研究代表者] 佐藤 洋 (人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 佐藤 洋、倉片 憲治、森本 政之、佐藤 逸人、小林 章 (常勤職員2名、他3名)

[研究内容]

公共空間における聴覚情報活用のため、音環境調査と音響信号を用いた聴取実験を行い、本年度は以下の成果を上げた。

- 1) 不特定多数の利用者が想定されかつ相当数の高齢者の利用が見込まれる代表的な公共空間として空港をとりあげ、騒音特性の測定を行った。その結果、場所による分布もあるが空間として聴覚情報を有効に活用する工夫が必要であることがわかった。
- 2) 実音場データベースの分析を行い、音声コミュニケーションという観点から音環境の設計・評価に用いることができる評価指標について検討を行い、残響時間と STI の関係を様々な公共空間を対象として示した。
- 3) 騒音と反射音のある音場において連続単語の話速、呈示個数をパラメータとして実験を行った。その結果、ある程度の話速を確保すると話速を遅くしても正聴率は向上しないこと、一つのメッセージ中のキーワード呈示個数は高齢者、健常者ともに3個までが適切であることを明らかにした。
- 4) 誘導鈴による安全で円滑な移動支援を確実にするために、現在使われている誘導鈴について視覚障害者を被験者として用いて方向定位実験を行い、健常者とその結果を比較した。誘導鈴の全体が聞こえる音圧レベルでも前後誤判定が見られること、暗騒音レベルが高い場合、前後誤判定率が増すことなど、健常者と視覚障害者の実験結果に有意な差は認められなかったが、少数しか参加してもらえなかった全盲の被験者と弱視の被験者では方向認知の過程が異なる傾向が見受けられたためさらなる検討が必要である。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 高齢者、障害者、公共空間、音環境

[研究題目] 不均一温熱環境が睡眠時の人体に及ぼす影響の解明と住環境の安全で快適な空調計画

[研究代表者] 都築 和代 (人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 都築 和代、佐古井 智紀、新福 ミチヨ (常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

夏季の温熱環境が変動する時に、人体に及ぼす影響を明らかにする目的で高齢者を被験者として、睡眠実験を行った。実験条件としては、26℃一定、途中から上昇して後で戻る、途中から下降して後で戻るの3条件について実施した。また、高齢者施設において居住する部屋の温湿度、並びに、居住する高齢者にアクチグラフを携帯して生活してもらうとともにアンケートを実施し、睡眠時刻・時間や覚醒時間を四季について調べて比較した。

夏季睡眠実験の結果は、前額、腕、下腿などの皮膚温は環境温度に追従して変動し、環境温度が上昇すると皮膚温も上昇、環境温度が下降するとそれらの部位の皮膚

温も下降した。直腸温は、3条件間でほとんど差がなく、睡眠中低下を示した。現在、睡眠脳波の分析を進めている。高齢者施設の生活実態における睡眠環境の調査は、高齢者男性女性、合計15名についてのデータを四季について得た。寝室の温湿度の変化は、昨年度茨城で行った戸建て住宅における調査結果と異なり、狭い室温範囲にあった。冬期(2月)の起床時には気温20℃でもっとも低く、夏期(8月)の起床時29℃がもっとも高い気温であった。これは、冷暖房時間が、午前6時半～午後9時と定められているための影響と考えられた。詳細な分析を実施中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】睡眠、高齢者、体温、室温

【研究題目】硫酸イオンラジカルを用いた環境残留性有害フッ素化合物の光化学分解・無害化システム

【研究代表者】堀 久男(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】堀 久男、忽那 周三(常勤職員2名)

【研究内容】

近年、界面活性剤等に使用されてきたパーフルフルオロカルボン酸類やパーフルオロアルキルスルホン酸類の環境残留性や生体蓄積性が懸念されている。そこで平成18年度はパーフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)等のパーフルオロアルキルスルホン酸類について分解反応を探索した。その結果、それらを含む水に鉄粉を入れ、不活性ガス雰囲気中で250-350℃の熱水(亜臨界)状態にするとフッ化物イオンまで高効率に分解できることを発見した。この反応を電子工業用の反射防止剤中のPFOS分解に適用し、PFOS濃度を6時間で処理前の118.8 ppmから検出限界以下まで減少させることに成功した。また、パーフルオロカルボン酸類の発生源としては、これらが使用や廃棄にもなって環境中に放出されることのみならず、別の物質が環境中でそれらに変化するという間接発生源も存在する。特に揮発性のフルオロテロマーアルコール類が環境中でパーフルオロカルボン酸類に変化することが環境中パーフルオロカルボン酸類の一つの重要な起源になっているという指摘がなされていた。そこで典型的なフルオロテロマーアルコールである $C_4F_9C_2H_4OH$ を空气中に存在させ、酸化チタン光触媒によりフッ化物イオンまで分解できるかどうか調べた。in-situ IRやGCMSによる生成物分析から $C_4F_9C_2H_4OH$ は $C_4F_9CH_2CHO$ 、 C_4F_9CHO 、 $C_nF_{2n+1}COF$ ($n=2,3$)さらに COF_2 を経て最終的に二酸化炭素とフッ化物イオンまで分解すること、水蒸気が反応中間体の分解を促進することが分かった。この反応ではフルオロテロマーアルコールの微生物分解で見られる毒性が高い不飽和テロマー酸類は生成しなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、光分解、無害化、パーフルオロ

カルボン酸、パーフルオロアルキルスルホン酸、PFOA、PFOS、界面活性剤、テロマーアルコール

【研究題目】超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場の解析と化学プロセスへの展開

【研究代表者】飯田 康夫

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】飯田 康夫、小塚 晃透、砥綿 篤哉、辻内 亨、安井 久一、辰川 絵美

(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場として、空間的に反応領域が拘束されたマイクロリアクター型反応場と、溶液内に形成されるエマルジョン型反応場の二つについて研究を進めた。マイクロリアクター型については、マイクロ空間において超音波によるキャビテーションを生起し、気泡を介した超音波エネルギーの伝達・集中を実現した。その効果を定量的に確認するために、アルコール注入法によるリン脂質リポソームの調製を行い、その粒径分布の変化から従来にない高効率な攪拌効果が得られることを実証した。また同様の反応場を用いて金ナノ粒子の合成を行い、核生成に対する超音波の効果について検討した。

マイクロリアクターにおいては超音波の照射時間が短いことや生成するラジカル数が金イオン数より4桁程度は少ないために、超音波のみでの効率的な金ナノ粒子生成は困難であったが、核生成を制御することにより、生成粒子の大きさや粒径分布を制御することが可能であった。同様に、金ナノ粒子含有リポソームの調製が可能であることを実証した。一方、エマルジョン型マイクロヘテロ反応場を用いた材料合成応用では、超音波により形成される微細エマルジョンをテンプレートとしたセラミックス多孔体作成を試み、いくつかのセラミックス材料において所望の多孔体を得ることができると示した。

また、多くの機能を発揮することが期待される多糖類ゲル状物質への超音波照射に関する基礎的な実験を開始した。

本研究のもう一つのテーマである理論解析では、超音波の物理的作用の起源である衝撃波強さについて検討し、溶存気体種によって衝撃波のエネルギーが変化することを定量化した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】超音波、キャビテーション、気泡、シミュレーション、マイクロ反応場、多孔体

【研究題目】プロテオーム解析によるエストロゲン応答遺伝子のノンゲノミック経路の解明

【研究代表者】木山 亮一(シグナル分子研究ラボ)

〔研究担当者〕 木山 亮一、他（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

本研究では、女性ホルモンであるエストロゲンに対して応答性を示す遺伝子について、核内エストロゲン受容体を介するゲノミック経路とは異なるノンゲノミック経路を明らかにするために、プロテオーム解析を用いてシグナル伝達解析を行い、その経路に関与するタンパク質を明らかにすることを目的とする。

平成18年度は、以下の解析を行った。

- (1) エストロゲン応答遺伝子について、フェノール類やフタル酸エステル類など、様々な化学物質の刺激に対してエストロゲンとの共通性を統計的に比較し、カスケードのもとになる遺伝子機能によるカテゴリー化を行った。MAPK 及び AKT2に注目して、エストロゲンアンタゴニストの ICI 182,780や4-hydroxytamoxifenあるいは様々なシグナル伝達系阻害剤の処理におけるリン酸化状態の変動を指標にシグナルの評価を行うとともに、エストロゲン受容体以外の受容体であるGPR30のカスケードの関与も GPR30遺伝子のノックダウンにより検討した。
- (2) 脳神経系のエストロゲン応答性に関与する遺伝子を解析するために、大学と共同で脳の性分化に関与する部位における遺伝子の発現変動を DNA マイクロアレイ解析により解析した。特徴的な遺伝子に関しては、RT-PCR により発現変動を確認した。さらに、遺伝子機能別に部位間及び発生の日齢間での変動を検討した。現在、アポトーシスや細胞移動に関係するタンパクに関してウエスタンブロット解析を行っている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 プロテオーム、エストロゲン、シグナル伝達、シグナルカスケード、脳神経系、DNA マイクロアレイ、プロファイリング、遺伝子機能

〔研究題目〕 2003年北海道日高洪水堆積物の海域での堆積過程と海底環境への影響の解明

〔研究代表者〕 池原 研（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 池原 研、片山 肇、辻野 匠、野田 篤、井上 卓彦（常勤職員5名、他1名）

〔研究内容〕

中緯度に位置する日本では、毎年のように人的被害を伴う洪水が発生している。これらの洪水時に河川を通じて海域に排出される土砂量は多量に及ぶと考えられるが、それらの土砂が海域においてどのように輸送され、堆積し、海底環境に影響を及ぼしているかは不明な点が多い。2003年8月に北海道日高地方を襲った台風による降雨に伴う洪水では、海域に大量の土砂が堆積したことが漁業関係者の証言から明らかとなっている。このため、この海域において、表記の実態解明を行うことが本研究の目

的である。

今年度は静内川、新冠川河口沖合海域の陸棚上の調査と厚別川沖の補備調査を実施した。表層堆積物採取、海底写真撮影、音波探査とサイドスキャンソナーによる表層地質調査を実施し、表層堆積物分布と地形・地質構造の把握を行った。結果として、静内川から新冠川の沖合では沿岸域に広く泥質堆積物が分布し、昨年度の沙流川や厚別川沖とは異なる堆積物分布を持つことが分かった。沙流川沖では、ダイバーによる柱状採泥を行い、2003年の洪水起源と考えられる泥を採取した。厚別川沖でも昨年同様の洪水起源の泥が採取され、昨年からの底質の変化は少ないと判断された。一方、沙流川沖の内側陸棚の凹地の延長の陸棚斜面域から採取された堆積物には、表層に色や構造の異なる泥の分布が認められた。有機物分析の結果は、この泥も洪水起源であることを示唆している。内側陸棚の凹地は、洪水時に河川から排出された泥を遠距離輸送するために重要な役割を果たしていると考えられる。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 洪水、海底地形、密度流、海底堆積物、陸源物質

〔研究題目〕 ペロブスカイト型混合伝導性材料の in situ 精密構造解析

〔研究代表者〕 野村 勝裕

（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 野村 勝裕、蔭山 博之、柿沼 克良（神奈川大学）、八島 正知（東京工業大学）（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

高性能な燃料電池開発に資するため、本研究では、1. 燃料電池運転条件下での中性子回折測定法を開発し、核密度レベルでの構造評価法を開発すること、及び2. ペロブスカイト型混合伝導性材料について核密度（及び電子密度）レベルでの構造と導電特性との関係を解明することを目的としている。今年度の主な研究成果は以下の通り。1. (La,Sr)CoO₃系ペロブスカイト型化合物を中心に高純度試料を合成した。2. (La,Sr)CoO₃系化合物の A サイト陽イオン (La 及び Sr イオン) の電子状態、イオン周りの酸素の配位数などを明らかにするため、放射光 XAFS 装置 (SPring-8設置) を用い、酸素分圧10⁻⁴ ~ 0.21 atm、室温及び約720 °Cの温度で、La K 吸収端及び Sr K 吸収端の XAFS スペクトルを測定し、動径構造関数を得た。3. 実験室系 X 線回折装置を使用し、(La,Sr)CoO₃系について、酸素分圧10⁻⁴ ~ 0.21 atm、室温~900 °Cの温度範囲で回折データを収集した。取得したデータについて、リートベルト法と最大エントロピー法 (MEM) を用いた解析を行い、結晶構造内の電子密度分布を可視化した。4. 本プロジェクトで開発した雰囲気調整可能な高温中性子回折システム (日本原子力研

究開発機構 東海研究開発センター 改造3号炉、HERMES に設置) を使用し、(La,Sr)CoO₃系化合物について、酸素分圧10⁻⁴~0.21 atm、室温~1,000 °Cの温度範囲で回折データを収集した。取得したデータについて、リートベルト法と MEM を用いた解析を行い、結晶構造内の核密度分布を可視化した。5. 2. ~4. の解析結果を踏まえ、核密度 (及び電子密度) レベルの構造と導電特性 (酸化物イオン導電性及びホール導電性) との関係を検討した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 混合伝導性材料、結晶構造解析、最大エントロピー法、燃料電池

[研究題目] 金属と小分子との反応に関する研究：金属単原子からクラスターへ

[研究代表者] 徐 強

(ユビキタスエネルギー研究部門)

[研究担当者] 徐 強、江 凌、藤 雲雷

(常勤職員1名、他2名)

[研究内容]

本年度は、Zn、Cd、Ag、Sn、Pb、Cu、Y、La などの金属と CO、NH₃、NO、CO₂などの小分子との反応に焦点を絞ってレーザーアブレーションマトリックス単離赤外分光法を用いて研究を行い、反応 (中間) 生成物の構造、結合性質と反応性及び反応エネルギーと反応機構を解明し、また、異なる波長の光照射下での光反応 (中間) 生成物の構造と反応性を明らかにした。Zn や Cd と CO との反応では、固体ネオンマトリックス中では、一連の新規化合物 Zn(CO)_x (x = 1-3)、CdCO、Cd(CO)₂が形成されることを見出した。Zn や Cd と NH₃との反応によって、一連の新規化合物が生成し、構造を明らかにし、反応機構を明らかにした。

Ag と CO との反応では、固体希ガスマトリックス中で、一連の新規銀クラスター化合物(AgCO)₂、Ag_nCO (n = 2-4)が形成されることを見出し、構造を明らかにし、生成機構を明らかにした。Sn、Pb と NO との反応では、固体希ガスマトリックス中で、一連の新規化合物 M(NO)_n (M = Sn、Pb; n = 1, 2)、PbNO⁺が形成されることを見出し、構造を明らかにし、生成機構を明らかにした。さらに、Cu と CO/NO 混合小分子との反応について研究を行い、CO または NO 単成分小分子との反応との反応性、生成物の違いを明らかにし、その反応機構についての情報を得た。Y 及び La と CO との反応では、一連の化合物 M(CO)_x、MCO⁺ (M = La、Y; x = 1-4)が形成されることを見出し、構造を明らかにし、生成機構を明らかにした。さらに、La と CO₂との反応について研究を行い、一連の新規化合物が形成されることを見出し、構造を明らかにし、光照射による変化を明らかにした。これらの結果は、金属または金属クラスター上における CO、CO₂などの小分子の活性化機構に新

しい重要な知見を与えるものである。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] クラスタ、触媒、反応機構

[研究題目] 固液界面の単一分子挙動解析のための超高感度・超解像度振動分光法の確立

[研究代表者] 二又 政之

(界面ナノアーキテクトニクス研究センター)

[研究担当者] 二又 政之、松田 直樹

(常勤職員2名)

[研究内容]

単一分子感度ラマン分光の確立：①巨大増強のメカニズムについて、化学的増強効果の本質を明らかにするために、化学還元法で形成した溶液中の銀ナノ粒子について、ハロゲン化物イオンの SERS 増強度や色素分子の吸着に与える効果を検討した。基板上に固定した銀ナノ粒子について、ハロゲン化物イオン添加による SERS 活性の変化、及び AFM や SEM、XPS による観察を併用して、形状の変化と付加的な (化学的) 増強効果を分離する方法を見出した。これにより、ハロゲン化物イオンは、銀表面残留物を置換し、カチオン性色素を強く吸着させ、Ag と吸着分子の間の電子移動相互作用を誘起することで、電磁気学的増強を変えことなく、化学的増強を活性化することが明らかとなった。また、チオ硫酸イオンは、逆に Ag ナノ粒子を溶解することなく、Ag カチオンのみを溶解することで、R6G を同時に溶出させ、化学的増強を失活することが明らかとなった。③局所電場の理論計算と電子ビームやナノ粒子リソグラフィを用いて、単一分子ラマン感度を有する金及び銀ナノ構造配列を形成する方法を検討した。従来の電子ビームの空間分解能を超えて、かつ金属蒸着時の粒子状成長を抑え手法について、見通しを得た。その最適化により、定量分析に利用できる SERS 活性金属ナノ構造配列を形成するための指針を得た。④生体分子に適用し、DNA 塩基配列の違いやハイブリダイゼーション、アミノ酸・ポリペプチドの同定など高感度での分子認識、定量分析可能性が確認できた。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 単一分子感度ラマン分光、表面プラズモン、近接場振動分光

[研究題目] 反応場の精密制御による窒素酸化物直接分解触媒の設計

[研究代表者] 藤谷 忠博 (環境化学技術研究部門)

[研究担当者] 羽田 政明、中村 功、高橋 厚

(常勤職員3名)

[研究内容]

固体触媒表面上での NO 直接分解反応 (2NO → N₂+O₂) において、最も重大な問題点は共存酸素による

触媒表面の酸化である。本研究では、酸素被毒を受けにくい NO 分解表面を見いだすことを目的として、モデル触媒と実触媒の両面から種々検討を行った。その結果、イリジウム (Ir) 表面が硫黄 (S) と酸素の反応に対して高い活性を示すことを見だし、この高い反応性を利用することで酸素被毒を受けず効率的に NO 解離が進行することを明らかにした。具体的な研究成果の内容を以下に述べる。

酸素に露出した後の Ir(111)単結晶表面上では、NO 分解反応はほとんど進行しない。しかし、通常、触媒毒である SO₂を Ir 表面に共存させると酸素共存下でも NO 解離が進行することを見だした。これは、SO₂の解離により生成した原子状 S が吸着酸素と反応し、Ir 表面から酸素を取り除くためであることを明らかにした。したがって、酸素存在下においても微量の S を共存させることによって Ir 表面を金属状態に保持し、酸素被毒を受けにくい表面となることがわかった。この SO₂の効果を実際の粉末 Ir/SiO₂触媒を用いて調べた結果、モデル触媒同様の耐酸素性向上の効果が確認できた。さらに、Ir-WO₃/SiO₂触媒にバリウムを添加すると、バリウムとタングステンの複合酸化物の形成により、Ir 金属が安定に保たれ、酸素共存下での NO 分解活性を飛躍的に向上させることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒素酸化物の直接分解、耐酸素性、イリジウム

【研究題目】高分子網目をマトリックスとしたバイオミネラルゲルの創製に関する研究

【研究代表者】岩坪 隆 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】岩坪 隆、溝口 健作 (静岡大学)
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ポリアクリル酸(PAA)を含む塩溶液中に浸漬されたポリビニルアルコール(PVA)と PAA を架橋させたゲル内部にヒドロキシアパタイト(HAP)を形成する実験を行った。本方法により当該ゲル内部に隙間無く HAP を充填することが可能であり、ゲル外部には HAP は形成されなかった。また当該塩溶液は HAP に関して不飽和であることが種結晶の成長実験から判明した。ゲル内部全域に HAP が形成されるまでの途中段階では HAP が充填された固体状領域と HAP が形成されていないゲル状領域が共存しており、ゲル状領域の減少に伴い固体状領域が増加してやがて全領域が固体状態 (平衡状態) となった。塩溶液の濃度を変化させたところ、或る塩濃度以下では平衡状態はゲル状態であり、或る濃度以上では平衡状態が固体状態となった。

上記知見と X 線粉末回折、ICP (Inductively Coupled Plasma atomic emission spectroscopy)、EDAX (Energy Dispersive Analysis of X-ray) による分析結

果から以下のように実験結果を説明した。ゲル状領域は PVA/PAA ゲルに Ca²⁺、HPO₄²⁻がイオン結合と水素結合により吸着した超分子ゲルである。固体状領域は PVA/PAA 網目と HAP の固溶体である。それら超分子ゲルと有機無機固溶体は相転移 (開放系) の関係で結ばれる。さらにこの超分子ゲルは軟骨の基本構造を与えるものであり、有機無機固溶体は骨格の基本構造を表している。即ち軟骨が開放系の相転移により骨格となる。

このメカニズムは CaCO₃骨格や SiO₂骨格の形成にも適用される。いずれの場合にも骨格は軟骨の開放系相転移によって形成されると結論できる。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料、ライフサイエンス

【キーワード】バイオミネラルゼーション、骨格、軟骨、有機無機固溶体、超分子ゲル、相転移

【研究題目】ピコメートル変位計測のためのフェムト秒光コムを用いた絶対光周波数走査干渉計の研究

【研究代表者】美濃島 薫 (計測標準研究部門)

【研究担当者】尾藤 洋一、シブリ・トーマス
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では、広帯域な絶対光周波数測定を用いた変位計測原理により、周期誤差の問題を解決すると同時に、測定ダイナミックレンジ拡大を図ることを目的とする。

まず、光コム (楯型の光周波数モード列) を高品位化・制御し、光周波数の絶対値が12桁付与された「長い正確な光のものさし」を作成する。そして、変位に伴うレーザ周波数の変化を測定して「可変サイズの正確な目盛り」を実現し、変位10 μm を精度100 pm で測定できる技術原理の実証を目的とする。

以上の目的を達するため、本年度は、下記の項目について研究を行った。

1. 波長コムの作成

連続発振 Nd:YAG レーザを、低熱膨張ガラスで作成した基準共振器の光路長に同期させることにより、測定環境における空気中の波長を安定化し、光基準として用いた。モード同期レーザの繰り返し周波数を制御し、光基準に安定化することにより、各モードの光周波数ではなく波長が制御されている光コム、すなわち「波長コム」という新概念を実現した。

2. 干渉計の高精度同期

低熱膨張ガラスで変位測定用のファブリーペロー干渉計を作成し、波長可変 CW ファイバレーザをその光路長に同期させた。波長可変レーザの光周波数を光コムによって測定し、干渉計の静止安定性を評価した。その結果、通常の光周波数コムを用いた場合には、環境変動による空気屈折率変化により、測定値に1時間で10 nm 程度のドリフトが見られたが、開発した波

長コムを用いることにより環境変動の影響は補正され、変動10 pm程度の高安定性が実現された。

3. 変位測定の実証

ファブリーペロー干渉計の一方のミラーを移動ステージに搭載して変位を与え、波長コムによる高精度変位計測の実証を行った。ステージとして、市販のナノメトロロジー用の高精度ステージを用い、移動量12 μm にわたり100 pm以下の不確かさで、その安定性と非線形性を評価できた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 光コム、ピコメートル計測、モード同期レーザー、干渉計測

【研究題目】 ジェットマトリクスによる高温流れの剥離能動制御に関する研究

【研究代表者】 吉田 博夫 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 吉田 博夫、壺岐 典彦、瀬川 武彦、阿部 裕幸 (常勤職員4名)

【研究内容】

ガスタービン、燃焼器、熱交換器など高温で使用される流体機械や機器に対するアクチュエータは皆無といわれてよい。アクチュエータが高温で作動するためには、材料の耐熱性が高いこと、熱防御に有利な構造・機構であることが必要であり、従来多く用いられてきた高分子材料等は適用できない。そこで本研究では、上記の条件下で運転が可能なセラミック材料を用いたプラズマアクチュエータに着目し、高温炉内でプラズマジェット発生の確認のための実験を行った。このような閉じた高温下での流れの計測法として適用可能な方法として、炭酸ガスジェットをトレーサとして用い、ながれの発生状況を観察した。その結果、窒化けい素誘電体を使用し、500 $^{\circ}\text{C}$ までの温度範囲においてプラズマジェットの発生を始めて確認した。これ以上の温度では絶縁破壊が生じ対外の絶縁材料が使用できないことも明らかとなり、500 $^{\circ}\text{C}$ 以上の高温での運転は今後の課題となった。また、プラズマアクチュエータの電場を解析し、定性的な加速傾向と比較したところ、解析結果と実験結果は概ね対応した。また、プラズマアクチュエータ用特殊電源を実用化し、市場に提供した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 アクチュエータ、高温、能動制御、表面プラズマジェット

【研究題目】 超高効率化合物半導体量子細線発光ダイオードの開発

【研究代表者】 王 学論 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 王 学論、小倉 睦郎、永宗 靖 (常勤職員3名)

【研究内容】

III-V 族化合物半導体を材料とする高効率発光ダイオ

ード(LED)は21世紀の省エネルギー・長寿命の照明用光源として大きな注目を集めている。従来の平坦基板上に成長したLEDの場合、発光部で発生した光は、界面での全反射、電極による遮蔽、基板による吸収などの原因によって、高い効率で外部へ取り出すことができない。我々は、形状基板上に成長したGaAs/AlGaAs量子微細構造において、試料の断面形状を制御することによって量子微細構造の発光を極めて高い効率で外部へ取り出せることをホトルミネセンスの実験で明らかにした。本研究の目的は、このような形状基板上への選択成長技術を利用し、従来デバイスの光取出し効率を遥かに超える化合物半導体LEDをより簡単なプロセスで実現することである。

昨年度は、電極による光の遮蔽を押さえるために、電極を形状基板上のバンドギャップエネルギーの高い結晶面にのみ選択的に形成する電流注入・発光領域分離型LEDを提案し、V溝形GaAs基板を用いた実証実験を行った。その結果、作製プロセスが非常に簡単でありながら従来の平坦基板デバイスに比べて約一桁高い15%の光取出し効率が得られた。本年度では、上記の電流注入・発光領域分離型LEDの研究過程において、横幅の狭いV溝の(001)平坦面量子井戸($\sim 0.5 \mu\text{m}$)からの発光は量子井戸構造の上下をAl組成の高い障壁層で挟み、簡単な導波路構造にすることによって80%に近い効率で外部に放射される現象を発見した。これは従来技術にない新しいタイプの自然放出光の制御方法である。現在、この現象を利用した高効率発光ダイオードの開発を行っている。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 発光ダイオード、光取出し効率、形状基板

【研究題目】 特定有害蛋白質をターゲットとした高感度分析用糖鎖チップの構築技術の開発

【研究代表者】 鶴沢 浩隆

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】 鶴沢 浩隆、和泉 雅之

(常勤職員2名)

【研究内容】

糖鎖は、糖蛋白質、糖脂質等として細胞表層に存在し、細菌、ウイルス、毒素の受容体として機能している。近年、生体にとって重要なこの糖鎖分子を材料工学的に応用し、糖鎖の機能を巧みに利用したセンサーの開発が試みられている。本研究では、有害蛋白質と特異的に結合する糖鎖をセンサー基板表面に固定化する技術を開発することを目的として研究を進め、次の点を明らかにした。

前年度に開発した糖鎖チップ(Gb_2 、Lac、Man)に対して、大腸菌O157のペロ毒素が結合するかを表面プラズモン共鳴(SPR)法により検討した。その結果、 Gb_2 糖鎖ポリマーを固定化したチップに対して、高い特

異性をもってペロ毒素が結合することがわかった。Gb₂糖鎖含量を3%、13%、25%、43%と変化させたとき、13%以上の糖鎖が毒素検出に有効であることがわかった。43%のGb₂を含有したチップを用いたときに10 ng/mLの毒素を検出できたので、これを検出限界と決定した。これは致死量の1/30に相当する。分析時間は30分であった。結合定数は10⁹に達し抗原抗体反応に匹敵する強い結合であることが明らかになった。一方、Manを側鎖に有するポリアニオン性糖鎖ポリマーの基板には、毒素は全く結合しなかった。Lac糖鎖ポリマーを固定化したチップには、弱く結合した。さらに阻害実験を行い、毒素のGb₂糖鎖チップに対する結合が、特異的であることを実証した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】大腸菌 O157、糖鎖、ペロ毒素、センサー、交互積層法

【研究題目】嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムに関する研究

【研究代表者】佐藤 孝明

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】佐藤 孝明、廣野 順三

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

目標：

単一種ニオイ物質が有す複数種ニオイ要素の共通性とユニーク度の相対強度評価を、1組の鏡像異性体、スペアミント様ニオイの R(-)カルボンとキャラウェイ様ニオイの S(+)-カルボンを対象に行う。さらに、ニオイ識別実験を高速に行える鼻挿入穴選択型行動実験システムを試作し、行動実験の効率化を図る。また、嗅覚レセプタ機能発現培養細胞を用い、複合成分刺激に対するレセプタのニオイ識別能を明らかにする。得られた結果などを用いて、嗅覚神経系のニオイ信号処理プロセスモデルとしての嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムを高度化する。

年度計画：

ニオイ要素の共通性とユニーク度の予備的評価として、各カルボン及びそれらを含む複合臭を用い、識別の容易さを Y 迷路行動実験により調べる。また、2成分混合刺激を自動的に作成し、希望する順序で実験動物に提示しニオイを識別させる鼻挿入穴選択型行動実験システムの基本部分を試作する。さらに、嗅覚レセプタ機能発現培養細胞を用い、複合成分刺激に対するレセプタのニオイ刺激応答性を明らかにする。

年度進捗状況：

ニオイ要素情報強度の評価の第一段階として、各カルボン及びその複合成分または溶媒間の識別を、Y 迷路を用いたマウス行動実験で調べた。その結果、溶媒と R(-)カルボンの識別が最も容易で、カルボン単体間と複合臭

間は同程度に識別できること、及び、訓練での正解側成分を手掛かりに識別を行っていることが分かった。高速動作型マスフローコントローラ9台と電磁弁をコンピュータ制御し、希望の混合比率の2成分刺激を自動的に作成し、8秒サイクルでニオイ提示し識別させる鼻挿入穴選択型行動実験システムの設計を行い、一部の試作を行った。ジカルボン酸に応答する嗅覚レセプタの複合成分への応答性を解析し、アンタゴニストを見出した。また、機能発現系では、発現効率を高めると報告された RTP1の部分発現を試みる準備を進めた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】嗅覚レセプタ、嗅覚機能、匂いセンサ

【研究題目】ヒューマノイドによる物体搬送作業のための作業計画

【研究代表者】吉田 英一 (知能システム研究部門)

【研究担当者】吉田 英一、横井 一仁、

Jean-Paul Laumanod、

Rachid Alami (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

ヒューマノイドによる全身を用いた物体搬送を行うためのより一般的な作業計画手法構築を目標とする。平成18年度は、(1)物体へのアプローチ運動を生成する手法と、(2)操作ロードマップを用いたピボット物体操作運動を生成する手法を構築した。

まず、(1)のアプローチ運動生成では、ヒューマノイドの動的安定性、手先の操作性を考慮した全身運動による物体アプローチ動作を、一般化逆運動学の枠組みを利用して計画した。特に、目標とする物体が離れた位置にあるときには、腕が伸びきって操作性が低下する状態を検知し、自動的に前進踏み出し動作を生成する計画器を構成した。アプローチ動作と動的に安定な踏み出し動作を同時に達成するため、ZMPを規範とする歩行動作生成手法を、一般化逆運動学の枠組みにタスクのひとつとして統合した。

また、(2)では、多面体を両腕で把持し、物体を持ち上げることとなる環境に頂点を接触させたまま操作するピボット動作の運動に対して、幾何的な解析を適用し、「Small-time controllability」という性質を持つことを示すことで、この操作手法により対象物を任意の位置に移動できることを示した。この解析に基づき、ピボット動作をランダム化運動計画手法の局所移動手法として実現した。より効率的な動作を生成し、かつロボットの姿勢の制約を考慮する目的で、非ホロノミック拘束を持つ車輪型ロボットの移動方式を導入し、これをピボット動作列に変換する運動計画アルゴリズムを実現した。これに基づき操作物体のロードマップを作成し、対象物を目標位置へ移動するための物体に対する動作列を計画する手法を構築した。

実機 HRP-2を用いた実験により、物体アプローチ動

作とピボット動作の基本動作を確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】作業計画、運動計画、ヒューマノイド、マニピュレーション、ピボット操作

【研究題目】水槽飼育サンゴを用いた骨格環境指標の高精度化に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳（地質情報研究部門）

【研究担当者】鈴木 淳、川幡 穂高、蓑島 佳代、
外西 奈津美、井上 麻夕里、
吉永 弓子、高岡 光枝
（常勤職員1名、他6名）

【研究内容】

3年間の研究期間の第一年目にあたる平成18年度には、琉球大学瀬底実験所にて小型恒温水槽を用いたハマサンゴ (*Porites australienis*) の飼育実験を実施した。飼育実験には3つの親群体から切り分けられたクローンを用い、各条件区にて飼育した。最初に換水率及び換水方法によるサンゴ成長の影響を水中重量法により評価した。1〜3日毎の定期的な換水では、ほとんど骨格成長がみられず、連続的な換水が継続的な成長にとって重要であることが判明した。そこで、連続流水系の水槽システムを組み、水温を21℃から29℃の5段階に設定して、約4ヶ月間の長期飼育実験を試みた。飼育期間中の水中重量増加量は、遺伝子型によって有意な差が認められた。検討した3つの親群体から切り分けられたクローンのうち、2つについては骨格成長量と水温とに明瞭な対応がみられなかったが、もう一つの遺伝子型については、水温に対応した顕著な成長がみられた。採取したサンゴ骨格は、産業技術総合研究所にて安定同位体比質量分析装置を用いて酸素同位体比の分析が予定されている。また、サンゴのクロロフィル濃度及び共生藻密度等について定量を行う予定である。

また、理論的な検討として、造礁サンゴを中心に、いろいろな生物殻の酸素・炭素同位体比とその規定要因について文献調査を行った。サンゴには骨格の酸素同位体比と水温の関係が平衡値からずれるという「生物学的効果」が認められ、これは成長速度に起因する反応速度論的同位体効果によるものと考えられている。サンゴ記録から正確な古気候情報を読み出す場合は、細心の注意が求められる。

【分野名】地質

【キーワード】サンゴ、骨格、水温、酸素同位体比、骨格

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

【研究代表者】長谷川 達生

（強相関電子技術研究センター）

【研究担当者】長谷川 達生、山田 寿一、

堀内 佐智雄、熊井 玲児、高橋 幸裕、
平岡 牧、松井 弘之
（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

本研究では、共役π電子を持った二種の有機分子の複合体が織り成す「分子間電荷移動」を利用する独自のアプローチによって、有機トランジスタの高度化・実用化に不可欠となる有機半導体の機能性界面形成技術の開発・高度化と、これを活用した高性能要素材料の探索・開発を行うことを目的とする。本年度得られた研究成果を以下に列挙する。(1) ジベンジテトラチアフルバレン (DBTTF) による有機薄膜トランジスタの界面エンジニアリングによって、グリーンサイズと移動度をともに大きくした高性能 DBTTF 薄膜トランジスタの作製に成功した。SiO₂表面の処理により、30 μm 以上に及ぶ巨大なグリーンサイズが成長すること、また得られた薄膜は0.7 cm²/Vs の比較的大きな移動度を示すことを明らかにした。さらに、薄膜内のグリーン境界ポテンシャルは、チャネルと金電極薄膜層の間に有機電子受容性層を挟みこむことによって変化することを見出した。(2) 基板上における極微小スケール液体中での錯形成を利用したダブルショット・インクジェット法を用いることによって、高品質の導電性有機電荷移動錯体薄膜の作製に成功した。インクジェット印刷により作製した TTF-TCNQ 薄膜は10 S 程度の低い面抵抗を示すとともに、これをソース/ドレイン電極とするペンタセン薄膜トランジスタ、及びインバーター回路を作製したところ、低電圧領域で鋭いオン/オフ間のスイッチング動作を示すことが分かった。これら成果は、高いスループットと低コストでの生産が期待されるプラスチックエレクトロニクスを実現するための技術として有用と考えられる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】プラスチックエレクトロニクス、有機エレクトロニクス、有機トランジスタ、有機半導体、分子間電荷移動、電荷移動錯体、界面エンジニアリング、インクジェット印刷

【研究題目】構造制御型有機薄膜メモリーの創製

【研究代表者】吉田 郵司（光技術研究部門）

【研究担当者】吉田 郵司、近松 真之
（常勤職員2名）

【研究内容】

ユビキタス社会における次世代のメモリーとして期待される「有機メモリー」の創製を目指して、分子、微粒子等のナノ材料の精密な構造制御により、実用に資するメモリーデバイスを開発する為の基本的な指針を得ることを目的とする。近年、メモリー容量の高密度化や低価格化により各種メモリーの研究開発が凌ぎを削っている

中、低プロセスコスト化や従来に無い高性能化が期待される有機メモリーが注目されてきている。様々なタイプの有機メモリーが開発されてきているが、いずれにしても最大の課題はその動作機構の不明確さと不安定性である。我々は、その中でも特に有望なタイプの有機メモリーへ焦点を絞って、動作機構を明らかにし安定に動作するデバイスを実現すべく、内部の微細構造を分子レベルで精緻に制御した“構造制御型有機メモリー”を作製しその基本的な特性を調べる。

今年度はまずメモリー候補材料の調査・検討を文献及び学会を通じて行い、いくつかの必要条件を確認した。まず電荷注入の観点からは、ある程度のホール輸送性を有しバンドギャップの比較的大きなものが有望である（ポリビニルカルバゾール系等）。また電荷蓄積の面ではバンドギャップの大きな絶縁性材料であることが必要である（ポリイミド系等）。但し、この場合は電荷注入の為の機構、例えば電極からの距離の制御が重要な要素となる。

構造制御型微粒子メモリーに関しては、基板上に微粒子膜の積層構造、単層から5層までの積層において層構造を乱すことなく形成されていることを X 線反射率により確認した。微粒子層をサンドイッチ状に挟み込む誘電体に関しては、有機溶媒が微粒子層を溶解する為に真空蒸着または非有機溶媒が望ましいことが明らかになった。シルセスキオキサンやフッ素系溶媒分散材料などに候補を絞った。

一方で、材料の選定の過程で見出した新たなホール輸送性材料、側鎖にカルバゾール基を有するセルロース骨格の新規合成高分子を用いて透明電極及びアルミニウム電極で挟み込んだ単層型デバイスを作製したところ、明確かつ安定なメモリー特性を確認することができた。これは分子構造を制御した新たなメモリー材料として期待されるばかりでなく、その材料設計の重要な指針を得る事ができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ストレージ・メモリー、微粒子、配列制御

【研究題目】金属/酸化物ナノヘテロ界面の雰囲気依存構造変化のメカニズムに関する研究

【研究代表者】香山 正憲
(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】香山 正憲、秋田 知樹、田中 真悟、前田 泰、田中 孝治 (常勤職員5名)

【研究内容】

金属ナノ粒子が酸化物など無機物質表面に接合した金属/無機ナノヘテロ界面系は、特異な化学的・電子的機能が発現し、環境触媒や電極触媒など様々な応用が期待される。当該グループは、Au/CeO₂系の電顕観察において、電子線照射や雰囲気依存した CeO₂の酸化・還

元状態に応じて Au 粒子の形状や接触角がダイナミックに変化する現象を見出だしている。本研究では、Au/CeO₂系などを対象に、電子顕微鏡観察・表面科学手法・第一原理計算の三つの連携により、雰囲気依存した担体の酸化・還元状態の変化、表面・界面ストイキオメトリや酸素空孔濃度の変動、界面の原子・電子構造やエネルギーの変化、金属ナノ粒子の形状・接触角変化、機能の変化等を明らかにし、雰囲気依存構造変化のメカニズムを解明することを目的とする。平成18年度は、電顕観察では、Au/CeO₂系の雰囲気依存構造変化について、温度上昇の効果とそれ以外の効果を明確にするため、加熱ホルダーを用いて Au/CeO₂系の Au 微粒子の挙動をその場観察した。加熱中に Au 微粒子の移動は観察されず、オストワルド成長が観察された。Au は小さくなると CeO₂基板上で平板状になる傾向が観察され、Au と CeO₂表面間の強い結合を示唆する。また、多結晶 CeO₂基板を用いた Au/CeO₂モデル試料の HAADF-STEM 観察では、Au/CeO₂界面は急峻で、優先方位関係が存在することが確認された。第一原理計算では、Au/CeO₂界面計算の準備として、CeO₂結晶（蛍石構造）の電子構造計算を試みた。平面波基底 PAW 法プログラム QMAS を用いて計算し、Ce-4f 電子の強相関挙動を扱うため LDA+U 法を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】電子顕微鏡観察、第一原理計算、表面科学手法、金属/無機ナノヘテロ界面

【研究題目】優性変異アクチンを用いたアクチンフィラメントの機構解明

【研究代表者】上田 太郎
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】上田 太郎、野口 太郎
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

アクチン・ミオシン系による力発生は、ミオシンがアクチンフィラメントと結合し、ミオシンのレバーアーム領域が角度変化することで力が発生するという「レバーアーム説」が有力である。この説によれば、アクチンフィラメントの機能はミオシンと結合してリン酸の解離を促進するとともに、それに引きつづくパワーstroークの足場を提供するだけであり、単なる受動的な構造要素にすぎないという考え方も成り立つ。しかし、化学修飾アクチンフィラメントを用いた最近の研究などから、ミオシンとアクチンフィラメントの相互作用は、力発生に不可欠な未知の現象を引き起こすことを示唆しており、その未知の現象は、アクチンフィラメントのサブユニット間の協調的な構造変化を介するものである可能性が高い。こうした現象の分子機構を解明することは、アクチン・ミオシン相互作用の重要な未解明部分に光をあてるうえで大きな意義があるのみならず、レバーアーム説を

超える新たな力発生機構の提唱につながる可能性もあり、運動タンパク質の研究における最重要なフロンティアの一つであると考えられる。そこで本応募研究課題では、われわれが新規に開発した効率的組換えアクチン発現系を利用して生成した変異組換えアクチンを様々な手法を用いて多角的に解析し、アクチンフィラメントの構造変化と、力発生におけるその動的機能を解明する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 蛋白質分子モーター、組換えタンパク質発現系

【研究題目】 転写制御タンパク質 HutP がアンチターミネーションを引き起こす生化学的、構造生物学的研究

【研究代表者】 P.K.R. Kumar

(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 P.K.R. Kumar (常勤職員1名)

【研究内容】

枯草菌の転写制御タンパク質 HutP は L-ヒスチジンオペロンの mRNA の標的配列と結合し、転写終結を解除する機構に関与する。研究代表者らは、これまでに HutP と L-ヒスチジン、2価金属イオン、標的 RNA を含めたアンチターミネーション複合体の結晶構造を決定した[Kumarevel et al., Nature, 2005]。この研究から HutP は mRNA のターミネーターに特異的に結合し、ターミネーターとして機能するステムループ構造を不安定化させ、アンチターミネーターに導くものと示唆された。この機構をより詳細に調べるため、本研究では 55-mer RNA を合成し、HutP との相互作用について生化学及び X 線結晶学を組み合わせた研究を行った。この結果、UAG 繰り返し配列がステムの5'側と3'側に2箇所あり(サイト1、サイト2)、それぞれが HutP 表面の片側と反対側に1箇所ずつ結合していることが明らかになった。研究代表者らは、HutP が mRNA 上を進行し、まずサイト1が HutP に巻きつき、次にサイト2が巻きつくことにより mRNA のステム構造が解かれアンチターミネーターに変換する機構を提案した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 転写制御タンパク質、RNA、アンチターミネーター

【研究題目】 メコンデルタの成立とカンボジア低地の古環境に関する研究

【研究代表者】 齋藤 文紀 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 齋藤 文紀、村上 文敏、田村 亨
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

メコンデルタが過去1万年の間に、どのように形成され始めて現在に至ったかを、それらを記録した堆積物の解析から総合的に明らかにすることを目的としている。

平成18年度は、メコン河において音波探査を実施し、地下地質構造を明らかにするとともに、これまでに採取した3本のボーリングコアの分析と解析を行った。この結果、ベトナム国境近くから採取したコアから8,400-8,500年前の海水準の急激な上昇に伴って海域が拡大し、8,300年前から8,000年前にベトナム国境から10-20 kmあたりまでカンボジアに海が広がったこと、8,000年前から7,000年前にかけて海水準の更なる上昇に対応してプノンベン以南の低地でマングローブが発達していたことが明らかになった。以上の解析結果から、現在のメコンデルタは、8,300年頃に成立し現在に至っていることが初めて明らかになった。また6,700年前以降は、広がっていたマングローブや沿岸湿地が突然に消失し、潮汐の影響が強かった堆積環境から河川作用が卓越する環境に変化し、現在に至っている。また完新統の下位には、潮汐の影響を強く受けた堆積物が分布しており、完新世以前の第四紀後期にもカンボジアに海域が広がっていたことが初めて確認された。

【分野名】 地質

【キーワード】 メコン河、デルタ、完新世、古環境、海面変動

【研究題目】 極地のコケに生息する低温生育性微生物の生物資源としての評価

【研究代表者】 湯本 勳

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 湯本 勳、東條 元昭 (大阪府立大学・大学院生命環境科学研究科・准教授)、
阪本 龍司 (大阪府立大学・大学院理学系研究科・准教授)、
居原 秀 (大阪府立大学・大学院理学系研究科・助教)
(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

北極から分離された土壤糸状菌の *Trichoderma* 属菌と *Pythium* 属菌について、同定と酵素産生能の調査を行った。*Trichoderma* 属菌は極地を含む世界各地に分布している。また、本属菌には有用な酵素を産生するなどの有用微生物が多く含まれており、生物資源として注目されている。*T. polysporum* は生育速度が遅い本属の1種であり、セルラーゼやペクチナーゼなどの細胞外酵素を産生することが知られている。本種のスピッツベルゲン島での分布は知られているが、北極生息性 *T. polysporum* の分子系統学的解析と生理的性状は明らかではない。そこで、ここでは2002年にスピッツベルゲン島から分離された *T. polysporum* を供試菌とし、rDNA-ITS 領域を用いた分子系統学的解析、細胞外酵素の産生能及びその一部の酵素の低温活性の調査を行った。

2002年8月、スピッツベルゲン島の Barentsburg と Longyearbyen で分離された *T. polysporum*6菌株を用

いた。これらの菌の rDNA-ITS 領域は、既存の *T. polysporum* と高い相同性 (>97 %) を示した。次に、酵素産生能を調査したところ、テンサイ抽出液体培地上でキシラナーゼとポリガラクトナーゼを産生した。これらのうちポリガラクトナーゼを精製し、その温度別活性を検討した。その結果、40 °Cにおいて最大活性を示し、0 °Cにおいても最大活性の47 %の活性を有した。

これらの結果から、スピッツベルゲン島に分布する *T. polysporum* の種同定が分子遺伝学的に確認された。また、北極生息性 *T. polysporum* が低温活性酵素を産生していることが明らかとなり、北極生息性 *T. polysporum* の生物資源として利用の可能性が示された。

上述の実験に加え、グリーンランドのコケから分離された土壌糸状菌の同定を試み、*Pythium* 属菌の1種と同定した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 極地、低温性微生物、植物病原菌、凍結耐性、*Trichoderma* 属菌、*Pythium* 属菌

【研究題目】 記憶と情動の関係における海馬－扁桃体－前頭前野回路機能の研究

【研究代表者】 瀧田 正寿 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 瀧田 正寿 (常勤職員1名)

【研究内容】

ラットの作業記憶と情動記憶における、海馬、扁桃体、前頭前野間の神経回路の役割を比較することが研究目的である。神経連絡を特異的に損傷するイボテン酸を脳半球非対称性に2脳部位へ注入することにより、非損傷側に残る脳領域機能が行動を機能補償しつつも、その領域間の機能的連絡を遮断することができる。この操作を用いて、神経連絡が主に同側性である海馬－扁桃体間、海馬－前頭前野間、扁桃体－前頭前野間を対象として、遅延選択反応と条件性恐怖反応へ及ぶ効果と、両側の海馬、扁桃体、前頭前野を対象に、領域の個別損傷の効果を比較して、機能的連絡と領域機能の関係を解析した。また、遅延選択反応と条件性恐怖反応に伴う海馬－扁桃体間、海馬－前頭前野間、扁桃体－前頭前野間神経回路の伝達効率の調節を、一領域の電気刺激に応答する他領域の神経活動反応より解析した。

背側と腹側海馬－前頭前野路に存在する異なる2つの電気生理的特性がシナプスの長期増強の同期を介して相互作用すること、そして、その電気生理的特性差がGABA神経を含むフィードフォワード抑制構造の有無である可能性を紙上发表した。また、遅延課題と条件性恐怖の記憶に関係する海馬－扁桃体間、海馬－前頭前野間、扁桃体－前頭前野間の神経回路機能について研究成果の発表準備を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 学習、記憶、情動、海馬、扁桃体、前頭

前野、神経可塑性

【研究題目】 大規模波動によって生じる土砂移動の現地調査と水理実験に基づく検証

【研究代表者】 七山 太 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 七山 太 (常勤職員1名)

【研究内容】

本邦の沿岸沖積低地において、古津波や台風等の大規模波浪に伴う土砂移動の事例を詳細に調査し、大規模波動に伴う沿岸浸食や陸上及び浅海底への土砂移動の輸送プロセスのモデル化を目的として、3ヶ年計画で本研究計画を行っている。最終年度は厚岸町床潭沼において氷上ボーリングを実施し、以下の3点を明確にすることが出来た。(1) 今回、Ko-c1 (1856年) と Ta-a 火山灰層 (1739年) 間に津波痕跡 (Tks1) を認識することが出来た。これは厚岸町国泰寺の日鑑記に記述されていた道東最古の地震津波記録である1843年 (天保十四年) の大津波の痕跡を示す可能性が高い。(2) Ta-b 火山灰層 (1667年) の下位に3層の津波痕跡 (Tks2、Tks3、Tks4) を認識することが出来た。これらは国泰寺トレンチ (添田ほか、2004) において記載された、Aks1 (17世紀)、Ak2s (13世紀)、Aks3 (7~8世紀) イベントに対比可能である。(3) Tks4 (7~8世紀) の津波痕跡の基底に土石流堆積物の存在が明らかになった。この発生年代は津波と同じ7~8世紀であることから、巨大地震によってピリカウタ地すべりが発生し、その後津波堆積物に被われたと解釈することが可能であろう。7~8世紀に巨大津波の要因となった大地震の証拠が認められたことは特筆される。

【分野名】 地質

【キーワード】 厚岸町、床潭沼、巨大津波、津波堆積物、古地震学、千島海溝

【研究題目】 新規ストレスマーカーを用いたタバコ煙のストレス要因としての研究

【研究代表者】 吉田 康一

(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】 吉田 康一、斎藤 芳郎、二木 鋭雄 (常勤職員3名)

【研究内容】

本研究では、喫煙を生体に対する酸化障害ととらえ、分子から細胞、動物レベルにわたりその影響を検討する。最終的には人間工学的手法により精神的ストレスと喫煙との関係解明を目指すための科学的基盤を確立することを目標とした。以下概要を報告する。

① 基礎実験によるタバコ煙反応性の解明とマーカーの同定

タバコ煙のオキシダントとしての特性を主に脂質の過酸化により評価した。生体脂質のモデル化合物を用

いて抗酸化物質の代謝体に関する知見を得た。

② タバコ煙による動物への障害

すでに構築した酸化ストレスマーカーである総合的ヒドロキシリノール酸 (tHODE) 及びイソプロスタノ分析法を用いて生体中での各種ストレス毒性を追跡した。一方で、独自のタバコ煙付加実験装置を作製し、実験動物によってタバコ煙の生体影響を評価した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タバコ煙、酸化ストレス、バイオマーカー

【研究題目】 微小流路内における微小生体組織単体の操作・加工に関する研究

【研究代表者】 谷川 民生 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 谷川 民生 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、微小流路内といった閉鎖系において、細胞といった生体材料の個別操作及び加工に伴う作業に係る基礎的手法の確立を目標としている。

微小流路内の閉空間で物理的な操作、加工を実現する際に、細胞の物理特性を把握することは重要と考え、評価システムとして、微小力センサをマイクロマンピュレータ先端部指先に設置し、数ナニュートンの力計測を可能とする細胞特性評価用微小力計測システムを構築した。微小力センサは MEMS 技術を利用しシリコンウェハー上に形成されたひずみ抵抗の抵抗変化により計測する。特に細胞といった液中の対象物の力計測となることから、電気系に対し、水の影響が無いようなコネクタ部分の防水化が求められる。力分解能としては、実測で数百ナニュートンの力計測が可能であった。マイクロマンピュレータは細胞の姿勢を含む操作が可能であるため、AFM で計測するような単一方向のみの物理特性だけではなく、様々な方向からの特性を計測することが出来る。一方、計測システムに細胞単体を安定に搬送可能とする微小流路系を利用した搬送システムの構築を行った。主に細胞単体を安定に希望の位置に搬送するための厳密な流れの制御を実現するための流路設計技術、細胞が流れのよどみにトラップされることの無いようなジョイントの形状設計、さらには細胞を微小流路系内に安定に導入する技術の確立を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス、ライフサイエンス

【キーワード】 細胞操作、マイクロマンピュレーション、微小流路、微小力センサ

【研究題目】 基板表面への生体関連物質の効率的固定化法の開発とその応用

【研究代表者】 小松 康雄

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 小松 康雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

オリゴヌクレオチドの末端をアミノ化する試薬において、現在使用されている試薬よりも高い反応性を有し、かつ合成されたオリゴヌクレオチドを効率的に精製する新規な試薬を開発する。これにより、DNA チップなどの遺伝子解析技術の精度の向上に役立たせる。

研究計画：

平成17年度に開発したアミノ化試薬に関して、その高い反応性の解明を行う。さらに高純度精製を可能とするために保護基の改良を進め、実際に DNA チップを作製して性能を評価する。

年度進捗状況：

芳香族基とアミノ基が隣接したタイプのアミノ化試薬のナフチルメトキシ基を、メトキシ基、メチル基、水素原子に置換した誘導体を合成し、それらを導入されたオリゴを合成した。このアミノ化オリゴを用いた標識実験の結果、置換基が嵩高いほど高い反応性を示し、アミノエチルカルバメート結合が高い反応性の原因であることを明らかにした。

前年度、アミノ基の保護基として用いていたトリフルオロアセチル基をモノメトキシトリチル (MMT) 基に換えたアミノ化試薬を合成した。アミノエチルカルバメート結合のアミノ基に結合した MMT 基は、1 %酢酸という弱い酸性条件下でも、すばやく脱保護されることを明らかにした。この性質によってオリゴの簡易精製が、より迅速に行えることになった。

続いて、新規なアミノ化オリゴを基板上に固定化した DNA チップを作製し、DNA チップとしての性能を評価した。この DNA チップが、従来の試薬を用いた場合と同様かそれ以上のシグナル強度を示すことを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 オリゴヌクレオチド、アミノ基、DNA チップ、遺伝子解析、核酸、DNA

【研究題目】 パラメトリック誘導ラマン散乱法による超短レーザーパルスの生成に関する研究

【研究代表者】 高橋 栄一 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 高橋 栄一 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、超短レーザーパルス形成法の1つとして注目されているパラメトリック誘導ラマン散乱法において、高次ストークス光を形成することによるスペクトル幅の拡大、並びにそれに伴う分子の回転に起因する強い分極波の形成を実証することを目標としている。そのため、本技術の問題点と考えられているレーザー光の回折による高次ストークス光形成の阻害効果を、石英キャピラリーを用いることにより抑制する実験を行った。液体窒素温度に冷却した石英キャピラリー内の重水素に波

長248 nm と249 nm の2色のレーザー光を入射することによってその回転遷移 $S(0)$ を励起した。その結果、理論的に予測される高次ストークス光の次数とほぼ一致する50次に及ぶ高次ストークス光の形成に成功した。単一のラマン分極から生成された次数としては世界最高次数である。この高次ストークス光群に対して理想的な分散補償を行うことができれば5 fs 程度の超短パルスレーザー光を形成できると期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 超短パルスレーザー、誘導ラマン散乱、パラメトリック散乱

【研究題目】 不凍糖タンパク質による水の結晶化抑制機構の分子動力学研究

【研究代表者】 灘 浩樹（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 灘 浩樹（常勤職員1名）

【研究内容】

極域生物の体内にて生成される特殊なタンパク質（不凍タンパク質や不凍糖タンパク質）が体液の凍結を抑制する機構を分子レベルで解明し、その機構を環境・エネルギー分野における水の凍結防止技術へ応用することを目的として、不凍糖タンパク質による水の結晶化抑制機構を分子動力学シミュレーションにより調べた。本年度は、不凍タンパク質分子が氷界面へ吸着した氷-水界面の分子動力学シミュレーションを実施し、界面における氷の成長抑制機構を解析した。その結果、ピラミッド方位の界面に不凍タンパク質が吸着すると強い成長抑制が起こるといふ実験結果と定性的に一致する結果が得られた。詳しい解析の結果、成長抑制の要因はピラミッド界面に安定配置した不凍タンパク質周辺に成長する氷の局所的融点降下によるものであることがわかった。また、不凍タンパク質の形状とピラミッド界面の分子配列構造とのマッチングや相互作用特性を解析し、不凍タンパク質の吸着により氷のピラミッド面方向だけが成長抑制される理由、氷の成長抑制を起こすタンパク質の構造条件などを検討した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 不凍タンパク質、不凍水、結晶成長、氷、分子動力学

【研究題目】 電子・イオン多重同時画像計測法によるサイズ選択クラスタの電子状態・構造解析

【研究代表者】 齋藤 則生（計測標準研究部門）

【研究担当者】 齋藤 則生、加藤 昌弘、森下 雄一郎（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

目標：

電子・イオン多重同時画像計測法をサイズ選択クラスタの電子状態と局所的サブナノ構造を解析する手段と

して確立することを目標とする。

研究計画：

光電子-イオン同時計測運動量分光法を、クラスタ発生装置と組み合わせ、サイズを選択したクラスタの内殻吸収スペクトルと内殻光電子回折実験を行う。

進捗状況：

希ガスクラスタを効率よく作成するためにクラスタ発生装置を作成した。このクラスタ発生装置を、電子・イオン同時3次元運動量計測装置に取り付け、サイズを選択したクラスタの脱励起過程を調べた。

Ar ダイマーを生成し、Ar2p 電子をイオン化し、アルゴンダイマーの内殻2p 軌道にホールを生成させる。この後に、放出される電子のエネルギーと生成イオンペアとの同時計測を行い、サイズを選択した、光電子分光の測定に成功した。Ar+イオン及び Ar++イオンと同時計測した光電子のエネルギー測定により、内殻ホール生成後に起きる電子間クーロン脱励起過程(ICD)の観測に初めて成功した。ICD 過程とは、励起種が、余剰エネルギーを近くに存在する原子等に移動させ、その原子等の外殻電子を効率よく放出させることができる過程を言う。また、Ar トライマーから生成する三つの Ar+イオンと同時に電子のエネルギーを計測し、Ar トライマーにおいても、ICD が生じていることを見出した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 クラスタ、構造解析、軟 X 線、内殻軌道電子

【研究題目】 プロトン拡散速度の赤外分光計測手法の開発と硫酸水素セシウム結晶多形への適用

【研究代表者】 山脇 浩（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 山脇 浩（常勤職員1名）

【研究内容】

赤外分光を用いたプロトン拡散速度の計測手法を開発する。その手法を用いて、代表的なプロトン伝導体である硫酸水素セシウム (CsHSO_4) 等の温度・圧力等により出現する様々な結晶多形のプロトン拡散速度を測定し、その構造との相関関係を明らかにすることを目的とする。水素イオンと重水素イオンの相互拡散過程における O-H、O-D 結合の空間分布の経時変化を赤外分光測定により追跡することで相互拡散係数を求めることを計画し、今年度は、温度・圧力による相状態の確認、測定条件・解析方法の改善を行い、 CsHSO_4 のプロトン拡散係数の圧力依存性を測定した。

まず、赤外及び Raman 散乱分光により CsHSO_4 及び CsDSO_4 の相変化を調べた。その結果、 CsHSO_4 、 CsDSO_4 共に温度100℃における高圧下において HPHT1、HPHT2相が出現することを見出した。昨年度において高圧下でも計測可能な赤外分光セルを整備したので、今年度は水素結合ネットワークの変化にともなう拡散係数

の変化を明らかにするために、CsHSO₄とCsDSO₄の相互拡散係数の圧力依存性を求めた。前述のHPHT1、HPHT2相も含む3 GPa までの圧力範囲で100 °Cでの拡散係数を赤外マッピング測定から求めた。II相においては圧力変化はほとんど無いが、1.5 GPaでHPHT1相に転移すると拡散係数が減少し、HPHT2相でも同程度の低い拡散係数を示すことが明らかとなった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 イオン結晶、プロトン拡散、赤外計測

【研究題目】 イオンチャンネル機能を持つ無機-有機複合膜の構築

【研究代表者】 田中 睦生 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 田中 睦生 (常勤職員1名)

【研究内容】

細胞膜には、トランスポーター、チャンネル、レセプター機能を持つ種々の膜タンパク質が埋め込まれており、細胞内外の情報を認識して応答し、種々の物質の出し入れを行うことによって生体の維持に貢献している。本研究では、細胞膜におけるイオンチャンネル同様なチャンネルによるイオン透過機能を有する膜を、有機薄膜で修飾した無機多孔質膜にクラウンエーテル誘導体やカリックス誘導体イオノフォアを埋め込んだ無機-有機複合膜で構築することを目標としている。本研究においてチャンネルに基づくイオン透過性膜構築を実現し、薄膜構造とチャンネル機能発現の相関を体系化することにより、種々のデバイスに利用する情報変換素子開発に資することができる。さらには、チャンネル機能発現に求められる膜構造の最適化によって、膜タンパク質の機能解析において膜タンパク質を埋め込む再構築膜に必須である脂質膜の代替膜開発へと展開できると考えている。

本年度は、無機多孔質膜を修飾する有機薄膜構成分子を合成して有機薄膜修飾無機多孔質膜を構築し、前年度までに合成したクラウンエーテル誘導体やカリックス誘導体イオノフォアを有機薄膜修飾無機多孔質膜に埋め込んでイオンチャンネル機能発現の有無を検討した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イオンチャンネル、クラウンエーテル、カリックス、有機-無機複合膜

【研究題目】 脂質膜を安定に保持するブレンド型SAM膜の構築

【研究代表者】 芝上 基成 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 行方 昌人、三由 伸

(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

当研究課題の主たる目的は、親水性のオリゴマーまたはオリゴマーと疎水性の脂質部位から構成されるリポオリゴマーを構成分子とする自己組織化膜を無機基板上に構築し、この上に脂質膜を安定に固定することである。

昨年度合成スキームを完了したアミノ環状脂質と末端に活性エステル基を持つオリゴエチレングリコールを反応させ、さらにオリゴエチレングリコールのもう一方の末端にチオール基を導入した。得られたリポオリゴマーとメルカプトエタノールから構成される自己組織化膜を金基板上に構築した。続いて得られた自己組織化膜の脂質膜保持能を水晶振動子センサーで評価を行った。その結果、リポオリゴマーとメルカプトエタノールの割合が2:98の時に最も再現性よく脂質膜を保持できることが示唆された。一方、アミノ環状脂質のリファレンスとして、末端にアミノ基を持つ二本鎖脂質を新たに合成し、これを脂質部位として持つ二本鎖型のリポオリゴマーを合成し、同様に脂質膜固定化能を水晶振動子センサーで評価を行ったところ、周波数低下量は環状脂質型のリポオリゴマーのそれよりも大きいことが判明した。一般的に周波数低下量は水晶振動子(すなわち金基板)上に付加した物質の重量に比例するが、今回得られた結果は、二本鎖脂質型リポオリゴマーを含む自己組織化膜上には、脂質膜を多層膜として付加しやすい傾向がある一方、環状脂質型リポオリゴマーを含む自己組織化膜上には、脂質膜を、より生体膜に近い単層膜として付加しやすい傾向があることを示唆しているものと考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 自己組織化膜、脂質膜、リポオリゴマー

【研究題目】 水中有機合成用新規耐水性ミセル型触媒の開発

【研究代表者】 藤田 賢一 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 村木 孝仁 (常勤職員1名)

【研究内容】

ポリ(アリアルエーテル)デンドロンを有するデンドリマー型2,2'-ビピリジン配位子とトリフルオロメタンスルホン酸銅(II)(銅トリフラート)より調製されるデンドリマー型銅トリフラート触媒を用いMannich型反応や α -アミノリン酸合成等の三成分縮合反応を行い、この触媒活性やリサイクル可能性について検証した。

その結果有機溶媒中よりも水中で行うことにより、収率が向上することが分かった。本結果は、デンドロン骨格が水中では疎水性反応場として働き、立体的に空いているデンドリマーコア部の近傍で有機反応が促進されたためと思われ、これより水中での有機合成における、デンドリマー内部の疎水性反応場としての有効性が明らかになった。

そこでミセル型触媒の開発を目指し、デンドリマー型ビピリジン配位子の最外殻にトリエチレングリコール基を導入した両親媒性層ブロックデンドリマー固定型ビピリジン配位子より調製されるデンドリマー固定型銅触媒を用い水中で α -アミノリン酸合成を行ったところ、トリエチレングリコール基の導入によりデンドリマー型触媒は水に溶解し、水中での有機合成に適した新規触媒設

計指針を示すことができた。

さらにアミノリン酸合成において反応液の再沈澱により触媒のリサイクルについて検討ところ、回収したデンドリマー型触媒の失活は見られず、デンドリマーのポリマーとしての特徴に基づくリサイクル可能性も明らかになった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ミセル、均一系触媒、触媒プロセス

【研究題目】 細胞培養デバイスによる複合多糖類の生物活性など機能評価技術の開発

【研究代表者】 福岡 聡（健康工学研究センター）

【研究担当者】 福岡 聡（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、細胞を用いる生物活性の簡易評価技術の開発を目的としている。これまでに、生物活性評価のモデル実験に用いる物質として、脂肪酸数など系統的な高純度試料を、微生物の中でも多彩な生物活性を示す *Erwinia* 菌のリポ多糖に着目し、その活性本体であるビスリン酸リポド A を分離・精製した。リポド A が示す生物活性の中で、サイトカイン類の生産を検討した。その結果、ラットの白色脂肪細胞が活性評価に有用であり、また、サイトカイン生産活性はリポド A の脂肪酸数により異なることが分かった。免疫関連タンパク質の生産は、他の糖化合物の機能に関しても、重要な評価指標になると考えられる。

平成18年度は、白色脂肪細胞を用いてリポド A の生物活性測定及び抑制法を検討した。活性の抑制技術の開発は、細菌感染症の治療や予防に向けた基盤技術として重要である。抗菌剤として膜結合性のペプチド系のマガニン2に着目し、リポド A に作用させたときのリポド A 膜の高次構造変化や生物活性への影響を調べた。その結果 TNF- α の生産量低下が認められた。リポド A 膜の X 線解析や物性測定の結果などから、ペプチドは膜の内部に入り込み高次構造を変化させると考えられた。このことから、高次構造変化が生物活性の発現及び抑制の主要因と推測される。また、白色脂肪細胞による活性評価用の試料として、機能性糖鎖の候補となる微生物オリゴ糖や複合糖を調製し、質量分析法などにより構造解析した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生物活性、リポド A、細胞、サイトカイン

【研究題目】 多自由度マニピュレータのための人工筋肉の加工・制御方法の研究

【研究代表者】 中坊 嘉宏（知能システム研究部門）

【研究担当者】 中坊 嘉宏（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、多自由度マニピュレーションのための人

工筋肉の形状加工、成型技術の確立、及び制御アルゴリズムによる動的応答の制御と新たな制御回路手法の開発を行う。すなわち(1)従来よりも自由な人工筋肉の形状と屈曲を実現し、発生力と強度の向上、形状の安定化を目指す。また、(2)動的応答のモデリングを行って制御アルゴリズムを適用、新たな制御駆動方式を導入し、屈曲応答の非線形性を改善して応答性能の向上を図る。これにより、既に確立した視覚フィードバック技術と組み合わせ高精度な位置決め制御を実現する。

平成18年度は、実際のマニピュレータ製作の前段階にあたる、制御回路の設計、制御方法の検討、さらに制御電圧等を考慮した分布常数系の屈曲形状のシミュレーションまでを実現した。

制御回路については小型化、システムモジュール化のための3位相の位相ずらし回路による制御を提案した。また IPMC の電気インピーダンスについて、分布常数系を用いたモデル化と、測定結果に基づく評価を行った。さらに異なるイオンを用いた時の電気インピーダンスの変化についてもモデル化を行った。以上の結果から、制御のために IPMC に供給する電圧と、実際の屈曲に寄与する電流との関係が明らかになった。今後、マニピュレータとして自由に屈曲をコントロールするためには、今回のモデルに基づく制御方法についての研究が新たに必要と考えられる。また派生して、IPMC が備える適度な電気インピーダンスと屈曲アクチュエータとしての性質の両方を利用した新しいアンテナシステムを提案し、特許化した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 人工筋肉、高分子アクチュエータ、イオン導電性ポリマー、柔軟アクチュエータ

【研究題目】 レーザ光を用いた非球状マイクロ物質の非接触3次元姿勢操作・加工の研究

【研究代表者】 田中 芳夫（健康工学研究センター）

【研究担当者】 田中 芳夫、平野 研
（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究では、光学的干渉のない複数レーザービームによるレーザーマニピュレーションと画像処理による被操作対象物の形状や大きさなどの特徴パラメータの実時間抽出技術の統合により、非接触で非球状マイクロ物質の位置と姿勢の3次元操作や特定部位への穴あけマイクロ加工などの行えるマイクロ操作・加工手法に係わる基盤技術を開発する。これにより、顕微熟練作業の自動化やナノ・マイクロデバイス組立分野への適用可能性を検討する。

平成18年度は以下のような結果を得た。

1. 非球状物質の3次元姿勢操作として、ガラス質の殻を有する大きさが数ミクロンから十数ミクロンの珪藻を対象に、(1)3ビーム光ピンセット法による光軸方向

の傾き角制御、(2) 走査型マニピュレーション法による3次元の回転と並進運動の制御、(3) 走査型の走査方向と長さのリアルタイムでの変更によって生じる「てこの効果」を利用した動的3次元姿勢制御の3つの操作法を提案した。これら方法により、珪藻の立面、側面、正面の3方向からの観察や3次元姿勢制御が可能となるなど、提案した3次元操作法の有効性を実証した。

2. 時分割光ピンセット法の3次元操作への有効性を検証するため、レーザー光の光軸方向の焦点位置をパソコンでリアルタイム制御できる機構と光学系を設計し、ガルバノミラーで直接 XY 軸制御する光学系と組み合わせることで、3次元空間においてレーザー光焦点位置をリアルタイム制御できる光ピンセット系を構築した。本システムにより、1ビームのレーザー光で複数微粒子の同時捕捉と光軸方向への移動が可能となった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 光ピンセット、レーザーマニピュレーション、マイクロ操作

【研究題目】 力学モデルをベースとした動作推論手法による人間行動におけるリスク事象予測

【研究代表者】 松本 治 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 山田 陽滋、朴 雲埴
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では、人間行動におけるリスク事象を予測するため、人間の力学モデルをベースにした動作予測に確率論に基づく動作推論手法を融合したリスク予測手法を提案し、人間搭載型センサシステムを用いた転倒予測実験により、その有効性を実証することを目的としている。

平成18年度は、①転倒予測のために必要なセンサ配置の最適化に関する検討、②小型軽量かつ無線の人間搭載型センサシステムの開発、③福祉機器(歩行器)使用時における上記センサシステムを用いた転倒防止技術の実証に関する研究を行った。まず、対象とする転倒現象を、転倒事故が多数報告されている歩行器使用中の転倒に限定し研究を進めた。歩行器は通常両腕を伸ばして使用することが多いため、転倒を判別する指標となる人間の重心位置推定には、両腕、胴体、両大腿部、両下腿部の合計7箇所センサを配置すれば良いことが分かった。センサシステムは、小型の加速度計、レートジャイロ、磁気センサが2 cm 角でパッケージされた安価な3D モーションセンサを7個使用し、信号処理用ボードパソコンを搭載した人間搭載型センサシステムを構築した。転倒予測については、前年度検討を行った隠れマルコフモデル(HMM)を使用したデータ処理系をベースに改良を加えたものに、開発したセンサシステムの信号から算出した重心位置・絶対速度・移動方向の3つのセンサ信号を入力し学習を行うことにより、転倒に向かう危険な状態と安全な状態を時々刻々判定するアルゴリズムを構築

し、転倒危険性が高いと判断した場合はビーブ音にて使用者に警告を発するシステムを開発した。この人間搭載型転倒予測システムを装着した歩行器使用時の転倒予測実験を行い、信頼性や転倒のバリエーションへの対応については今後の検討課題であるものの、転倒状態に陥る前にその予測が可能であることを確認した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 隠れマルコフモデル(HMM)、転倒予測、動作解析、運動計測、福祉機器

【研究題目】 超低エネルギーイオン注入による半導体極浅ドーピング技術の開発

【研究代表者】 山本 和弘

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 山本 和弘、井藤 浩志
(常勤職員2名)

【研究内容】

シリコン半導体デバイスの高集積化に伴い急峻にドーピングされた極浅接合の形成が必要である。2014年にはドーパントプロファイルの厚さはおよそ10 nmになるとされている。従来では数MeV~数十keVのイオンエネルギーを用いたイオン注入法が用いられている。しかし、この方法ではシリコン結晶中に多量の原子空孔及び格子間原子がなだれ現象的に形成されてしまい、ターゲットであるシリコン半導体の結晶性が著しく劣化する。結晶性の回復と導入したドーパントの活性化のためには熱処理が必要であるが、ドーパントの拡散が生じて極浅ドーピングプロファイルを保つことが困難となる。本研究では、上記問題を解決するために1 keV以下の超低エネルギーイオンを用いた超低エネルギーイオン注入技術を開発した。シリコン半導体においてボロンはp型の一般的なドーパントであり、原子半径が小さいためにシリコン結晶中を拡散しやすい元素であるため、ボロンについて検討を行った。ボロンソースとして3フッ化ボロンを用いて11B+を単結晶シリコンに注入した。イオンエネルギー、ドーズ量、照射ターゲット温度などの照射条件の最適化を検討した。その結果、ドーズ量及び照射ターゲット温度の増加とともにシート抵抗は減少し、照射ターゲット温度800 °Cでイオン照射した場合、イオンエネルギーが300 eVの時にシート抵抗が最小値2.8 kΩ/□まで減少した。このときの移動度は87を示した。2次イオン質量分析法を用いて深さ方向のボロンの分布を解析した結果、10 nm以下の領域にボロンが導入されていることが明らかになった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 イオン注入、シリコン、ボロン、超低エネルギー、極浅接合

【研究題目】 二溶液モールド法による高規則性微粒子集積体パターンの自己組織化形成

〔研究代表者〕 増田 佳丈

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 増田 佳丈 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

粒子によるフォトニック結晶デバイス実現の為に、コロイド結晶の構造制御技術が不可欠である。本研究では、自己組織化を利用することにより、コロイド結晶の2次元パターンニング、粒子球状集積体の形成、粒子球状集積体の2次元パターンニングを実現することを目的とする。

粒子球状集積体については、疎水性 SAM 上に SiO_2 粒子分散溶液を滴下し、ヘキサシラン中に浸漬するプロセスを検討した。その結果、水が外相のヘキサシラン中に溶解することにより、コロイド液滴を収縮させ、3, 5, 6, 8個といった少ない粒子数の粒子クラスターから、数百個、数千個におよぶ粒子数の粒子球状集積体まで作製することに成功した。

粒子球状集積体のマイクロパターンニングについては、 SiO_2 粒子分散エタノールを、疎水性領域と親水性領域を有するパターン化 SAM 上に滴下し、デカリン中に浸漬するプロセスを検討した。その結果、親水性領域に沿って形成したコロイド溶液の収縮を用いることにより、親水性領域に沿って、粒子球状集積体パターンを形成することに成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 コロイド結晶、液相パターンニング、自己組織化、微細構造形成、フォトニック結晶

〔研究題目〕 運動時足底部形状の計測に基づくインソール設計指針に関する研究

〔研究代表者〕 河内 まき子

(デジタルヒューマン研究センター)

〔研究担当者〕 持丸 正明、木村 誠、本村 陽一

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

歩行時の足部形状変化を明らかにすることによって足と靴の適合性を向上させる手段であるインソールの設計指針を取得することを目的とする。平成18年度は以下の研究を行った。1) 平成17年度に作成した歩行路のガラス板の下に床反力を測るセンサーを設置した。2) 成人男女45名について、右足のボール断面、インステップ(足長の50%位置)、舟状骨の最内側突出点、外果後縁のすぐ後方をとおる足軸に直交する垂直断面に色の異なる化粧用ペンで線をひき、歩行して右足がガラス板にのったときの足底面画像をビデオ撮影(120 Hz)するとともに、断面形状を4次元計測装置で計測し(14 Hz)、床反力を計測した(200 Hz)。3) 両足均等荷重で両足を少し開いた立位、床反力の1回目のピーク時、床反力の2つのピーク間の谷間時のデータを比較した。この結

果、歩行時の足は以下のように変形することがわかった：(1) ピーク1までは内側長が伸び、インステップ幅が大きく増加する。(2) ピーク間の谷間までこの変化が続き、ボール幅も増加する。(3) 外側長の変化はあったとしても計測誤差と比べると小さい。(4) 踏まずの高さはピーク1以後低下する。4) 同じ型番のウォーキングシューズ4足それぞれに形状が異なるインソールを入れて、評価グリッドによる評価を行い、履き心地の評価構造を検討した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス、ライフサイエンス

〔キーワード〕 3次元形状、変形、4次元計測、土踏まず

〔研究題目〕 シグナル分子の抗体と阻害剤の開発と機能解明

〔研究代表者〕 齊田 要 (バイオニクス研究センター)

〔研究担当者〕 齊田 要 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

ほ乳類ゲノムの解析からシグナル分子であるペプチドホルモン(ET-2/VIC)を発見して、その構造と機能の解析を行ってきた。生物活性として、血圧上昇、腸管平滑筋の収縮活性、等、多彩な機能を持つ。基本(物質)特許は実用化され、化学合成ホルモン(ペプチド)が販売されている。遺伝子の発現解析により、乳腺や脳下垂体や皮膚においてペプチド遺伝子の発現や(BBRC'02a, BBRC'02b)、受容体の遺伝子発現も見出した(BBRC'03)。しかしながら、ET-2/VICは、活性ペプチドET-1とアミノ酸配列が酷似しているために、特異性高い抗体が開発できていない。ET-1に関しては、精力的な研究が国内外で行われているが、ET-2/VICに関しては、特異性高い抗体が無い為に、研究の進展は遅々としている。本年度は、(1) ペプチドのアミノ酸配列の差を識別するための新しい抗原分子を合成した。これをラビットに免疫し、抗体価の上昇した抗血清を取得した。抗血清から特異的抗体を取得するために種々の精製法を試み、ET-2/VICに特異性が見られた抗体を取得した。この抗体を用いて、動物の組織において、本ペプチドの特異的検出や局在を解析した所、皮膚や皮膚細胞やPC12細胞において、ペプチドの発現が検出できた。げっ歯類VICに対する活性が高く、ヒトET-2に対する活性は低かった。よってこの抗体は、げっ歯類に有効と思われた。(2) ET-2/VICの機能を細胞レベルで解析するためには、特異的に遺伝子発現を抑制する方法の確立が重要である。ET-2/VICのsiRNAを取得するために、ET-2/VICのcDNAを種々のソフトで解析して、siRNAの候補に成り得るdsRNAを数種合成した。そのdsRNAのmRNA発現を抑制する活性を測定した所、若干の発現低下は見られたが、本遺伝子の発現抑制活性は不十分であった。より高効率で遺伝子発現を抑制できるsiRNAを設計・合成できれば、ET-2/VICの遺伝子

発現の生物（生理）機能が解析できる。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 バイオテクノロジー、遺伝子発現、ペプチド、抗体、阻害剤

〔研究 題目〕 アークア由来超耐熱性セルラーゼの機能解析と高機能化

〔研究代表者〕 石川 一彦

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 石川 一彦 (常勤職員1名)

〔研究 内容〕

本研究では、膜結合性超耐熱性セルラーゼ、及び、その中に存在する機能未知蛋白質ドメインの機能と役割を解明し、他のセルラーゼとの構造機能を比較検討することで、アークア由来のセルラーゼの進化過程を解析し、より高い機能を有する酵素への改良を行う。

(1) セルラーゼ遺伝子の解析と生産性の改良

超好熱性アークアが生産する超耐熱性セルラーゼ遺伝子をゲノムから抽出し、大腸菌を使用して、その発現生産量を調べる。本酵素は、膜結合蛋白質であると考えられるため大腸菌で発現生産した場合、そのほとんどの酵素は封入体として沈殿し、一部の酵素だけが活性を有した状態で溶液中に生産される。そこで、この活性型酵素を精製し、その構造及び分子サイズを解析して、全ての酵素蛋白質が可溶化するように構造遺伝子部分の改良を行った。その結果、活性に不必要な膜結合部位を全て改変除去することで、膜結合型セルラーゼを全て低分子性の高効率分泌型セルラーゼに改良することに成功した。

(2) セルラーゼの高機能化

超耐熱性セルラーゼを、蛋白質モデリングの技術を使い高機能化することを目的とする。本超耐熱性セルラーゼには、従来のセルラーゼ酵素に一般的に見られるセルロース基質結合部位が見られない。そのため、他のセルラーゼと比較して結晶セルロースに対する加水分解活性は弱いと考えられている。そこで、基質結合部位を遺伝子操作で導入することにより本酵素の機能向上を試みる。活性の指標としては、結晶セルロースを基質として用い、これらに対する活性が最も大きい酵素の選択をしていく。現時点で、アークアからセルロース結合蛋白質の存在が確認されていないために、耐熱性があるセルロース基質結合部位を得ることができない。そこで、超好熱性古細菌から発見された超耐熱性キチン分解酵素に存在するキチン結合部位の利用を試みた。その結果、キチン結合部位を超耐熱性セルラーゼ遺伝子部位の最適位置に組み込むことで、本酵素の活性を2倍に増大させることに成功した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 アークア、バイオマス、耐熱性酵素、セルラーゼ

〔研究 題目〕 局所不変特微量を用いた画像の対応付けに関する研究

〔研究代表者〕 市村 直幸 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 市村 直幸 (常勤職員1名)

〔研究 内容〕

目標：

本課題では、コンピュータビジョンの基盤的技術として重要な画像の対応付けについての研究を行う。特に、局所不変特微量を用いたアプローチにおいて、次の2点を主たる課題として研究開発を行う：(1) 局所不変特微量による対応付け結果からの物体の切り出し (セグメンテーション)、(2) 局所不変特微量の判別性の向上。前者では、シーン内に複数の認識対象物体が存在する場合、局所的な特徴の対応付け結果から、個々の物体の対応点を分離するアルゴリズムの開発を目的とする。後者では、新しい局所領域の設定方法や記述子の開発を行いつつ、どのような特微量が不変性と判別性を両立するに適合しているかを検討することを目的とする。

研究計画：

本年度においては、大きく次の2つの課題に関する基礎的な検討を行う：(1) 大局的な拘束の計算に基づく対応付け結果からの物体の切り出し、(2) 輝度勾配の方向ヒストグラムに基づく局所不変特微量の開発。前者では、特微量から得られる対応点の集合が満たす大局的な拘束 (射影変換) の計算と同時に、それを満たす対応点のみを切り出すモデルパラメータの推定方法の研究開発を行う。また、後者では、記述子として輝度勾配の方向ヒストグラムを用いた新しい局所不変特微量の開発を試みる。年度進捗状況：

大局的な拘束の計算に基づく対応付け結果からの物体の切り出しに関しては、まず、記述子間の距離尺度の比に基づく誤対応除去方法において、適応的にしきい値を変化させる方法を提案し、その有効性を確認した。また、全ての対応点から1つの物体に対する画像間の射影変換を求め、対応点の切り出しを行う際、生じ得ない物体の見え方に対応する射影変換を除去し、計算の精度及び効率を向上させる方法を提案した。これらの手法を用いたアルゴリズムを映像内の広告看板の認識に適用し、その成果を国際会議において発表している。新しい局所不変特微量の開発に関しては、今後の研究方向の指針を得ることを主たる目標とし、DoG filter, Harris detector, Hessian matrix 等に基づく種々の局所領域抽出法と、輝度の差分や輝度勾配に基づく記述子計算法の実装を行った。そして、それらを映像内の広告看板及び道路標識の認識に適用し、各方法の特徴や性能の把握をした。これらの内容の一部に関し、学会発表を行った結果、社団法人自動車技術会より優秀講演発表賞を授与されており、発表は研究成果の普及にも特に有効であったと言える。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 画像処理、対応付け、複数物体認識

〔研究題目〕 対話型インタフェースに対して有効に働く音源分離技術

〔研究代表者〕 河本 満 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕 河本 満、緒方 淳 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

本研究では、従来の研究で解決法がまだ確立していない「移動音源」と「突発音」の分離に焦点をあてて、新たな音源分離の技術を開発し、その開発した音源分離法を機械との対話を行うインタフェースに適用することで、どこまでインタフェースの機能を向上させることができるようになるのか、さらに、もっと進んで機械との対話を目的とするインタフェースにとって役に立つ音源分離とは何なのか、ということをはっきりさせる。ここでキーワードとして挙げている「インタフェース機能の向上」とは、音声認識技術そのものにメスを入れて、機械に分かってもらう言葉を増やすといったことではなく、従来の音声認識技術で理解できる言葉を、雑音の中でも、理解できるようにすることを意味している。

本年度は、移動音源の分離技術として、2つの方法の提案に成功した。1つは、音源の情報を使わない、いわゆるブラインド信号分離の技術を使った方法、もう1つは、音源の位置情報を利用する方法である。2つの方法の性能を実環境での実験で比較したところ、前者より後者の方が移動音源の分離に適していることがわかった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 移動音源、突発音、音源分離、インタフェース

〔研究題目〕 仮想環境での実演によるプログラム生成のための作業プリミティブ構成法の研究

〔研究代表者〕 音田 弘 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 北垣 高成 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

本研究の目的は、ロボットシステムの作業プログラムの作成過程の本質的な問題点に注目し、プログラムの作成過程を客観的に評価できるしくみをつくり、体系的な作業プリミティブの作成支援のための基礎技術を構築することである。平成18年度の研究計画・方法は、作業プリミティブ解析システムの作業実行系の作成、グロスモーション用作業プリミティブ作成支援シミュレータの構築、ファインモーション用作業プリミティブ作成支援シミュレータの構築を行った。

作業プリミティブ解析システムの作業実行系の作成については、作業解析・記録を可能とする新センサシステムを構築し、アクチュエータ系と統合し、作業プリミティブ解析システムの作業実行系の作成を行った。グロスモーション用作業プリミティブ作成支援シミュレータの構築については、グロスモーション用に、センサ入力

とアクチュエータ出力とのヤコビ行列オンライン推定に基づくシミュレータを作成し、プログラムの試行錯誤によって、特徴点の集合が、次のステップのファインモーションの準備位置姿勢をとる状態を実現できるかのチェックを可能とした。ファインモーション用作業プリミティブ作成支援シミュレータの構築については、ファインモーション用に、擬似接触点を、テンソル解析を用いて座標に依存しない形で表現し、力覚センサからのデータを擬似接触点の軌跡として可視化するツールを作成した。このツールにより、今までプログラマが接触状態の変化を検出するために勘や知識に頼って作成していた部分を、可視化されたデータを元にパラメータを変化させて客観的に決定可能とした。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 知能ロボティクス、知覚情報処理

〔研究題目〕 聴覚障害者のイメージ言語処理特性を踏まえたウェブコンテンツのデザインと評価

〔研究代表者〕 北島 宗雄 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 北島 宗雄、生田目 美紀
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

聴覚障害者がウェブベースのタスクを円滑に遂行できるようなユーザインタフェースの要件を明らかにし、それに基づいてウェブサイトをデザインする方法を提案することを目的とする。具体的には、ポータルサイトで提供される生活関連情報を用いて、ウェブにおける情報探索課題を遂行するプロセスを計測する。その際に、情報が格納されているページへのリンクを、言語ラベルとイメージラベルを組み合わせて作成し、選択されたリンク、スキャンパス(視線計測による)、ラベルの適切さに関する主観評価値を得る。これら进行分析し、言語ラベルとイメージラベル(静止画像、動画像)の適切な利用法を探る。

平成18年度は、聴覚障害者群16名、健聴者群16名に対し、インターネットのポータルサイトで使われている代表的なディレクトリ(27個)をあらわすようなピクトグラムを準備し、ピクトグラムとディレクトリを対応させる課題を実施した。平均正答率を比較した結果、聴覚障害者は健聴者と比較して正答率が高かった。聴覚障害者がピクトグラムから意味を解釈する感性認知能力は健聴者よりも優れている傾向にあることがわかった。アクセシブルなWebコンテンツを提供するためには、このような特性に配慮し、音声言語情報(文字・手話)だけでなく、ピクトグラムなどのイメージ情報を効果的に利用したWebデザインを行うことが有効であろうとの結論を得た。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 聴覚障害者、ウェブ、ユーザビリティ、

ピクトグラム

【研究題目】プロテオミクスをもちいた神経栄養因子 BDNF の機能未知ドメインの機能解析

【研究代表者】小島 正己
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】小島 正己、上垣 浩一
(常勤職員2名)

【研究内容】

神経栄養因子 BDNF のプロドメインが成長因子の時間的な機能制御ドメインとするアイデアは極めて斬新であるが、研究チームの小島と上垣は、Mass Spec.により BDNF のプロドメインに会合する分子群をさらに決定した。その結果、有意なスコアをもって会合すると判定された分子が約130種類見出し機能別に6群に分類した。第1群に分類されたハンチントン舞踏病の原因タンパク質 Huntingtin と BDNF の相互作用を研究しており、Mutant Huntingtin が BDNF の分泌に影響することを見出した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】神経栄養因子、たんぱく質、神経機能

【研究題目】シナプスの可塑的变化における、シナプス及びシナプス局在タンパクの動態解析

【研究代表者】海老原 達彦 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】海老原 達彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

外的環境に常に対応するため、神経回路は常に変化していると考えられている。しかし神経回路が変化する様子を、生きた神経組織にて直接追跡することは難しい。本研究では、海馬の錐体細胞全体、または錐体細胞のシナプス後肥厚部に局在するタンパクを可視化したトランスジェニックマウスを作製する。このマウス海馬の急性スライスに LTP など起こす生理学的刺激を加えつつ、2光子顕微鏡を用いてシナプスを経時的に観察し、シナプスの形態及び構成タンパクの動的な変化を追うことを目標とする。また、同様の観察を直接個体脳に対して行うことを将来の目標としている。

研究計画・進捗状況：

これまでにシナプス局在タンパクなどと GFP の融合タンパクを海馬錐体細胞にて発現するトランスジェニックマウスを作製した。しかしこれらのマウスは海馬の全ての錐体細胞を可視化してしまい、海馬スライスや個体脳を用いた研究には不向きだった。本研究ではこの問題を解決するため、一部の錐体細胞を可視化できるマウスを作製することとし、平成18年度中までに4種類のマウスを作製した。今後さらに、発現量を改良したもの及び別種のマウスを作製する。これら作製したマウスを用いて最適な発現コンディションが決まり次第、実際に生理

学的な刺激を加えて、PSD 及び樹状突起の形態の経時変化を観察する。

現有の2光子顕微鏡にてマウス脳を直接観察可能か、検討を進めている。終脳皮質の錐体細胞の微細構造を、マウスが生きている状態で見ることが出来た。今後、安定した観察系を構築すると共に、この目的に適したトランスジェニックマウスの選定及び作製を行う。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】神経再生、神経可塑性、シナプス後肥厚部 (PSD)

【研究題目】デルターカテニンのシナプス領域における形態変化誘導に関する研究

【研究代表者】落石 知世 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】落石 知世 (常勤職員1名)

【研究内容】

神経細胞ではシナプスの伝達効率の変化に伴い、それを受け取る樹状突起も可塑的な変化を遂げる。本研究では樹状突起の形態変化に関与することが推測されるデルターカテニンについてその機能を解析した。まずデルターカテニンの基本的な機能を知る目的で shRNA 作成し神経細胞に導入した結果、神経細胞のフィロポディアやスパインの数が減少した。このことからデルターカテニンは神経細胞の突起伸展に重要な役割を果たしている可能性が示唆された。デルターカテニンは C 末に PDZ 結合ドメインを持つ。培養神経細胞にデルターカテニン遺伝子を導入すると培養初期の幼若神経細胞では多数のフィロポディアを誘導するが成熟した神経細胞ではこの現象は観察されない。しかし、PDZ 結合ドメインを欠損した変異体を導入すると成熟神経細胞でもフィロポディアを誘導することができる。この成熟神経細胞で誘導されるフィロポディアは樹状突起のシャフトより新たに出現するものと、既存のスパインがフィロポディアに変化するものとが観察された。その後これらのフィロポディアは消失し、成熟したスパインのみが観察された。そこでデルターカテニンの PDZ 結合ドメインと結合する蛋白質を解析したところ PSD-95 の PDZ2ドメインと結合することが明らかとなった。さらに、デルターカテニンの PDZ 結合ドメインの合成ペプチド、あるいは PSD-95 の PDZ2の遺伝子を神経細胞に導入し内在性のデルターカテニンと PSD-95との結合を阻害するとフィロポディアが誘導された。このことからデルターカテニンの突起伸展能は PDZ 結合部位の標的蛋白質との相互作用により制御される可能性が示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】シナプス、スパイン、フィロポディア、PDZ ドメイン

【研究題目】視運動性刺激の脳内情報処理メカニズムの解明

【研究代表者】小高 泰（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】小高 泰（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

ヒトを被験者とした行動学的研究で明らかにされている放射状運動知覚の脳内メカニズムを明らかにすることを目標とする。

研究計画：

平成18年度は、研究初年度であり、ヒトでの行動実験を行った LSR.NEI.NIH/Frederick Miles 博士の実験室と同じ仕様の視覚刺激装置のセットアップと、性能の確認、校正を行い、動物行動実験の基礎的なパラメータの決定を行った後、行動実験データの取得を目指す。

年度進捗状況：

実験設備の設置、モンキーチェアの改造、刺激提示位置の再現性を確保する為の実験装置のセットアップを行った後、使用するプログラムの作成、動作試験を行った。次に、刺激装置の各種校正作業（輝度の制御を0.05%）を行った。

両眼の眼球位置を計測する為に、頭部固定装置、強膜コイルの埋め込み手術を行い、十分な回復後、0.8度のウィンドウ中に、2秒間以上、眼球位置を維持できるようになるまで、注視訓練を行った。

その後、サイン波、主成分欠損矩形波等の視覚刺激を提示し、どのような追従眼球運動が生じるかを計測した。

その結果、1)サルにおける放射状刺激への反応の方向は、基本的にはヒトと同じでは在るものの、そのゲインは、2)ヒトの半分～1/4程しか見られなかった。また、複数の周波数成分を含む視覚刺激に対する反応が、ヒトの例でレポートされている Winner Take-all ではなく、Vector-Sum のような振り舞いをする事がわかった。

この事例の確認の為、別の固体でのデータの取得を目指し、同様の手術を行った後、訓練を開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脳・神経、動物、情報工学

【研究題目】足関節底背屈訓練装置における受動自由度の有効性に関する検討

【研究代表者】本間 敬子（知能システム研究部門）

【研究担当者】薄葉 眞理子（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

脳血管疾患により内反尖足等の変形が生じている人が足関節底背屈装置を使用しようとする場合に生じる問題を解決するため、足底板に内返し・外返し周りの受動的な自由度を与え、患者の苦痛を低減するとともに、足底板と足裏の接触面積を大きくして効率的に力を加えられる底背屈訓練装置について、個々の患者に最適な訓練を提供するためのパラメータ選定について更なる解明が必要である。そこで本研究課題では、①受動自由度が有すべき可動範囲を実験により明らかにするとともに、内返

し・外返しの運動軸に減衰要素を導入することにより、使用者に適当な負荷を与えられる構造を新たに提案する、②被験者実験により訓練動作パラメータと訓練効果との関係を明らかにする、の2点を目的とする。

足関節底背屈訓練装置プロトタイプの改造を行い、内返し・外返し軸周りの可動範囲の拡張及び踵支持部の位置調節機能の付加を行った。また、内返し・外返し軸周りに導入する減衰要素について、プロトタイプに減衰要素概念モデルを装着して模擬実験を行い、減衰要素のもたらす効果を確認した。実験の結果、減衰要素の装着により、内返し・外返し軸周りの急激な運動を回避可能であることが分かった。また、強度の調整によって、内返し・外返し軸周りの運動負荷を調節できる可能性が示唆された。これらの結果に基づき、減衰機構の設計・試作を行った。さらに、訓練効果の指標について検討するための被験者実験を行い、訓練動作中及び動作前後の関節角度、筋電、足圧分布、血流量、深部体温の計測を行った。実験で得られたデータのうち、血流量の変化と関節の運動の間に関連性が見られるという結果が得られた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】足関節、関節可動域訓練装置、受動自由度

【研究題目】糖尿病性血管障害の発症に関わる新規原因分子の解明

【研究代表者】佐々木 佳世子

（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】佐々木 佳世子（客員研究員1名）

【研究内容】

本研究の目的は、血管障害、とくに糖尿病性血管障害の成因を、培養ヒト臍帯由来血管内皮細胞を対象に、酸化的ストレスと関連づけて明らかにすることである。必ずしも血糖値が高い患者ほど血管障害を発症しやすいというわけではないという現状から、高血糖状態から糖尿病性血管障害を発症するまでの間に、グルコースと深く関連する新たな血管障害原因因子群が介在しているのではないかと考え、その可能性について検討を行った。その結果、糖尿病性血管障害の発症には、鉄と高濃度グルコースの共存が原因の一つであり、それにはグルタチオンの糖化反応を介した抗酸化能の低下が関与する可能性が示唆された。さらにグルタチオンの糖化物という新規生理活性物質が、血管障害発症に関わる原因因子となりうる可能性が考えられ解析中である。また、血管障害発症の防御に関わる新規生理活性物質についても探索中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖尿病、血管障害、ヒト臍帯由来血管内皮細胞

〔研究題目〕四国南東部の最終間氷期段丘面の複合編年

〔研究代表者〕植木 岳雪（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕植木 岳雪、中島 礼、中澤 努
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

西南日本の更新世の段丘はテフラに見出されないため、編年が遅れている。本研究では、高知県南東部の最終間氷期の段丘下の谷埋め堆積物をボーリング掘削し、その中のテフラ、微化石、古地磁気を組み合わせることによって、段丘の複合年代層序をたてることを目的とする。今年度は1地点で深さ40 m のボーリング掘削を行ったが、ほとんど全てが海成礫層であり、谷埋め堆積物を採取できなかった。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕第四紀、段丘、西南日本、編年

〔研究題目〕酸素安定同位体比測定による森林生態系における炭素循環の研究

〔研究代表者〕村山 昌平（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕近藤 裕昭、三枝 信子、村山 昌平、
武藤 勝彦、宇佐美 哲之、高村 近子
（技術研修生・東北大学）、森本 真司
（国立極地研究所）
（常勤職員3名、他4名）

〔研究内容〕

本研究では、フラックス観測等で得られる大気-森林生態系間の正味の CO_2 交換量を総一次生産と生態系呼吸に精度良く分離する手法の確立を目指して、 CO_2 の酸素同位体 ($\delta^{18}\text{O}$) の分別効果が、光合成及び呼吸過程で異なることを利用した分離手法の検討を行う。

本年度は、光合成・呼吸過程に伴う同位体分別の時間変動を推定するために、岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林において、土壌空気 CO_2 、降水、土壌水、水蒸気、葉内水の $\delta^{18}\text{O}$ 測定を行うとともに、2~3日間複数高度で高頻度大気試料採取を行う集中観測を成長期の春から秋にかけて実施し、森林内外の CO_2 濃度及び炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$)、 $\delta^{18}\text{O}$ の時空間変動に関する詳細なデータを得た。光合成・呼吸活動及び大気安定度の日内変動を反映して、一般に日中、低 CO_2 濃度、高 $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ 、夜間、高 CO_2 濃度、低 $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ の日内変動が見られ、生物活動が活発な夏季には、日内変動の振幅は増大し、夜間の高度差も大きくなった。 $\delta^{18}\text{O}$ については水との同位体交換過程を反映して濃度や $\delta^{13}\text{C}$ と比べて複雑な変動を示した。また、これらの日内変動は、一連の観測期間内においても、気象条件の違いにより、日々異なる変動を示した。光合成時の同位体分別に関係する葉内水の $\delta^{18}\text{O}$ 測定値は、Craig and Gordon [1965] の関係式より推定される値に比較的近いものであり、葉内水と同位体平衡の CO_2 の $\delta^{18}\text{O}$ は、大気中 CO_2 の δ

^{18}O より高い値を示した。一方、土壌呼吸由来の CO_2 の $\delta^{18}\text{O}$ については、土壌チャンパー法及び土壌中 CO_2 ・土壌水測定より推定を行い、いずれの推定値も大気中 CO_2 の $\delta^{18}\text{O}$ より低い値を示した。また、土壌中 CO_2 の $\delta^{18}\text{O}$ は土壌水とほぼ同位体平衡になっていることが確認された。しかし、チャンパー法による推定値の方が高めに見積もられる傾向があり、両手法の推定値間に違いが見られた。得られた観測データや気象要素を解析し、過去の文献を参考にして、パラメータ化を行い、集中観測期間中の光合成及び呼吸過程に対する CO_2 の ^{18}O の同位体分別の時間変動を推定した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕酸素安定同位体、炭素循環、大気-森林生態系間交換、同位体分別、水循環

〔研究題目〕固体基板上における集積型人工生体膜の作製

〔研究代表者〕森垣 憲一

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕森垣 憲一（常勤職員1名）

〔研究内容〕

目標：

生体膜は、細胞内における情報伝達・エネルギー変換などの重要な機能を担っている。我々は、新しいモデル生体膜として、光リソグラフィ技術により光重合したポリマー脂質二分子膜と流動性脂質二分子膜をハイブリッド化するパターン化モデル生体膜作製手法を世界に先駆けて独自に開発した。「集積型人工生体膜」は、この独自技術を発展させることで膜タンパク質を含むパターン化モデル生体膜を構築し、生体膜機能を高精度に再現することを目標とする。

研究計画：

平成18年度は、集積型人工生体膜の実現に向けて、パターン化ポリマー脂質二分子膜への流動性脂質膜組み込み技術の開発を行う。また、膜タンパク質を含んだ脂質膜を基板表面に固定化することを試みる。

年度進捗状況：

集積型人工生体膜において生体膜と同等の機能を発現する流動性脂質二分子膜は、これまで主にベシクル融合法によって基板表面に堆積されてきた。しかし、この手法では脂質組成や膜タンパク質の存在によって基板表面への膜吸着が著しく阻害されるという問題があった。この問題を克服するために、二分子膜を形成する、炭素鎖の長いリン脂質（例：POPC）に、界面活性剤である、炭素鎖の短いリン脂質（例：DHPC）を加えることによって、ベシクルの二分子膜を部分的に可溶化した構造（バイセル）を形成し、基板表面への膜吸着挙動を検討した。短鎖リン脂質存在下では基板表面への膜吸着がベシクルのみの場合に比べて著しく促進されることが分かった。さらに、この現象を利用してウサギ筋肉より得ら

れた筋小胞体由来の脂質膜をパターン化された人工生体膜内に組み込むことに成功した。この技術は、膜タンパク質を含む多様な生体膜の基板表面への均一な堆積を可能にするものであり、集積型人工生体膜の作製において重要な役割を果たすものと期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体膜、膜タンパク質、モデル生体膜

【研究題目】 細胞の構造と機能の原因となる遺伝子モジュールの網羅的収集

【研究代表者】 藤渕 航（生命情報科学研究センター）

【研究担当者】 藤渕 航、大久保 公策
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究のゴールは、細胞の「かたち」や「はたらき」の違いを、遺伝子モジュールの「かたち」と「つよさ」の違いで表すことである。研究期間（2年間）の間に、ヒト細胞種を100種～150種選定し、その形態・機能特徴を網羅的に測定しデータベース化する。また、その遺伝子発現プロファイルから、遺伝子モジュール構造を解析し、モジュールを構成する遺伝子群の同定と、その発現量の細胞による違いを確率的な方法を用いて記述し、カタログ化する。このカタログを元に、細胞の構造や機能的な違いを遺伝子発現からの違いで、体系的に論理化する事を目標としている。平成18年度は、研究分担者（大久保）において測定されたヒト細胞・組織の遺伝子発現データ（Sese et al Nucl. Acids Res. 2001）を取得し、遺伝子発現データのリソースとした。同時に、この遺伝子発現データのリソース細胞に対応する細胞の画像を分担者においてプレパラートから撮影した。これを、代表者（藤渕）が開発したノイズに強い画像解析ソフト（特許申請を行った）によって、細胞の形態的特徴量（面積や円形度、縦横比 etc.）とテキストチャー的な特徴量（細胞内容物の密度や均質性 etc.）でパラメータ化することに成功した。これらのデータは、細胞の遺伝子発現状態と遺伝子の染色体上での分布や代謝パスウェイデータとともに、情報を集約するための専用の WWW ページを開設し（<http://cellmontage-dev.cbrc.jp/FACER-dev/> 要承認）、データベース環境の基礎を築いた。全ての細胞のプロファイルを比較して、細胞種に共通な発現パターンを示す遺伝子セットをモジュールとして網羅的に取り出す新しい方法を開発し、発表した。具体的には、これまで遺伝子発現モジュールの全探索には膨大な時間がかかることが問題であったが、消費者が商品を購入する傾向を解析するために用いられていた「クローズドアイテムセット探索アルゴリズム」と呼ばれる方法を遺伝子発現モジュールの問題に置き換えることが可能であることを発見した。これを用いたところ、約3,000遺伝子で200実験からなる大規模な遺伝子発現データであっても、わずか5分程度で全てのモジュール候補を探索することが可

能であった。次年度はそのモジュール遺伝子を細胞の構造（や機能）パラメータに網羅的にマップする方法を開発する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子発現モジュール、細胞解析、形態解析、機能解析

【研究題目】 1次元空間モードを有する媒質からの熱輻射の研究

【研究代表者】 時崎 高志

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 時崎 高志（常勤職員1名）

【研究内容】

熱輻射（黒体放射）は量子力学の切掛けの一つとなった非常に重要な現象である。通常理想黒体では、光エネルギーを3次元空間モード中に等分配するモデルを用いており、これによりボルツマンの黒体放射則が導かれる。従って、光の空間モードの次元性が異なる場合には放射則も変形すると予想される。本研究代表者は光ファイバー中の空間モードが半径方向に制限されていることに注目し、1次元構造の黒体放射源として理想的であると考え、光ファイバーからの黒体放射スペクトル、並びに放射空間モードについて調べた。

その結果、空間モードが最も制限された単一モード光ファイバーからの黒体放射のスペクトルは、3次元物体（バルクガラス）からの放射と比較して、強度ピークの波長が長波長側にシフトすることが明らかになった。また、カットオフ波長より短波長側にある複数の高次モードを観測した場合、放射空間モードがドーナツ状をしており、その光強度はモード数にほぼ比例して増強していることが分かった。これらの結果は、黒体放射も光ファイバーの構造起因したによるモード制限を受けており、黒体放射がそれらのモードにほぼ均等に分配されていることを示している。理論的な検討では、空間モード密度を3次元から1次元に換えて放射スペクトルを計算した。その結果、スペクトルピークの長波長化は実験結果と定性的に一致を見た。しかし、波長2 μm 以上におけるスペクトル測定精度が低かったため、スペクトル形状の定量的な議論に至らなかった。今後、測定精度を向上等により定量的な議論を行う予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 黒体放射、光ファイバー、単一モード

【研究題目】 赤道太平洋の ENSO 現象に伴う水温躍層変動と円石藻群集変化に関する研究

【研究代表者】 田中 裕一郎（地質情報研究部門）

【研究担当者】 田中 裕一郎（常勤職員1名）

【研究内容】

1998年から2000年における赤道太平洋暖水塊から中央湧昇域のラニーニャ現象時期に赤道太平洋の4地点に設

置されたセジメントトラップで捕集された試料について、西太平洋暖水塊域と中央太平洋湧昇域での円石藻の優勢種の認定を行った。その結果、群集は、大きく有光層上部・中部・下部の3層に分かれることが判明した。一方、暖水塊域と中央水塊域では、この3層の境界の深度が、前者では深く、後者では浅くなることが明らかとなった。特に、有光層上部群集は少なくなり、中部層群集が卓越することが判明した。また、セジメントトラップ試料の海域でラニーニャ時に採水された有光層鉛直水試料について、円石藻現存量、種の棲息深度の解析を行った。その結果有光層下部に生息するタクサは、水温躍層に相当する水温20℃と水温25℃の間に多産し、そのピークが常にこの水温範囲にあることが判明した。さらに、有光層下部に生息する円石藻の経年変化について分析を行った結果、有光層下部変動パターンが、既存の水温躍層深度(水温20℃等温線)の深度変化パターンと非常に高い相関関係にあることが判明した。従来のモデルでは、水温躍層の深度が浅かったので有光層の上部と下部の円石藻群集が栄養塩の供給との間に高い相関が認められた。それに対して、赤道太平洋暖水塊域は、水温が非常に高く成層化も顕著で、水温躍層も非常に深いことから、従来のモデルと逆の結果が得られた。

【分野名】地質

【キーワード】円石藻、炭酸塩、化石化、古環境

【研究題目】鮮新・更新世古地理の高精度復元

【研究代表者】水野 清秀 (地質情報研究部門)

【研究担当者】水野 清秀、植木 岳雪
(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究は、日本各地の鮮新・更新世の地層を対象に層序学的調査を実施し、広域火山灰、微化石、古地磁気データなどを用いて高精度の編年を行い、またそれらの時間基準を用いて古環境・古地理を復元し、日本列島の地形起伏の起源を探ろうというものである。平成18年度は、近畿から関東に及ぶ鮮新統～下部更新統に挟まるガラス質火山灰層の化学分析を行い、その組成からそれぞれの火山灰層の噴出した地域を検討した。また四国地方の貫入岩の古地磁気測定や年代測定を行って断層活動史の解明を試みた。

鮮新統～下部更新統に挟まる火山灰層からガラスを抽出し、その化学組成から九州、中部山岳、東北などの大まかな噴出地域の推定を試みた。その結果、中部九州起源の広域火山灰層は1.3 Ma以降に、また東北起源の広域火山灰層は2 Ma以降に多く見られること、中部山岳起源のガラス質火山灰層は4.2～1.3 Maに限定されることなどが明らかになった。一方、四国阿讃山地北縁部の断層群に貫入する流紋岩質岩脈の古地磁気測定、フィッシュトラック年代測定を行った。その結果、阿讃山地北縁断層群の活動が中期中新世中期まで遡ることが明

らかになった。

【分野名】地質

【キーワード】鮮新・更新世、古地理、広域火山灰、古地磁気、年代測定、テクトニクス

【研究題目】ワイドレンジ2色可変 SFG 分光装置の開発と極限界面計測技術への展開

【研究代表者】宮前 孝行

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】宮前 孝行 (常勤職員1名)

【研究内容】

波長可変の赤外レーザーと可視レーザーによる和周波発生(SFG)分光法は表面・界面に特化した振動分光法として注目されている手法である。従来の SFG 分光法では波長固定可視光を使用することが多いが、界面に存在する分子種もしくは基板の吸収帯が励起光と共鳴条件にあると SFG のシグナル強度は飛躍的に増加する。この現象は二重共鳴 SFG と呼ばれ、SFG 分光法の興味深い特徴として注目されている。しかしながら通常の SFG 装置ではレーザーの制約により限られた波長の光しか選択できず、二重共鳴 SFG については研究例が極めて少なく理論的にも十分理解されているとは言い難い。本課題では、波長可変の紫外から近赤外の連続光を SFG 分光法の励起光として使用し、幅広い波長領域でチューナブルな2色可変 SFG 分光装置の開発と、このシステムを用いた界面固有の電子状態、分子構造の計測手法の確立を目指す。本年度は現有する SFG 計測装置に、光パラメトリック発振/増幅装置を取り付け、赤外光との時間的・空間的同期を取るよう光学調整を行った。さらに測定できる赤外域のワイドレンジ化を行い、1低波数領域での SFG の測定を可能にし、4000から1,000 cm⁻¹の広い領域で SFG の測定が可能となるようにシステムの再構築を行った。この改良した SFG 測定装置を用いて、種々の水溶性-疎水性ブロック共重合体、刺激応答性高分子ポリ(イソプロピルアクリルアミド)(PNIPAM)表面及び水中での温度変化による界面での分子構造の温度応答性、イオン性液体、硫酸水溶液について、それぞれの表面構造を分子レベルで明らかにした。

【分野名】ナノテクノロジー・材料

【キーワード】表面・界面、レーザー非線形分光

【研究題目】結晶性高分子ブレンドのナノ構造制御に関する研究

【研究代表者】海藤 彰 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】海藤 彰 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

結晶性高分子ブレンドが形成するナノドメイン(10～100 nmのサイズのドメイン)の結晶化を利用して、直交配向などの特徴的な結晶配向構造をいくつかの系で実

現し、結晶配向やナノ分散が力学物性、光学特性等の高機能化へ及ぼす効果を明らかにすることを目標とする。平成18年度は、相溶性（互いに分子レベルで溶け合う）の結晶性高分子ブレンドであるポリ（1,4-ブチレンサクシネート）（PBSU）／ポリフッ化ビニリデン（PVDF）ブレンドを凹凸金型間でプレスして流動配向することにより、高分子の結晶（ラメラ晶）の配列制御を試みた。その結果、流動温度に依存して、PVDF と PBSU のラメラ晶が交互積層した配列構造を有する配向膜や、PBSU の分子軸が PVDF の分子軸と直交配向した配向膜など特徴的な配列構造を有する配向試料を形成した。また、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)／ポリアミド（PA）のナノ分散ブレンドの結晶配向制御を行い、ドメインサイズが結晶配向に及ぼす影響を明らかにした。PVDF が伸張した微細ドメイン内（径200-500 nm）で結晶化するとき、PVDF の結晶成長により PVDF の分子軸が PA6の分子軸と直交した配向構造が形成した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 結晶性高分子、高分子ブレンド、ナノ構造制御、結晶配向

【研究題目】 気泡ダイナミクス制御による超音波化学反応場の高効率化に関する研究

【研究代表者】 辻内 亨

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 辻内 亨

（常勤職員1名）

【研究内容】

気泡ダイナミクス制御により超音波化学反応装置を可制御かつ高効率なものとするために、液の高さを変えて超音波化学反応をパルス照射により行い、液の高さに加えて音波の照射時間と休止時間の比の最適化を図ることを基本的な研究目的とし、また、最適条件における気泡の数的評価を光散乱等の光学的手法により行う。ここで異なる条件間における装置の効率の上下関係は、強力な超音波照射により発光を示す薬品の溶解した水溶液からの発光強度の比で評価される。

平成18年度は、連続照射との比較においてパルス照射条件を適切に選択することにより7倍以上の高効率反応が得られることを見出した。強力な超音波照射により発光を示す薬品の溶解した水溶液を、液の高さが430 mmとなるよう装置内に満たし、163 kHz 超音波の連続波及びパルス波駆動を行い、高さ方向の音響化学発光分布を移動装置に装着した光センサにより測定したところ、1,000サイクル照射-2,000サイクル休止を繰り返すパルス照射による発光強度分布の強度に関する総和は、連続照射時の発光強度の総和に対し7.1倍を得た。このパルス照射時の分布の特徴として、液面近傍と中間領域に2つのピークが生じていることを見出した。照射サイクル数を増加し2,000サイクル照射-2,000サイクル休止とし

た場合も、同様の2ピークがほぼ同位置に出現し、上述の発光強度の総和の倍率についても約7.0倍とほぼ同じであることが判明した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、キャビテーション、超音波化学反応、パルス照射

【研究題目】 走行ロープの振動制御

【研究代表者】 西郷 宗玄

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 西郷 宗玄（常勤職員1名）

【研究内容】

差分法及びラプラス変換による内部節点の運動方程式と境界節点の運動方程式の対比により、走行ロープの境界の極近傍での波動吸収制御則の定式化及びカーブフィット技法による制御フィルタ生成を行い、制御器を片側境界（上流側と下流側）に設置した場合（片側制御）及び両側境界に設置した両側制御の場合についての検証の結果、生成した制御フィルタで波動吸収制御が実現することを明らかにした。

この成果により、走行速度に関わらず、片側制御ではロープ長内で加振節点から制御節点に向かって波動伝搬状態が実現し、加振節点から非制御節点間では通常の振動モード（共振周波数では共振モード）となること、両端制御では、其々の制御節点に向かって波動が伝播する状態を実現すること、共振周波数近傍で制御振幅は非制御に比して十分小さく制御できることなどの知見を得た。さらにロープなどの分布定数系の位置座標差分による境界近傍制御手法の汎用性を検証するため、ロープより適用条件が厳しいはりに同じコンセプトに基づく制御則を適用して、本手法がより一般的に適用できることも確認した。さらに、次年度以降の制御実験のためのロープシステム波動制御実験装置設計と部分製作を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 振動制御、波動制御、走行ロープ

【研究題目】 超音波ガイド光ファイバセンサの開発

【研究代表者】 津田 浩（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 津田 浩、李 政律（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究では光ファイバを超音波伝送路として用いる新しい非破壊検査技法を確立することを目標として、光ファイバ中の超音波伝搬の基本的特性の評価、光ファイバへの効率的な超音波伝搬手法に関する研究を行っている。

以下に平成18年度の研究結果の概略を記す。

1. 光ファイバ形状が超音波伝搬特性に及ぼす影響の評価

光ファイバのコーティング層の弾性率をガラス層に近づけること、及びコーティング層の厚さを小さくすることにより光ファイバへ効率的に超音波を伝搬させ

ることが出来ること、また光ファイバ中を伝搬する振動モードとしては曲げモードではなく、縦波モードになることが解析から分かった。実験的には市販されているポリイミド、及びウレタンアクリレートからなる異なるコーティングの光ファイバを用いて、超音波伝搬特性を評価し、弾性率が高く、コーティング層の薄いポリイミドコーティング光ファイバが低減衰で超音波を伝搬できることを実証した。

2. 光ファイバへの効率的な超音波送受信手法の確立と非破壊検査への適用

光ファイバへ効率的に超音波を送信させる手法として矩形状圧電素子を光ファイバに貼り付ける手法を採用した。また超音波受信に関しては光ファイバを超音波伝搬物質に直接ひずみゲージ用接着剤を用いて貼り付ける手法が効率的であった。光ファイバを平板に貼り付けて、円孔部を通過した超音波に対する応答と欠陥なし領域を通過した超音波に対する応答信号を比較した。その結果、光ファイバが極めて検出指向性の高い超音波検出センサとして機能することが分かった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 光ファイバ、超音波

【研究題目】 マイクロ波照射による糖鎖・糖ペプチド合成の新たな展開

【研究代表者】 清水 弘樹 (創薬シーズ探索研究ラボ)

【研究担当者】 松下 隆彦他 (常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

糖鎖合成は四半世紀以上に渡り盛んに研究され、現在では多くのオリゴ糖の化学合成が可能であると言っても過言ではない。しかしその手法は「ヒドロキシル基の選択的保護・脱保護」「糖供与体に適当な脱離基の選択的導入」など多段階反応を要し、「重金属試薬をはじめとした有害試薬の使用」「ハロゲン系溶媒の利用」「収率の悪さ所以、長時間反応の必要性」「多くの副反応物がみられることによる分離・精製の必要性」などからなかなか産業的に活用されていない。そこで、マイクロ波を利用することで、反応が短時間、低副産物量、高収率で得られる「高効率」な糖鎖合成化学の確立を目指している。

前年度ではメチルグリコシド糖供与体を用いた新規グリコシル化反応の研究を行い、既にその成果を発表した。今年度はまず、低温下でマイクロ波を利用するグリコシル化反応を検討した。ルイス X3糖誘導体合成において、グルコサミン誘導体3位に先にフコース誘導体を導入すると4位にガラクトースが導入されにくいこと知られているが、低温下でマイクロ波照射すると、本反応が高収率で進行することを明らかにした。

また、生理活性物質である大きな糖ペプチド体や糖ペプチドフォーストライブラリの調製をおこなった。MUC1糖タンパクの繰り返し構造である、5箇所それぞれ6糖体を持つ20残基ペプチド体の合成に成功した他、

癌エピトープ部分の解明を指向して同化合物類縁体約200種類から成る糖ペプチドフォーストライブラリの調製も行った。

今後は、さらなる化学反応におけるマイクロ波効果の実体の解明の他、これらの知見を反映させて合成装置の開発に取り組んでいく予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マイクロ波、糖、オリゴ糖、糖ペプチド、合成

【研究題目】 分子病態の解明と治療を目的としたディスフェルリン結合タンパク質に関する研究

【研究代表者】 松田 知栄 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 松田 知栄 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

ディスフェルリンは三好型及び筋肢帯型筋ジストロフィー2B型の原因遺伝子産物である。昨年度はディスフェルリン結合タンパク質としてアフィキシン (β パルビン)を同定し、患者骨格筋においてアフィキシンが細胞膜から欠落することを見出した。ディスフェルリン欠損による筋ジストロフィーの分子病態を解明するため、骨格筋におけるアフィキシンの生物学的役割を解明する。年度進捗状況：アフィキシンを安定発現させた C_2C_{12} (マウス筋芽細胞)細胞株 (C_2C_{12} -affixin)を確立した。 C_2C_{12} -affixin は高頻度でラメリポディア (波打ち膜)を形成しアクチン細胞骨格の再構成が活発に行われていることが予想された。私達は既にアフィキシンが α PIX (グアニンヌクレオチド交換因子)を介して Rac1, Cdc42を活性化しアクチン細胞骨格系の再構成を行うことを報告している。 C_2C_{12} -affixin においてアフィキシンは α PIX だけでなく β PIX にも結合することを免疫沈降法により見出した。また C_2C_{12} -affixin では Rac1だけが活性化されていることを見出した。これらの結果からアフィキシンは膜修復のプロセスの一つであるアクチン細胞骨格系の再構成に関与すると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ディスフェルリン、筋ジストロフィー、アフィキシン (β -パルビン)

【研究題目】 唾液腺細胞における末梢時計機構の解明

【研究代表者】 大西 芳秋 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 大西 芳秋 (常勤職員1名)

【研究内容】

生体における概日リズムといわれる約24時間周期の活動リズムを支配するマスター時計は、脳内視床下部の視交叉上核 (SCN) に存在しており、時計遺伝子 (Per1、Per2、Per3、Cry1、Cry2、Clock、Bmal1、CK1 ϵ 、CKI δ 、Dec1、Dec2) によるフィードバックループに

より調節されている。しかしながら、多くの時計遺伝子は、脳はもとより、その他の末梢組織においても発現している。また末梢組織や細胞を用いた実験から、これら組織や細胞のみを用いても24時間のリズムを持った遺伝子の発現が観察される事より、末梢にも中枢時計と類似の機構（末梢時計）が存在している事が考えられている。本年度の研究課題において、唾液腺細胞(HSG)をグルココルチコイド刺激する事により **Bmal1** 遺伝子の発現が概日リズムを持って発現することが RT-PCR により観察され、HSG 細胞においても NIH3T3細胞と同様の末梢時計機構が機能している事が示唆された。この **BMAL1**により転写活性化される主要時計遺伝子の1つである **Per2**遺伝子の転写調節機構を解析したところ、**E4BP4**が抑制的に作用することが判明した。さらに NIH3T3 細胞において既に報告されている **BMAL:CLOCK** による **E2-box** を介した転写活性化以外に **E4BP4**による転写抑制が **Per2**遺伝子の転写概日リズムに必要であることを明らかにした。この転写抑制機構に機能している遺伝子調節領域は、これまで予想されていた **Per2**遺伝子プロモーター上流ではなく **Per2**遺伝子プロモーター下流に存在していることが、NIH3T3細胞を用いてクロマチンレベルで証明された。この領域はヒトを含めた多くの哺乳類に保存されており、HSG 細胞を含めた唾液腺細胞においても機能していることが示唆された。また **E4BP4**は細胞内において **BMAL:CLOCK** の抑制因子である **PER2**や **CRY2**と複合体を形成していることが判明し、この **E4BP4**による転写抑制機構には、**PER2**や **CRY2**といった転写抑制因子との協調作用のあることが新たに示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 転写、クロマチン、生物時計

【研究題目】 歯周疾患活動性マーカーの迅速測定デバイスの開発

【研究代表者】 片岡 正俊

((健康工学研究センター) バイオマーカー解析チーム)

【研究担当者】 片岡 正俊 (常勤職員1名)

【研究内容】

歯周病治療において、歯周疾患活動性を把握することは治療法の選択・予後判定に重要である。従来の診断法では XX 線写真を用いた骨吸収程度の測定、出血や歯肉炎程度の判定などが利用されているが、これらの場合は同一部位を系時的に測定する必要があり、さらにその判定は術者の主観に委ねられることが多い。そこで活動性を反映して客観性の高いバイオマーカーの選択及びその正確な測定が必要になる。最近歯肉溝浸出液中のコラゲナーゼ、カルプロテクチン、**IL-1 β** 、**PICP**等は有力な歯周疾患活動性マーカーと考えられている。しかし現状の検出方法では測定時間・設備などの問題から患者サ

イドでの測定は不可能である。そこでマイクロチップ電気泳動を基礎として、マイクロチップ基板上でのマーカー検出系を構築することでこれらバイオマーカー解析が迅速診断に応用可能になる。そのためマイクロ流路上での上記抗原の検出系を確立する。現在、特定の抗原については高感度で定量性を有するマイクロチップを利用した検出系の構築を行った。今後、他のバイオマーカーについても解析系の構築を行う。

【分野名】 ライフサイエンス分野

【キーワード】 歯周病、歯周疾患活動性、マイクロチップ電気泳動、迅速診断、バイオマーカー

【研究題目】 人工市場を用いたエネルギーサービス事業における意思決定支援システムの構築

【研究代表者】 和泉 潔

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 和泉 潔、松尾 豊、松井 宏樹

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究課題は、テキストマイニングによる動向分析手法の開発、人工市場シミュレーションソフトウェアの開発、実データによるシステム評価の3つの研究要素により構成されている。今年度は各研究要素について下記の研究実績が得られた。

以下の内容について海外及び国内の学術誌での研究成果の発表を行った。

① テキストマイニングによる動向分析手法の開発

平成17年度に作成した経済記事テキストデータの分析プログラムの性能評価のために、国際金融情報センターの発行した解説記事の分析及び経済動向分析を行った。同じテキストデータを金融関係者に判別してもらったデータと比較したところ、訓練データに対する正答率のテストでは平均92.2%、外部データに対する交差検定テストでは平均71.9%の高い精度を示すことができた。

② 人工市場シミュレーションソフトウェアの開発

前述の経済動向分析結果を入力として受け取る人工市場シミュレーションを行うプログラムの作成を行った。過去4年間の実際のテキストデータと市場データを用いて実証実験を行った結果、100試行の平均で約67%の価格変動をシミュレーションにより再現することに成功した。

③ 実データによるシステム評価

前述のテキストマイニングプログラミングと人工市場シミュレーションを統合した意思決定支援システムを構築した。システム評価のために実際のテキストデータと市場データを用いて、市場安定化のための行動方略を提示させたところ、実際の市場価格の分散を70%以上低減することができる方略を示すことができた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス分野

【キーワード】 マルチエージェント、シミュレーション、

意思決定、テキストマイニング

【研究題目】ダイナミックに変化する知識・信念の論理的な分析手法の研究

【研究代表者】 長谷部 浩二
(システム検証研究センター)

【研究担当者】 長谷部 浩二 (常勤職員1名)

【研究内容】

本年度の前半は、年度に引き続き論理的な手法による通信プロトコルの安全性検証法の研究を行った。特に昨年度に提起した Basic Protocol Logic による安全性検証法と、そのコンピュータ上での試作実装の成果とを学位論文にまとめ、所属研究機関から学位を取得した。また本年度の後半は、暗号理論において確立された計算量的証明手法を、Basic Protocol Logic の意味論に取り込む研究を行った。その基本的なアイデアは、通信プロトコルにおいて交換されるメッセージを代数的・記号的なモデルから確率的なモデルへ拡張することにより暗号の強度に応じた安全性の検証を行うというものである。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 通信プロトコル、安全性検証、暗号

【研究題目】海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物プロセスとの相互作用

【研究代表者】 鈴木 昌弘 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 鈴木 昌弘 (常勤職員1名)

【研究内容】

海洋表層における生物生産性を制御する因子としてリンの重要性が注目されており、特に無機態、有機態といったリン化合物の化学形に基づく生物への利用性や、特定のリン化合物を利用可能とする生物側の適応・戦略等に関して新発見が見出されている。一方で、粒子状成分、溶解態成分といった形状に基づく特性に関しては十分な研究が行なわれていない状況にある。粒子状リンが、1) 生物に直接利用され難く、リンのシンクとなりうる、2) 沈降除去など物理プロセスの影響を顕著に受ける、3) 生物体そのものも含み、海洋におけるダイナミックなリン循環の主要要素である、などといった重要性にも拘らず、海域での測定例は非常に乏しく十分な検証に基づく容易な分析手法も確立されていない。平成18年度は、高温乾式焙焼法 (HTDC) と湿式化学分解法 (CWO) という二つの手法について、粒子状リンの測定法としての有用性を検証した。粒子状リンは海洋の微生物体そのものから、沿岸域では陸起源の有機物や土壌粒子、底層では堆積物の再懸濁粒子など、海域、水深等により構成成分も大きく変動すると推定される。そこで、幅広い水圏環境から採取した試料を用いて検討することにより二つの方法の比較を行うことによって、各試料毎に手法の最適化を諮ることを目的とした。生物体を主成分とする試料から堆積物の再懸濁粒子を主成分とする

試料まで、様々な特性をもつ河口域試料について検討した結果、CWO法では溶解態リンを対象とした従来法に比べ高濃度の分解試薬を用いることによってHTDC法に匹敵する良好な測定値が得られると示唆された。さらに、プランクトン試料、堆積物試料、外洋の粒子試料について両方の比較検討を進めるとともに、ろ過条件についての検討を進めている。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 海洋生態系、生元素、リン、物質循環、分析法

【研究題目】ロボット飛行体の力学的安定化と知能制御に関する研究

【研究代表者】 岩田 拓也 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 岩田 拓也、箱島 秀昭
(常勤職員1名)

【研究内容】

従来の固定翼航空機の場合、主翼と胴体は固定されたところから設計が開始されるため、胴体ピッチ軸と主翼ピッチ軸の方向は原理的に一致しているはずであり、ピッチ軸が変化したときの変位量も常に一致するのが常識であった。固定翼航空機が地上接地時には、降着装置が地面に接地しているため、胴体ピッチ軸と主翼ピッチ軸の関係は、原理的に常に固定され別々に変化させることは不可能である。このため、通常固定翼航空機は離陸時のエレベータ操舵により胴体ピッチ軸ごと主翼のピッチ軸を変化させて主翼の迎角を変化させることにより、離陸を行う。離陸時の力学的特性は、飛行体の大気速度と進行方向に加わる力の関数により表現される。進行方向に加わる力には、空気抵抗と地面動摩擦抵抗があるが、後者がゼロとなる点が全ての加重が抜けた点すなわち離陸点となる。従来の固定翼航空機の場合、この動摩擦抵抗と飛行体の大気速度の関数は、操縦によるエレベータ操舵により不連続関数となるため、理論的な離陸特性曲線が導出不能であった。これに対して、本研究により考案された新型ロボット飛行体の場合、地上接地時の降着装置が地面に接地した状態においても、胴体ピッチ軸と主翼ピッチ軸に変位を与えることが可能な構造となっている。この構造は振り子安定制御構造であり、主翼の一点のみが多軸の動力関節により接合されるものであり、この新しい特徴により、従来固定翼航空機で導出不能であった理論関数の導出に成功し、この理論関数と2回の離陸実験の実測値がほぼ一致していることを明らかにした。この理論関数により、ロボット飛行体が離陸場所や着陸場所の選定や判断を行う知能制御が可能となる。第15回日本機械学会交通・物流部門大会において、優秀論文講演表彰を受賞。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 飛行ロボット、ロボット飛行体、無人航空機

【研究題目】ノーナフトルメチルアミノ酸の形成する有機層構造を用いた分子計算機

【研究代表者】井上 勝成（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】井上 勝成（常勤職員0名、他1名）

【研究内容】

本研究の主たる目的は、脂質と高分子の共役体であるリポポリマーの合成法の確立にある。リポポリマーは高分子の性質と脂質の性質を併せ持つ新たな高分子であり、主として生体適合性材料の有力な候補として研究者らは注目している。本研究で目標とするリポポリマーの最大の特徴は、分子量が規制されることにある。分子量を一定にすることにより、高分子として発現する諸物性を高度にコントロールできるものと期待される。本年度はモノマーとしてピロリドンを用いた。ピロリドンは重合することにより水溶性の高分子となり、生体適合材料の代表的な高分子として見なされている。また脂質部位として、12、14、及び16個の炭素を有する二本鎖脂質を用いた。今回採用した重合法はリビングラジカル重合法であり、モノマーや開始剤の仕込み比や反応温度、反応時間などのさまざまな条件について検討を行ったところ、分散度（ M_w/M_n ）が1.1程度の重合条件を見つけるに至った。さらに得られたリポポリマーの末端に官能基を発現させることに成功した。すなわち本研究により、一端が脂質分子、もう一端が官能基の二官能性高分子の合成法を確立することができた。この種の高分子は例えば基板修飾などに活用されることが期待される。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】リポポリマー、脂質、高分子

【研究題目】昆虫による植物の形態操作の機構への実験生態学及び分子遺伝学からのアプローチ

【研究代表者】深津 武馬（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】深津 武馬、徳田 誠
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標：

多くの昆虫が植物体上にゴール（虫こぶ）と呼ばれる精妙な構造を誘導する。ゴールは生きた植物組織から構成されているが、その形態や発生プランは昆虫が決定しており、植物体を介して具現化した昆虫の「延長された表現型」とみなすことができる。ゴール形成のメカニズムについては大変興味深いのが、未だ解明されていない。本研究では、エゴネコアシアブラムシ-エゴノキの系を用いて、昆虫による植物形態操作機構の解明することを目標とする。

研究計画：

エゴネコアシアブラムシは、エゴノキの腋芽にバナナの房状のゴールを誘導する。ゴール形成の途上でアブラムシが死ぬと、その腋芽から花が形成される。通常、

腋芽から直接花は生じないため、アブラムシがゴール形成の過程で、花形成関連遺伝子の発現を操作していることが示唆される。そこで、ゴール形成の様々な段階でアブラムシを実験的に排除し、誘導される遅れ花の頻度や形態を調査する。また、シロイヌナズナのプロープやブライマーを用いてエゴノキの形態形成関連遺伝子群を網羅的にクローニングし、それらの遺伝子の発現動態を、*in situ* ハイブリダイゼーションや定量的 RT-PCR により解析する。

進捗状況：

腋芽に定着したアブラムシを薬剤処理により実験的に排除し、そこから誘導される花の形態変異を調査した結果、ゴール形成のごく初期の段階で、腋芽が葉芽モードから花芽モードへと転換し、花芽形成関連の遺伝子が発現していることが強く示唆された。現在、エゴノキの花芽及び花器官形成関連遺伝子のクローニングを進めており、終了次第、ゴール形成過程における遺伝子発現動態を明らかにする。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】昆虫、植物、ゴール、形態操作

【研究題目】共生微生物によって賦与される昆虫の寄生植物特異性の機構の解明

【研究代表者】深津 武馬（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】土田 努（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

植食者の寄主植物に対する適応は、餌や住処を規定し、農作物への害虫化にも関わるなど、極めて重要な生態的性質である。我々はこれまでに、エンドウヒゲナガアブラムシの植物適応が共生細菌 *Regiella*（別名 PAUS）の感染により大きく影響をうけることを発見した。本研究では、この現象について、生理メカニズムから宿主の生態に及ぼす影響までを包括的に解明することを目標とする。

研究計画：

栄養生理学的な解析により、*Regiella* 感染によって賦与される生理機構を明らかにする。具体的には、必須アミノ酸の合成能、及び植物二次代謝産物の解毒能について検証する。さらに、共生細菌の体内動態についても分子生物学的、組織学的手法を駆使して解析し、宿主昆虫の植物適応との関係を明らかにする。

年度進捗状況：

人工飼料飼育系を用いて、*Regiella* の生理機能の解析を行った。飼料中に必須アミノ産が欠乏するとき、*Regiella* は宿主適応度を上昇した。感染虫と非感染虫の排泄物中のアミノ酸濃度を比較したところ、感染虫の排泄物からはグルタミンが大きく減少していた。これらの結果から、*Regiella* はグルタミンを再利用し、必須アミノ酸を合成・供給している可能性が示唆された。また、抽出した青酸配糖体を人工飼料に添加して、

Regiella 感染による影響を解析した。飼料中の青酸配糖体量が増えるに従って、非感染虫では悪影響が観察されたが、Regiella 感染虫では悪影響は観察されなかった。このことは、Regiella が青酸配糖体を“無毒化”している可能性を示唆している。代謝経路の詳細を明らかにするべく、準備を進めている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】昆虫、微生物、内部共生、寄主植物特異性

【研究題目】ホソヘリカメムシにおける宿主-共生細菌間相互作用に関する研究

【研究代表者】深津 武馬（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】菊池 義智（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

ヒトを含め多くの動物はその消化管内に多様な微生物叢を保有し相互作用を行っている。大規模調査によりその多様性の全貌が明らかになりつつある一方、その宿主-共生者間相互作用の実態は未だ不明である。本研究では、特異的かつ高度に発達したホソヘリカメムシ-腸内細菌 Burkholderia の共生系を対象とし、共生細菌の遺伝的改変を主なツールとして、宿主-共生者間相互作用における遺伝的基盤の解明を目指している。

研究計画：

トランスポゾンを用いた形質転換により共生細菌の遺伝子欠失株を多数作成し、カメムシ消化管への感染能力や宿主の生存/産卵への影響を評価する。このような *in vivo* スクリーニングに加え、*in vitro* において特定の細菌能力（栄養素の合成や分解、運動性等）の欠失株をスクリーニングし、各変異体の宿主への影響を評価する。影響の見られたものについては原因遺伝子を特定、単離しプラスミドに組み込んで変異株に再導入（complementation）することにより、その影響が補完されるかを確認する。

進捗状況：

本年度は Burkholderia 共生細菌の最適培養条件の確立を行うとともに、各種プラスミド・トランスポゾンを経絡的に導入、その有効性及び効率を調査し、形質転換系の効率化を図った。Tn5トランスポゾンを用いたランダム突然変異に関しては、*in vitro* スクリーニングにより各種アミノ酸・ビタミン等の栄養要求性変異株を得ることに成功しており、今後宿主カメムシへの感染実験を行うことで、宿主-共生細菌間にみられる栄養的相互作用について遺伝子レベルで解明できると期待できる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】昆虫、共生、腸内細菌、形質転換

【研究題目】プロトン拡散速度の赤外分光計測手法の開発と硫酸水素セシウム結晶多形への適用

【研究代表者】山脇 浩（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】山脇 浩（常勤職員1名）

【研究内容】

赤外分光を用いたプロトン拡散速度の計測手法を開発する。その手法を用いて、代表的なプロトン伝導体である硫酸水素セシウム (CsHSO_4) 等の温度・圧力等により出現する様々な結晶多形のプロトン拡散速度を測定し、その構造との相関関係を明らかにすることを目的とする。水素イオンと重水素イオンの相互拡散過程における O-H、O-D 結合の空間分布の経時変化を赤外分光測定により追跡することで相互拡散係数を求めることを計画し、今年度は、温度・圧力による相状態の確認、測定条件・解析方法の改善を行い、 CsHSO_4 のプロトン拡散係数の圧力依存性を測定した。

まず、赤外及び Raman 散乱分光により CsHSO_4 及び CsDSO_4 の相変化を調べた。その結果、 CsHSO_4 、 CsDSO_4 共に温度 100 °C における高圧下において HPHT1、HPHT2相が出現することを見出した。昨年度において高圧下でも計測可能な赤外分光セルを整備したので、今年度は水素結合ネットワークの変化にともなう拡散係数の変化を明らかにするために、 CsHSO_4 と CsDSO_4 の相互拡散係数の圧力依存性を求めた。前述の HPHT1、HPHT2相も含む 3 GPa までの圧力範囲で 100 °C での拡散係数を赤外マッピング測定から求めた。II 相においては圧力変化はほとんど無いが、1.5 GPa で HPHT1相に転移すると拡散係数が減少し、HPHT2相でも同程度の低い拡散係数を示すことが明らかとなった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】イオン結晶、プロトン拡散、赤外計測

【研究題目】機械学習の手法による非線形複雑系の動的解析とシミュレーション科学への応用

【研究代表者】赤穂 昭太郎（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】赤穂 昭太郎（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

再生カーネルに基づく機械学習の手法に基づいて、複雑非線形系のダイナミクスのデータから本質的な情報を抽出する手法を開発する。

研究計画：

カーネル正準相関分析（カーネル CCA）が高度に非線形な系のダイナミクスの解析に有用であることがわかってきたので、手法を改良しより安定な結果が得られるようにする。特に、罰金項・正則化項の役割について再検討し、理論的考察と数値実験により新たな手法の開発を目指す。また、大規模線形計算の手法について調査研究する。

年度進捗状況：

バイオインフォマティクスの分野で活発に研究されて

いる遺伝子ネットワークの推定問題は、非線形力学系の因果関係の推定として一般化できる。本研究では、力学系を非対称カーネルのシステム方程式として定式化し、能動学習により少ない実験回数で精度よく推定を行うための手法を開発し、数値シミュレーションによって有効性を確かめた。

【分野名】情報通信、ライフサイエンス

【キーワード】カーネル多変量解析、正準相関分析、カオス、遺伝子ネットワーク

【研究題目】基板表面への生体関連物質の効率的固定化法の開発とその応用

【研究代表者】小松 康雄

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】小松 康雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

オリゴヌクレオチドの末端をアミノ化する試薬において、現在使用されている試薬よりも高い反応性を有し、かつ合成されたオリゴヌクレオチドを効率的に精製する新規な試薬を開発する。これにより、DNA チップなどの遺伝子解析技術の精度の向上に役立たせる。

研究計画：

平成17年度に開発したアミノ化試薬に関して、その高い反応性の解明を行う。さらに高純度精製を可能とするために保護基の改良を進め、実際に DNA チップを作製して性能を評価する。

年度進捗状況：

芳香族基とアミノ基が隣接したタイプのアミノ化試薬のナフチルメトキシ基を、メトキシ基、メチル基、水素原子に置換した誘導体を合成し、それらを導入されたオリゴを合成した。このアミノ化オリゴを用いた標識実験の結果、置換基が嵩高いほど高い反応性を示し、アミノエチルカルバメート結合が高い反応性の原因であることを明らかにした。

前年度、アミノ基の保護基として用いていたトリフルオロアセチル基をモノメトキシトリチル (MMT) 基に換えたアミノ化試薬を合成した。アミノエチルカルバメート結合のアミノ基に結合した MMT 基は、1%酢酸という弱い酸性条件下でも、すばやく脱保護されることを明らかにした。この性質によってオリゴの簡易精製が、より迅速に行えることになった。

続いて、新規なアミノ化オリゴを基板上に固定化した DNA チップを作製し、DNA チップとしての性能を評価した。この DNA チップが、従来の試薬を用いた場合と同様かそれ以上のシグナル強度を示すことを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】オリゴヌクレオチド、アミノ基、DNA チップ、遺伝子解析、核酸、DNA

【研究題目】フェーズフィールドモデルに基づくマイクロ流路内二相流の界面追跡計算法の開発

【研究代表者】高田 尚樹

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】高田 尚樹 (常勤職員1名)

【研究内容】

物質検出・生成や製薬において超微量の流体 (気体や液体) の反応・分離・混合の新しいプロセスを実現する生物・化学分析システムや化学反応装置は、環境・エネルギー・医療分野等で近年注目されており、それらの設計では、機能を用途毎に最適化するため、1~数百マイクロメートル幅の微細流路内の二相 (気体-液体、液体-液体) の接触面 (界面) を伴う二相流体現象を詳細に解明・予測できる数値実験 (コンピュータシミュレーション) が不可欠となっている。そこで本研究は、従来よりも高精度の界面追跡能力、高い安定性、計算効率を有し、従来同様に製品開発のニーズへ柔軟に対応できる、新しい流体力学計算法の開発を目的として平成18年度から実施された。

平成18年度はまず、熱力学に基づく界面の理論モデル (フェーズフィールドモデル) を流体の運動方程式に組み込んだ計算法を開発し、数値実験を通して本法が誤差1%以内の高精度な体積保存を実現することを確認した。また、高密度比の気体・液体と流路壁表面との接触性 (濡れ性) を考慮した境界条件を提案し、液体の静的接触角を簡素なパラメータによって容易かつ任意に設定できることを確認した。さらに、濡れ性が不均一な表面の固体壁境界を伴う密度比約800 (空気-水相当) の数値解析では、①流路内での気液界面の移動は親水性の流路壁面上で瞬時に加速され、表面張力が増加するにつれて流れ場全体が加速されるとともに界面近くで循環流れが生じる、②液滴は撥水性面から親水性面へ移動し、その速度は撥水面と親水面の接触角度差と表面張力の強さに比例する、ことを確認し、本計算法がマイクロ二相流体数値実験への適用性を有することが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロデバイス、マイクロリアクタ、マイクロ統合化学分析システム、コンピュータシミュレーション

【研究題目】常温合成フラーレンナノチューブの基礎的性質の解明と電極応用

【研究代表者】宮澤 薫一 (物質材料研究機構)

【研究担当者】宮澤 薫一、周 豪慎
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

物質材料研究機構の宮澤氏 (研究代表) らによる、液-液界面析出法で作られたフラーレンナノウィスカー (FNW) サンプル、200℃から1200℃までの温度領域で

熱処理した FNW サンプルを用いて、液体窒素温度で等温曲線を測定し、FNW の比表面積を求めた。熱処理後、サンプルに三電極セルを用いて、市販の黒鉛などと、電位、エネルギー密度、充・放電サイクル特性を比較して、リチウムイオン2次電池の負極材料として評価した。その結果、この材料により、リチウムイオンの挿入と脱離することが可能であることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】リチウムイオン電池、ナノチューブ、ナノロッド

【研究題目】ヘテロ接触界面のイオン移動現象とその設計

【研究代表者】内本 喜晴

(京都大学大学院人間・環境学研究科)

【研究担当者】内本 喜晴、雨澤 浩史(京都大学)、中山 将伸(東京工業大学)、寺田 靖子(高輝度光科学研究センター)、酒井 夏子、堀田 照久、山地 克彦、岸本 治夫(エネルギー技術研究部門)(常勤職員4名、他4名)

【研究内容】

高温におけるヘテロ接触界面のイオン移動現象を支配する因子を明らかにし、ナノイオニクス現象の利用によるイオン移動速度を制御した高機能電極の構築とその設計指針を確立するため、ヘテロ接触界面でのイオン伝導現象の、より直接的な評価手法の開発・確立を目指している。二次イオン質量分析(SIMS)、in situ X線吸収分光(in situ XAFS)、ナノ X線吸収分光(nano-XAFS)、による等の測定手法の確立を行うとともに、電解質である酸化物イオン伝導体と金属(Au、Pt)及び3d遷移金属ペロブスカイト型酸化物(LaCoO₃系、LaMnO₃系)カソードの接触界面について、吸着分子の影響を検討した。さらに、異種遷移金属酸化物のナノ界面への展開を図った。金属/酸化物イオン伝導体ヘテロ接触界面における酸素の移動挙動を同位体拡散とSIMSを用いた3次元分布分析により評価する手法を検討した。温度及び僅かな水蒸気存在により、界面近傍の酸素同位体交換反応活性サイトの分布は大きく変化し、電気化学法で得られた界面伝導率の変化とよい一致が得られた。また、電解質の種類によっても活性サイトの分布が大きく異なった。温度、酸素分圧及び直流電流を制御した条件で、La_{0.6}Sr_{0.4}CoO₃緻密薄膜電極/(Gd、Ce)O₂電解質における酸素還元反応時の高温 in-situ XAFS 測定を行い、この系における電気化学酸素還元反応が表面反応律速であり、分極に伴う酸素ポテンシャルの変化が主に電極表面において生じることを始めて明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】界面、電極反応、ナノイオニクス、イオ

ン

【研究題目】金属酸化物、酸化フッ化物材料のナノ化学エンジニアリングと電気、光学、物理化学特性

【研究代表者】周 豪慎(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】周 豪慎、細野 英司
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

溶液中での結晶成長を利用したプロセスにより、ナノ構造制御を行い、環境・エネルギー材料の性能を向上させる研究に取り組んだ。なかでも、高容量及び高出力特性を併せ持つ Li イオン電池材料は、電気自動車を主とする様々な用途において期待されており、この研究を中心に行った。ハイレート(高出力) Li 貯蔵デバイスを開発するためには、ナノ構造制御が必要である。これまで、Li イオン電池材料として期待されるマンガン酸ナトリウム(Na_{0.44}MnO₂)についてはナノ構造制御の報告は無く、ハイレート Li 貯蔵デバイスとしての報告もされていなかった。平成18年度は、Na_{0.44}MnO₂のナノ構造制御を行い、単結晶 Na_{0.44}MnO₂のナノワイアの合成に成功し、これを用いた電極により、良好なハイレート特性を得た。また、これまで報告されている高出力型 Li 貯蔵デバイスは、Li イオン電池が本来有する安定した電圧を供給するフラットなプラトーを示さず、キャパシタに似た充放電曲線となり、スーパーキャパシタと呼ばれていた。本研究では、金属スズの高い電子伝導性及び Li イオン拡散係数と自己ナノポーラス反応を利用して、ハイレート時の測定においてもプラトーを維持した安定な電圧を供給することができる高容量・高出力型 Li イオン電池負極の開発に成功した。これらのナノ構造制御に基づいたエネルギー材料の開発の研究は、材料化学の分野のみならず、電気化学などのエネルギーに関わる分野にも大きな影響を与える結果であると考えられる。

【分野名】環境・エネルギー、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】リチウムイオン電池、ナノシート、ナノロッド、ナノワイア

【研究題目】微細流路における強制流動沸騰熱伝達の現象解明と熱伝達特性改善

【研究代表者】大田 治彦(九州大学)

【研究担当者】大田 治彦、阿部 宜之
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

冷却能力の高効率化、被冷却対象物の微細化に伴い、微細流路群(マイクロチャンネル、ミニチャンネル)を用いた冷却技術が注目されているが、単相強制対流については効果が明確になっているものの、強制流動沸騰熱

伝達挙動については、実験条件、技術的な問題等により、相反する結果が報告されるなど、その効果が未解明である。本研究では、整った実験条件のもと、単一流路、複流路を用いて熱流動特性の把握を目指すと共に、特に表面張力特性の改善を図った伝熱促進手法の効果を探る。平成18年度は、研究状況調査、並びに実験装置の試作を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱交換器、表面張力、熱制御

－その他助成金－

【研究題目】環境中微量有害ナノ物質のイオン化制御による高分解能計測・抑制法の開発

【研究代表者】瀬戸 章文

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】瀬戸 章文、石川 仁、平澤 誠一

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

環境中に存在するナノスケールの微量有害物質をイオンクラスター化し、大気圧下において高感度、高分解能で計測する複合的なシステムを構築するとともに、イオン化制御を利用した有害物質の低減技術を開発し、環境中有害物質の低減技術に寄与することを目的とする。

表面放電マイクロプラズマデバイス (SMD) によるイオン化制御と高分解能分級・計測装置との複合システムにより、種々の環境中微量物質の解析データを蓄積するとともに、トルエンに対して、SMD によるプラズマ分光分析を試みた。また、種々の揮発性有機化合物に対してイオン化素子による分解率を、ガスクロマトグラフィー質量分析器によって解析したところ、トルエンで99%以上、酢酸エチル、オクタン、p-キシレン、エチルベンゼンにおいても、70~99%以上の分解率が得られた。SMD をエアロゾルのイオン化・計測に用いた複合システムでは、従来よりも高いイオン化効率を得ることに成功し、本成果は連携企業から製品化されている。さらに、これまでに開発したイオンクラスター輸送の解析プログラムの適用範囲を拡張し、静電場、気流などによる空間内のイオン輸送・制御シミュレーション法を確立した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオンクラスター、揮発性有機化合物、モビリティ計測

【研究題目】超極細探針による低侵襲遺伝子導入技術の開発

【研究代表者】中村 史

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】中村 史 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

本研究開発では、細胞に対してダメージを与えずに挿入操作できる針状材料 (ナノ針) を開発する。エストロゲン応答ベクターを構築し、これを、ナノ針を用いて単一のヒト乳ガン細胞に導入し、ホルモン製剤の薬効を評価するモデル技術を開発する。この開発を通じて、単一細胞への低侵襲遺伝子導入技術を確立する。

研究計画：

乳ガン細胞に遺伝子を導入するために最適な形状を有する針を作製する。遺伝子導入が難しいとされる間葉系幹細胞を用い、遺伝子導入効率を明らかにする。また、エストロゲン応答遺伝子を含むプラスミドを構築し、ナノ針を用いた該プラスミドの乳ガン細胞 MCF-7への導入を試みる。これによりホルモン製剤の効果を評価できることを実証する。

年度進捗状況：

エストロゲン応答 GFP レポータープラスミド pEREGFP9を構築し、この pEREGFP9をポリリジンで修飾された針表面に静電的に吸着させ、単一の乳ガン細胞 MCF-7に導入した。その結果、24時間で GFP 発現を確認した後に、エストロゲン阻害剤の添加後さらに24時間で GFP 蛍光の減少を評価する手法が有効であった。すなわち1個の乳ガン細胞を用いて48時間でホルモン製剤の薬効を調査できることを示している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ナノ針、遺伝子導入、GFP、乳ガン細胞、エストロゲン、低侵襲、細胞操作

【研究題目】ナノ構造表面制御による長寿命・低消費電力フィールドエミッションディスプレイ

【研究代表者】長尾 昌善

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】長尾 昌善、金丸 正剛、池田 伸一、安室 千晃、坂村 祐一

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

低消費電力の自発光高輝度薄型フィールドエミッションディスプレイ開発を目指して、(1)大画面化に適応できる多結晶シリコン MOS 型電子源の開発、(2)電子源の表面改質によるナノ構造を利用した放出電流密度向上と寿命改善、(3)面状電子源に適した低温パッケージング技術の開発を行う。

今年度はトランジスター体型電界放出電子源アレイをディスプレイパネル内に真空封止をして、その動作試験を行った。試作した真空封止パネルは昨年度までに開発した低温パッケージング技術を適用して、電子源アレイに損傷を与えないよう配慮した。その結果、全画素の動作までには至らなかったが、アクティブマトリクス電子源アレイの真空封止パネル内での動作実験に成功した。これにより薄膜トランジスター体型電界放出ディスプレイ

イの基本原理を実証することができた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 電界電子放出、フィールドエミッションディスプレイ、自発光ディスプレイ、ポリシリ、コン薄膜トランジスタ

〔研究題目〕 ナノパーツを用いる高機能マイクロポーラス材料の設計手法の開発

〔研究代表者〕 池田 拓史
(コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕 池田 拓史、横山 敏郎、茅森 俊介、近江 靖則(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

本研究は、産業利用に適した新規なマイクロポーラス材料の開発を目指し、層状珪酸塩が有するゼオライト骨格との構造類似性に着目し、それらをナノレベルで構造制御されたパーツとして用いて積木細工的に微細孔構造を構築する新しい設計手法の提案実証を行う。結晶構造解析と計算シミュレーションを駆使し、ナノパーツの構造的特徴を分類するとともに、構築可能な微細孔構造の予測を行いながら、構造変換手法を検討する。本研究は、産業分野で必要とされる機能と低コストを両立させた新規マイクロポーラス材料開発のための基盤的な設計指針を与えるものである。

本年度は、物質探索として、固相反応法を用いて新規層状ケイ酸塩 PLS-3、PLS-4の合成に成功し学会発表を行った。原料がシリカと有機アミンのみを原料に用い自己静圧下で加熱するだけのシンプルな合成法で、これまでの層状ケイ酸塩の合成に比べ、反応時間が24時間程度で短時間であることを大きな特徴とする。

これらの結晶構造について高分解能粉末 X 線回折法を使って未知構造解析を行った。その結果、PLS-3は既知層状物質である PREFER に、また PLS-4は我々が合成した層状ケイ酸塩 PLS-1に類似していることが明らかとなった。さらにこれらの化合物は約250℃以上で、層間のシラノール基が脱水重縮合によって架橋し、それぞれ FER 型と CDO 型の高シリカゼオライトになることを明らかにした。脱水重縮合の過程を窒素ガス吸着で調べたところ、250℃程度の熱処理でも、高いガス吸着能を示し、400℃程度の加熱で完全に架橋することが明らかとなった。とくに PLS-4から得られた CDO 型ゼオライトは、従来の方法で得られるものより高いガス吸着能を示すと同時に、結晶性も改善された。これは PLS-4の結晶構造において相対する末端シラノール基が脱水縮合しやすい距離に位置していて、構造歪みが大幅に少ないことに起因している。また相体圧の高い領域(大気圧近傍)で、ガス吸着表面積が著しく増加するという吸着特性を示した。これは非常に小さな結晶粒子がさらに高密度に凝集した結晶形態を有していることに起因していると考えられる。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 新規ゼオライト、層状珪酸塩、ナノパーツ、構造解析、シミュレーション、構造予測

〔研究題目〕 応力検知自己発光型透明ハイブリッド材料の開発

〔研究代表者〕 今井 祐介
(実環境計測・診断研究ラボ)

〔研究担当者〕 徐 超男、古賀 淑哲、百田 理恵、何 声太、河原 弘美
(常勤職員3名、他3名)

〔研究内容〕

応力発光とは、材料が外部から加わる応力に応じて、主に可視域に発光する現象をいう。我々は、世界で初めて、弾性変形領域で可逆的に強い応力発光を示す無機材料を見出し、種々の応用を検討している。本研究では、応力変化を直接光信号に変換し、可視化することのできる応力発光無機材料を利用したセンサ材料の開発を目的として、応力発光無機材料と透明性高分子材料とナノメートルレベルで複合化する技術を開発し、加工性に優れた透明な応力検知自己発光型ハイブリッド材料とすることを旨とする。本年度は、高温マイクロ噴霧合成法を用いて合成したユウロピウム添加アルミン酸ストロンチウム(SAOE) ナノ粒子と透明性高分子との複合化及び応力発光特性について検討を行なった。透明性高分子としてポリメチルメタクリレート(PMMA)、ポリスチレン(PS)、ポリビスフェノール A カーボネート(PC)を用い、溶媒キャスト法により SAOE ナノ粒子10重量%を含むフィルム試料を調製した。得られたハイブリッドフィルムの引張応力印加時の応力発光特性を比較したところ、PC>PS>PMMA の順に発光強度が変化した。マトリックス高分子の屈折率及びナノ粒子との親和性の違いから、この違いが説明されると考えられる。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 応力発光、ナノ粒子、噴霧合成法、無機-有機ハイブリッド

〔研究題目〕 化学物質の安全性評価法に関する発達期の学習・記憶試験の開発(3)

〔研究代表者〕 瀧田 正寿(人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 瀧田 正寿(常勤職員1名)

〔研究内容〕

少子高齢化が進むにつれて、自閉症や注意欠陥/多動性障害(ADHD)などに代表される子供の発達障害の問題は年々重みを増している。発達障害症の比率の高い先進国を中心に、様々な摂取経路の想定できる化学物質が、子供の学習・記憶の発達に影響するのではないかと世界中で疑問と不安を生じている。化学物質の神経発達への影響を総合的に見直すことが社会的に要請され、米

国環境保護庁（EPA）と経済協力開発機構（OECD）は、発達神経毒性テストガイドラインを近年制定し、発達期の学習・記憶検査実施の重要性を説いている。しかし、検査現場が実施できる具体的な試験方法の記載はない。若成熟動物を対象とする学習・記憶試験は多種多様開発されているが、当該研究は、限られた発達期間内に多数の検査と並行して実施できる信頼性のある学習・記憶試験の開発を目指している。

開発している学習・記憶試験法は、学習・記憶・情動と強く関わる前頭前野・海馬・扁桃体とその間の神経連絡（3部位3連絡）を機能不全にした実験群と偽手術群の対象（計12群）で、機能不全効果の検出を成功している。また、各脳部位機能よりも脳部位間を連絡する神経投射機能が認知行動上、重要であることも示唆した。その応用として、当該試験法を用いて得られる行動上の個体差と ICP-MS で得た脳元素データの関係を解析して学会報告を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 少子化、発達、学習、記憶、情動、注意

【研究題目】 中空軽量部品の革新的圧縮成形技術の研究開発

【研究代表者】 大橋 隆弘

（統合加工応用技術研究チーム長）

【研究担当者】 大橋 隆弘、徳永 仁史、篠崎 吉太郎

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

軽量構造部品製造の切札とされる従来のハイドロフォーム法では成形困難な難成形材質や厚肉の中空部品について、高精度成形が可能な「ロストコア側方押し出し」を開発している。「ロストコア側方押し出し」とは、中空材料に除去可能なコアを充填し側方押し出し鍛造（圧縮成形）することで中空軽量部材を製造する加工法である。通常のパルジ加工で行われる内圧によるハイドロフォーム変形（主に板厚ひずみを拡管に転じさせるパルジ変形）ではなく、材料を側方方向へ押し出すことで拡管を起こす（主に子午線ひずみを拡管に転じさせる）変形メカニズムを採用している。これにより難成形材・肉厚部材であっても低い加工力で拡管成形でき、拡管比（限界）も通常のパルジ加工と比べ非常に大きくなる。この「ロストコア側方押し出し」について、数値解析により変形メカニズムの解明を進めるとともに、枝管やベローズなど各種部品形状に対する適用を進めた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 軽量部材、中空部品、側方押し出し、パルジ加工

【研究題目】 空気の浄化・滅菌のためのナノケージセラミック由来活性酸素利用システムの開発

【研究代表者】 西岡 将輝

（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 西岡 将輝、濱川 聡、葛西 真琴

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

シックハウスの原因物質である揮発性有機溶媒（VOC）を分解するため、セラミック膜からの活性酸素発生技術を用いた分解法の開発を行った。ナノケージセラミック $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ は、内部に0.4 nm の空洞（ケージ）を有し、そこに活性酸素の一つである酸素負イオン (O_2^- , O^- , O_2^{2-}) などを安定に閉じ込めることができる。この酸素負イオンを VOC に作用させ、効率的に酸化分解するシステムについて研究を行った。

VOC の代表化学種である、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド及びトルエンに関して、酸化分解の諸特性（分解温度、組成、副生物など）を調べた。たとえばアセトアルデヒドは気相では800 °C以上で酸化分解するが $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ を触媒として用いれば400 °Cで完全酸化することができた。さらに内部の酸素負イオンを活性化することで320 °Cでの酸化分解が可能であることを見出した。またこの原理を利用して $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ を吸着剤として用い、吸着剤再生時に生じる VOC の再飛散の問題を解決できる手法を考案した。本年度は吸着剤として実用化するときに生じると考えられる諸条件、特に空気中の水分や二酸化炭素による阻害、再生時間などを調べた。その結果、水分はシリカゲルなどの乾燥剤などで除去する必要があるが、空気中500 °C、60分の加熱で再生処理を行えば、吸着性能の劣化はないことがわかった。この技術を進めれば、メンテナンスフリーな空気清浄技術としての展開が期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 活性酸素、揮発性有機溶媒、VOC、促進酸化法（AOP）、アセトアルデヒド、マイエナイト、吸着剤

【研究題目】 貴金属リサイクルのための新規金属分離回収プロセス開発

【研究代表者】 成田 弘一（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 田中 幹也、坂本 大輔（埼玉県産業技術総合センター）

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標：

現在、湿式法による貴金属の分離精製は溶媒抽出法を用いたプロセスが主流となっているが、使用抽出剤の安定性及び貴金属に対する分離特性が不十分なこと、さらに多量の有機溶剤の使用など問題点は多い。そこで本テーマでは、安定で貴金属に対し優れた抽出性能を有する抽出剤を導入した溶媒抽出法に、新規分離法である溶媒含浸繊維法を組み込んだプロセスの開発を目指す。

研究計画：

溶媒抽出法に関しては、酸に対して安定な疎水性分離試薬（アミド化合物）を合成し、それを用いて酸溶液からの貴金属の抽出分離特性を明らかにする。得られた結果を基に、各貴金属に対し選択性の高い分離試薬を決定する。溶媒含浸繊維法では、まず強酸に対して安定である繊維を選定し、それを用いた溶媒含浸繊維の貴金属に対する分離性能評価を行う。これらの知見より実プロセスへの適用を想定した分離条件を決定する。

年度進捗状況：

溶媒抽出法において金、パラジウム及び白金に対し、それぞれ高抽出特性を示したモノアミド、チオジグリコールアミド及びジグリコールアミドを用いて、溶媒含浸繊維法による金属の分離特性を調べたところ、溶媒抽出法との組み合わせで、酸濃度の調整により99.9%以上の貴金属を回収できることが分かった。さらに、チオジグリコールアミドに関しては、実廃液に対しても同様に高分離性能を示した。また、新規抽出剤 *N,N'*-ジメチル-*N,N'*-ジ-*n*-オクチル-チオジグリコールアミド (MOTDA) のパラジウム抽出に対する高安定性の原因を FT-IR 測定により調べた。その結果、従来型抽出剤ジ-*n*-ヘキシルスルフィド (DHS) にみられたスルフィドのスルフォキシドへの酸化が MOTDA においては確認されず、この高耐酸化性が長期間の高パラジウム抽出に寄与していることが示された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 貴金属、溶媒抽出、溶媒含浸繊維

【研究題目】 感染症診断用マイクロ流体チップの開発

【研究代表者】 宮崎 真佐也

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 宮崎 真佐也、Maria Portia P. Briones

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究の最終目標は、医療分野で問題となっているウイルス感染の迅速な検出を行うためのマイクロ流体デバイスを開発することにある。本提案では、我々の開発したマイクロリアクター製造技術、及び DNA 分析技術を組み合わせ、臓器移植時の免疫抑制剤投与時あるいは HIV 等による免疫力低下時に生じるサイトメガロウイルス感染を標的として、血液等から得られるサンプル中のウイルス由来標的遺伝子を迅速に分析するマイクロフローチップを開発することを目的としている。最終年度は我々がこれまでに開発した分析技術と、従来医療現場で用いられている方法の比較を、実際の臨床検体に近い、匿名化した患者由来血清を用いて行った。その結果、我々の方法は従来法では診断が非常に困難であった患者由来の血清中に含まれるウイルスを効率よく診断できることがわかった。また、検体体の前処理など実用化に向けた課題も明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロ流体チップ、感染症、Point-of-Care Test

【研究題目】 有機 EL ディスプレイ用燐光材料の迅速探索システム

【研究代表者】 今野 英雄 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 今野 英雄 (常勤職員1名、その他1名)

【研究内容】

近年、有機 EL ディスプレイ用の発光材料として、トリス (2-フェニルピリジン) イリジウム錯体などの燐光性イリジウム錯体を用いると、EL 発光効率が従来用いられてきた蛍光材料よりも3~4倍も向上することが報告され注目を浴びている。しかし、これら燐光性イリジウム錯体については、これまでに様々な製造法が提案されているが、多段階プロセスが必要、反応時間が長い、複雑な精製プロセスが必要、収率が低いなどの問題があり、現在までに実用的な合成法は開発されていなかった。そこで本研究では、有機 EL ディスプレイ用燐光材料の開発を加速化するために、マイクロ波を用いた燐光材料の迅速探索システムを構築することを目的としている。本年度は、トリス (2-フェニルピリジン) イリジウム錯体に代表されるトリソルトメタル化イリジウム錯体の収率が、有機配位子の構造に強く依存することを見出した。すなわち、2-フェニルピリジンのベンゼン環部位に電子吸引性基であるフッ素を導入すると、オルトメタル化反応が活性化され、従来必須であった塩基を添加することなく収率が大きく向上することが確認された。また、新規燐光材料の分子設計として、2-フェニルピリジンのピリジン環部位の4位にフッ素を導入すると、イリジウム錯体の発光が短波長シフトすることを見出し、青色発光材料の開発のための新たなアプローチを開発した。さらに、2,2'-ジピリジルアミン配位子を有する様々なオルトメタル化イリジウム錯体を合成し、オルトメタル化配位子を変えることで発光色 (青、緑、赤) を制御することに成功した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 有機 EL、マイクロ波、合成、発光材料、イリジウム

【研究題目】 超高速化学合成プロセス創製に向けた超臨界流体制御技術の開発

【研究代表者】 相澤 崇史

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 相澤 崇史、金久保 光央、川波 肇、増田 善雄、佐藤 修、松嶋 景一郎 (常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

自然界に大量に存在する水や二酸化炭素を超臨界状態として機能化して利用するプロセスは、環境調和型プロ

セスとして注目を集めている。しかし、高温反応のため副反応を抑えられず、プラント化の障害となっており、革新的生産プロセス実現のためには、目的物を選択的に合成するための精密に制御された反応場を提供が必要である。本研究課題では、超臨界流体場の基質導入・混合状態を把握し、反応器の最適化及びコンパクト化を行う。即ち、反応場可視化観測システムを開発し、世界初の超臨界水の反応混合部の直接観測を行い、流れ・伝熱のメカニズムを解明し制御法の確立を図る。さらに、それらの知見を用いて設計・開発された流通式反応器を用いて、有望な反応の探索と条件の最適化を行い、既存プロセスを凌駕する生産性を達成する反応の提案を行う。

平成18年度は、Y字及びト字の混合容器を用いて、混合角依存性を調べる実験を行い、超臨界水と常温水の混合する角度により、混合の度合いが異なり、鋭角な混合ほど混合状態が良くなることを明らかにした。また、ヨードベンゼンとエチルアクリレートからケイ皮酸エチルが精製する Heck 反応において、マイクロ波の効果が期待できない非極性溶媒に関して、少量のイオン性液体の添加により Heck 反応が進行することを示した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 超臨界流体、反応場観測、反応場制御

[研究題目] ソフト化学的合成方法による省エネルギー型ランプ用蛍光体微粒子の開発

[研究代表者] 西須 佳宏（環境管理技術研究部門）

[研究担当者] 西須 佳宏、秋谷 俊之
（常勤職員1名、他1名）

[研究内容]

制御性の高いソフト化学的合成法により、低消費エネルギー型のランプやディスプレイ等を用途とする高効率な蛍光体微粒子を開発することを目的とする。蛍光管等に用いられる蛍光体は、ガラス面に薄く塗布され、また散乱光である必要性等から通常は粉体状であるが、従来法の蛍光体製造プロセスでは、不純物の混入や解砕時の結晶表面への傷（欠陥）、さらに組成・粒度・形状等の不十分な制御が、機器使用時の潜在性能（輝度特性等）を抑制する要因となっている。そこで本研究では、合成過程に液相析出法等のソフト化学的手法を応用することにより、精密に組成や結晶構造を制御して、不純物の混入や結晶表面への欠陥を防止し、さらに形状や粒度を最適化して、輝度等の特性の高い蛍光体を得ることを目的としている。平成18年度は、色純度や発光スペクトルの強度（ピーク値）が高い新規ケイ酸塩系青色蛍光体微粒子について検討した。本系では、出発物質の選択や仕込み組成の比率や熱処理条件などの厳密な制御を必要として、適切条件範囲外では不純物相の生成や結晶性低下などを生じ易く、さらにこれらが要因となり顕著に発光特性を抑制することなどを明らかにした。本研究では、適切な合成条件範囲を明らかにするとともに、本法で適切

な制御が可能であることを検証した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 蛍光体、微粒子、合成

[研究項目] 非線形光学素子用カーボンナノチューブ素材の開発

[研究代表者] 片浦 弘道

（ナノテクノロジー研究部門）

[研究担当者] 片浦 弘道、藤木 直美
（常勤職員1名、他1名）

[研究内容]

高度情報化社会を迎え、高速光通信ネットワークの整備は緊急の課題である。2001年、産総研では、カーボンナノチューブ（CNT: Carbon NanoTube）が光通信波長帯（1.55ミクロン）で顕著な可飽和吸収を示す事を見だし、それ以降、CNT 非線形光学素子の開発が開始された。本研究課題は、上記の知見をふまえ、CNT による非線形光学素子を実現する上で、CNT が現在抱えている問題点を克服し、実用可能な性能を材料レベルで実現する事を目的とする。

実験室レベルで、高度に構造を制御した CNT を合成し、高純度に精製を行うことにより、実用レベルの非線形光学素子ができることがこれまでの研究で明らかになった。例えば、レーザー蒸発法と呼ばれる CNT 合成法で作製した CNT を、高度に精製し、それをポリイミドと呼ばれる機能性ポリマーにナノ分散し、そこに誘電体多層膜ミラーを作製することにより、可飽和吸収ミラーを作製できる。これを固体レーザー共振器に用いる事により、外部から一切制御する事無しに、68fs という極めて短いパルス幅で、自発的なモードロック発振に成功している。

残されている最大の問題は、産業化に向けて市販の CNT を利用する場合に、上記と同等の性能のデバイスが作製できるかどうかにある。1.55ミクロン帯という条件を課すと、CNI 社の HiPco と呼ばれる CNT がもっとも実用レベルに近い品質であることがわかった。そこで、この HiPco をどこまで品質向上可能かを、徹底的に調べた。まず、最大の不純物であり、様々な悪影響を及ぼす触媒の鉄粒子の除去を行い、初期含有率25%を、2%以下まで精製する事に成功した。同時に、加熱酸化を行う事により、不要な直径の細い CNT を燃焼除去し、必要な太さの CNT のみが残るように調整することに成功した。こうして得られた CNT の分光透過率の特性は、先のレーザー蒸発法によるものほとんど一致する事が示された。この CNT を用いて、非線形特性を調べたところ、処理前の CNT に比べて2倍程度特性が向上している事がわかった。しかし、先のレーザー蒸発法による CNT に比べると劣悪であり、このままでは実用レベルの特性は得られない事がわかった。

CNT の非線形特性には、線形吸収の特性だけでは決

まらないファクターがあることが上記の実験から明らかとなった。原因としては、CNT 側壁の欠陥濃度の違いが挙げられる。CNT の欠陥は、新たな炭素源無しに補修することはできないことが、理論的に示されている。従って、今後実用レベルのデバイスを作製するには、欠陥が少なく、直径のそろった量産可能な CNT 素材が不可欠である事がわかった。

今年度は当研究課題の最終年度であるため、以上の結果とこれまで得られた成果を報告書にまとめた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、非線形光学、レーザー、光通信

【研究題目】 ゲノム情報を利用したヒト由来タンパク質の効率的生産のための新規酵母発現系の開発

【研究代表者】 佐原 健彦
(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 佐原 健彦、合田 孝子
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

研究目標：

ヒト由来の細胞膜や細胞外に分泌されるタンパク質の多くは、創薬研究において重要視されているにもかかわらず、従来のタンパク質発現系では発現が困難な場合が多い。本研究では、酵母を宿主とした分泌タンパク質・膜タンパク質発現系において用いられてきた従来のシグナルペプチドよりも優れた分泌能力を示すシグナルペプチドを、出芽酵母ゲノム情報を利用して同定し、それらのタンパク質のより高効率な発現系を開発することを目的とする。

研究計画：

昨年度までに見いだした51種類の新規シグナルペプチドを用いて、多様なヒト由来分泌タンパク質・膜タンパク質の発現を試み、発現量を評価することで、出芽酵母タンパク質発現系における新規シグナルペプチドの有効性について検討する。

年度進捗状況：

51種類の新規シグナルペプチドを用いた多様なヒト由来分泌タンパク質・膜タンパク質の出芽酵母における発現、及びそれらのタンパク質の発現量評価を行うため、ハイスループットなタンパク質発現ライブラリーの構築方法及び Bead ELISA 法によるタンパク質定量方法を開発した。これらの方法により、本研究における目的タンパク質遺伝子の発現ベクターへのクローニングから発現量の評価に至る一連の実験ステップにおいて、マイクロプレートフォーマットを維持することができ、出芽酵母を宿主とした多種類のタンパク質のハイスループットな発現、定量方法を確立することができた。

本方法を利用し、新規シグナルペプチドを用いた各種

タンパク質（主にヒト由来分泌タンパク質）におけるタンパク質発現ライブラリーを構築し、発現量の評価を行った。その結果、タンパク質の種類によって高発現に有効なシグナルペプチドの種類は異なるものの、従来のシグナルペプチド（ α -因子由来）では発現困難なタンパク質において、新規シグナルペプチドの利用により発現量を改善することができた。これらの結果から、新規シグナルペプチドがヒト由来分泌タンパク質、膜タンパク質の高効率な発現に有効であることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酵母、タンパク質発現系、シグナルペプチド

【研究題目】 ホスホロイル基の高分子骨格への直接導入による有機材料の耐燃化

【研究代表者】 韓 立彪 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 韓 立彪 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

メチルメタクリレート(MMA)、スチレン(PS)、アクリロニトリル(AN)を用い、ジメトキシビニルホスホナート(DMVP)及びジフェニルビニルホスフィンオキシド(DPVP)との共重合について検討し、反応条件を最適化することにより、効率よく共重合を進行させることに成功し、低含リン高分子を効率的に合成する手法を確立した。各種の含リンポリマーを合成し、これらのポリマーの耐燃性を、難燃性の認証基準として最も一般的に用いられている UL-94法を用いて評価した。燃焼用のプレートを、MMA系とPS系はホットプレートで溶かして作成し、AN系はホットプレスで行った。その結果、MMA系では、3.5モル%DMVP含有させると HB(V-2)が達成、DMVPとDPVPの効果の差は少なかった；一方、PS系では、僅かのリン(<1モル%)含有させるのみで高難燃基準V0をクリアし、DMVPとDPVPの効果の差も少なかった；さらに、AN系においては、DPVPが4.5モル%含有させると、V-0達成した。しかし、DMVPの添加効果は少なかった。また、ビニルリン類は、酢酸ビニル類ともほぼ任意の比率で共重合する。一方、ビニルリン類のエポキシ化の最適化を行い、数種類のエポキシ型リン類の大量合成に成功した。更にホスホリル基の安全性について検討し、四種類の機能性置換基をもつリン化合物がガン細胞に対して、高い活性を示すことを明らかにした。さらに、機能性リン類の実用的製造法の研究も行き、空気を触媒とする、極めてクリーン、経済性のよいリン類の新しい合成法プロセスを見出した。また初めてホスフィンフリー触媒系を発見し、完璧な位置選択性により、より難燃性効果が大きい高酸素含有リン化合物スピロホスホランの触媒的合成法を開発した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 難燃剤、リン化合物、耐燃性、環境対応

〔研究題目〕 低温ラジカル活性化による炭化水素の気相選択酸化反応プロセスの開発

〔研究代表者〕 三村 直樹(環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 三村 直樹、坪田 年、伊達 正和、秋田 知樹、宋 朝霞
(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

本研究は、ラジカル活性化機能を持つ触媒で分子を活性化し、反応器内の気相空間で連鎖反応により目的生成物を得るといった新しい発想の触媒反応の研究である。以前に見出だしているチタン、モリブデンの活性動線を担持するに最適な触媒担体や反応条件について検討を行うとともに、触媒上の活性金属の構造などのキャラクターゼーションを行うことを目標にした。

高活性が期待できる担体として、メソポーラスシリカである MCM-41や SBA-15を担体に用いラジカル発生によるプロピレンオキシド合成を試みた。MCM-41を用いた場合は、テンプレートイオン交換法(TIE)を用いてチタン錯体を導入する手法で調製した場合に優れた活性を示し、従来触媒と同等の活性を得るために必要な条件として、触媒量で1/3の減少、反応温度で10 Kの低下という効果を得た。また、SBA-15に担持する金属は、市販の SiO₂触媒で効果的であった Mo 酸化物が有効であったが、MCM-41の活性には及ばなかった。X線回折により Ti 含有 MCM-41を分析した結果、整った規則性細孔構造に由来する明確なピークが確認でき、チタン担持前と比較しても構造は保たれていた。対して、一般的な含浸法では構造の崩壊が大きかった。UV で拡散反射スペクトルを測定して、含浸法の場合は4配位構造に帰属される位置にピークが見られたが、TIE の場合には少し長波長側にシフトが見られ、孤立単原子高分散状態ではなく、クラスター状になっていることが示唆された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ラジカル、選択酸化、プロピレンオキシド

〔研究題目〕 Point-of-Care 超並列バイオチップを目標とした高感度集積型蛍光検出モジュールの研究開発

〔研究代表者〕 亀井 利浩

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 亀井 利浩、板谷 太郎

(常勤職員2名)

〔研究内容〕

ラボ・オン・チップあるいは Micro Total Analysis System のための高感度集積型アモルファスシリコン(a-Si:H) 蛍光検出素子を開発する。電気泳動マイクロチップに実装することにより、ヒューマン・ストレス・マーカー計測、病原菌の検出・同定など現場 (Point-of-

Care) 高速バイオ化学分析への本格的な応用を切り拓く。高感度化へのアプローチとして、遮光層等の構造最適化、蛍光成分の選択的検出を行う。さらにバイオ化学分析のスループットを桁違いに向上させるための要素技術として超並列化が可能な蛍光検出モジュールを開発する。

今年度は a-Si:H フォトダイオードに光学干渉フィルターをモノリシック集積・パターンニングした集積型蛍光検出素子の高性能化を進めるとともに、第二高調波発生素子により赤外レーザー光を青緑光に変換する小型励起光源の開発に着手した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 バイオチップ、アモルファスシリコン、蛍光検出素子、ラボ・オン・チップ

〔研究題目〕 石英ガラスのレーザー光化学加工による高機能微細デバイス作製技術の開発

〔研究代表者〕 川口 喜三(光技術研究部門)

〔研究担当者〕 川口 喜三、佐藤 正健、奈良崎 愛子
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

光透過性等の多くの優れた特性をもつ石英ガラスの微細加工はハイテク産業の要素技術として極めて重要である。極めて困難な硬く脆い石英ガラスの微細加工を行い得る手法として、当研究グループでは、多くの長所を有するレーザー光化学加工法(LIBWE法)を開発してきた。本研究の目的は、この独自の微細加工技術を、加工速度の向上、加工サイズの大形化等により、産業応用に耐えうる加工技術として確立すること、及び、この技術の特性を活かした高機能マイクロデバイスを開発することである。

平成18年度、LIBWE法による微細構造作製の特徴を活かした高機能デバイスのプロトタイプとして作製したマイクロビーズ配列型バイオ分析チップのDNAの選択的検出による動作検証を進め、40分間の試料溶液の流通により濃度10 μM、10 μL 試料溶液中のDNAが選択的に検出可能であることを明らかにした。また、企業との共同研究に基づいて、汎用マイクロ化学チップとして利用するために実際にニーズの多い溝幅50 μm、100 μmのマイクロ流路構造を再現性良く作製できる条件を確立した。こうして確立した手法によりマイクロ流路チップを作製することで、従来の多段階の作製過程を大幅に短縮することが可能になった。

〔分野名〕 融合的・横断的・統合的分野

〔キーワード〕 石英ガラス、光化学微細加工法、レーザーアブレーション、表面機能化素子、マイクロ流体デバイス、高分子転写加工

〔研究題目〕 CFRP 構造体の全方位損傷モニタリングシステムの開発

〔研究代表者〕 遠山 暢之

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 遠山 暢之 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究は、板波に対して感度指向性を有する圧電素子を設計開発し、薄板上の一箇所にのみ配置したアレイセンサを用いて、外部衝撃荷重及び損傷等の音源位置標定を行うことが可能な計測システム及び評価手法を新たに開発することを目標としている。本年度の計画としては、30～50 kHz の低周波板波に対して指向性を有する圧電素子からなる放射状アレイセンサの設計を行い、同センサを用いた音源位置標定手法を確立する。さらに計測システムの構築及びソフトウェアの開発を行い、CFRP積層板や金属薄板を対象としたリアルタイム音源位置標定のデモンストレーションを行うこととした。45° 間隔で配列させた八つの指向性圧電素子からなる放射状アレイセンサを設計し、音源-センサ間距離及び音源の方位を定量的に評価する手法をそれぞれ開発した。オシロスコープ及びノートパソコンからなる計測システムを構築し、さらに本研究で開発した評価手法を組み込んだソフトウェアを開発し、音源の発生後、瞬時に計測波形、ウェーブレット係数履歴、音源位置標定結果が表示される計測システムを完成させた。アルミニウム薄板を対象としてデモンストレーション試験を行った結果、音源-センサ間距離誤差は±1 cm、音源方位誤差±2度以内の高精度な音源位置標定が行えることを確認した。以上の研究より従来手法と同等以上の精度でかつ、一箇所にのみ配置したセンサで音源位置標定を行う手法を確立することができた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 複合材料、圧電材料、非破壊検査、ガイド波、アコースティックエミッション

〔研究題目〕 高ステージインターカレーション反応系大容量キャパシタ炭素電極の開発

〔研究代表者〕 羽鳥 浩章 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 羽鳥 浩章、児玉 昌也、山下 順也、山下 安正、菊池 恵美

(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

次世代高効率自動車に必要な高性能電力貯蔵デバイスとして、大電流充放電が可能で、繰り返し充放電において極めて長寿命であるというキャパシタ本来の特性を損なうことなく、革新的な高エネルギー密度をもつハイブリッドキャパシタを開発することを目的として研究開発を行っている。窒素ドープカーボン多孔体をはじめとする低温処理(非晶質系)多孔質炭素電極を開発し、これを電気二重層(非ファラデー反応)と高ステージインターカレーション反応(ファラデー反応)の複合反応系正極材料として、リチウムイオン/黒鉛系のファラデー型

負極反応と組み合わせたハイブリッドキャパシタを設計し、大容量かつ長寿命なキャパシタデバイスの開発を目標に検討を行っている。平成18年度は、高容量化を目指した疑似容量反応機構の解明と構造最適化に関する検討を行った結果、ピッチを原料としてテンプレート法にて作製した窒素ドープ多孔体において、既存のキャパシタ用活性炭と比べて高いエネルギー密度が発現したことから、これを正極材料としたハイブリッドキャパシタの性能評価を行った。本電極では疑似容量によると考えられる容量増加が発現するにも関わらず、 LiBF_4 を電解質として用いた系において、高い耐久性が確認され、耐久試験を継続中である。今後、ハイブリッドキャパシタ用電極として用いた場合のエネルギー密度やサイクル特性といったセル特性の評価を行うのと並行して、種々の電気化学的評価により疑似容量反応のメカニズムの解析を行い、窒素の置換状態など電極材料の化学構造との相関関係等をさらに明らかにすることで、高いキャパシタ性能の発現が見込まれる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 キャパシタ、インターカレーション、リチウム、ハイブリッド、窒素ドープ

〔研究題目〕 プラズマフリー超高密度ラジカル源を有するレジスト剥離装置の開発

〔研究代表者〕 増田 淳 (太陽光発電研究センター)

〔研究担当者〕 松村 英樹 (国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学)、梅本 宏信 (国立大学法人静岡大学)

(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

研究目標：

高密度の水素原子を輸送可能なラジカル源を用いて 10^{16} cm^{-2} 台のイオン注入が施されたレジストを $3 \mu\text{m}/\text{min}$ 以上の速度で剥離可能な条件を確立するとともに、レジスト剥離終点検出技術も開発することで、被処理対象物にプラズマダメージを生じさせないレジスト剥離法を実用化するための基礎的要件を明確化する。

年度進捗：

ラジカル源の内壁部材並びに内壁温度と水素原子密度の関係を検討し、パーヒドロポリシラザンのキシレン溶液でシリカコートをしたステンレス部材を使用した場合に、水素原子のラジカル源内壁での再結合による消滅を抑止可能なことを見出した。また、内壁の温度が低いほど水素原子の再結合による消滅を抑止可能なことを見出した。これらの知見に基づきラジカル源を設計し、レジスト剥離を実施した。ウエハ表面温度が高いほど、レジスト剥離速度は速くなった。ラインアンドスペースを施したレジストにおいても、実用化が十分に可能な $6.7 \mu\text{m}/\text{min}$ の剥離速度を達成した。また、 $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ と高濃度に砒素をイオン注入したレジストにおいても剥離後

の残渣が存在しないことも確認できた。基板温度130℃～200℃の範囲で、6インチウエハ内の面内均一性を±5%以内に抑制することに成功した。レジスト剥離後のオーバーエッチ時間4 min 以内において、水素原子の発生に用いるタングステン線に起因するウエハの汚染濃度を 2×10^{10} atoms/cm²以下に抑制することに成功した。さらに、排ガス成分の変化をマイクロ波放電時の発光スペクトルから検出する方法並びに触媒体の抵抗変化を検出する方法が本手法の終点検出法に最適であることを示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】プラズマフリー、超高密度ラジカル源、レジスト剥離

【研究題目】人の社会的関係を考慮した情報提供に関する研究

【研究代表者】西村 拓一（情報技術研究部門）

【研究担当者】西村 拓一、松尾 豊、中村 嘉志、濱崎 雅弘、藤村 憲之、Tom Hope、藤岡 由季（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

目標：

本研究では、ユビキタス環境における各種センサ情報や情報家電における機器の情報を、人同士の社会的関係に関する情報と合わせて用い、ユーザへの情報提示や機器の制御を行う。そのための技術開発、プロトタイプ開発及び実運用を目的とする。このため、「人同士の社会的関係の獲得に関する研究」及び「人同士の社会的関係と位置情報を利用した情報支援に関する研究」の二つを進める。前者の研究成果を後者で活用する。

年度進捗状況：

「人同士の社会的関係の獲得に関する研究」では、社会的関係獲得の対象となる人の範囲を広げ、より詳細な社会的関係を獲得し、実世界センサデータも用いた社会的関係獲得手法の改良を行った。「人同士の社会的関係と位置情報を利用した情報支援に関する研究」では、参加者の位置と向きなど状況の取得方法及び学会用のシステムにて人間関係や行動履歴を用いた情報推薦サービスを開発した。二つの課題を統合したシステムの日本語版と英語版を開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】Web マイニング、ユビキタス、人間関係ネットワーク

【研究題目】光コムを利用したスーパーヘテロダイン測長技術に関する研究

【研究代表者】鍛島 麻理子（計測標準研究部門）

【研究担当者】松本 弘一、堀 泰明（常勤職員2名）

【研究内容】

現在、日本の工業の復活を支えている半導体製造などに必要な超精密測長技術に資するために、光コム技術の光周波数技術を基盤として、ヘテロダイン干渉・光ゾーミング干渉技術とを融合した新しい超高分解能測長システムを構築する。高い分解能のゾーミング干渉技術に、正確な周波数間隔を持つ光コム・スーパーヘテロダイン干渉技術を付加して、不確かさ100ピコメートルで分解能50ピコメートルの超高分解能高精度測長システムを開発する。

平成16年度に開発した、光コムに安定化した半導体レーザー光源を用いて、スーパーヘテロダイン干渉計とゾーミング干渉計を組み合わせた、新しい干渉計の開発を行った。

まず、波長が大きく離れた二波長から得られるスーパーヘテロダイン信号を検出するため、音響光学変調器（AOM）を2台用いてビートダウンする方法について検討し、スーパーヘテロダイン信号を検出した。

次に、スーパーヘテロダイン干渉計とゾーミング干渉計を組み合わせた新しい干渉計を考案した。リニアモーターステージの変位と PZT ステージの変位が、ゾーミング原理に従って約500倍の比になることを確認し、このことから、この干渉計で、ゾーミング干渉原理が成り立つことが確認された。

さらに、干渉計の制御機構として、サーボ回路を試作し、ゾーミング原理によってステージを制御できることを確認した。スーパーヘテロダイン干渉信号と He-Ne レーザー干渉信号の位相差を、サーボ回路を介してピエゾステージにフィードバックした。このとき、理論上、ゾーミング原理によって変位が比例関係になる二つのステージが、理論通りに動くことが確認された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、標準・計測

【キーワード】レーザー干渉計、デジタルスケール、ピコメートル、長さ計測

【研究題目】均一系触媒の耐水性化による新規水中触媒プロセスの開発とそのメンブレンリアクターへの展開

【研究代表者】藤田 賢一（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】村木 孝仁、服部 初彦、坂場 愛、橋本 美香（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究では、まず水中での有機反応において反応促進の鍵となる“球状ミセル”をモデルとした単分子ミセル型ホスフィン配位子として両親媒性層ブロック dendrimer 固定型二座ホスフィン配位子を合成した。ジメチルスルホキシド中炭酸カリウム存在下、4-ヒドロキシフェニル基を有するビスホスフィンオキシドと dendron 型臭化ベンジルとの反応により、最外殻にエステル基を有する dendrimer 型ホスフィンオキシドを合成し、トリ

クロロシランで還元することにより dendritic 型二座ホスフィンを得た。そしてエステル基を水酸化カリウムで加水分解することにより最外層にカルボキシル基を有する dendritic 型二座ホスフィン配位子を合成した。次に新規 dendritic 型二座ホスフィン配位子の水中で有機合成における有効性を検証した。最外殻をカルボキシレート基とする両親媒性 dendritic 固定型二座ホスフィンパラジウム錯体触媒を調製し、水中で鈴木-宮浦クロスカップリング反応や辻-Trost 反応を行ったところ、目的とするカップリング生成物を得ることができた。

また類似の単分子ミセル型単座ホスフィン配位子を用い dendritic 型白金-ホスフィン錯体触媒を調製し水中でアセチレン類の水和反応を行ったところ反応は円滑に進行し、さらに反応液のナノフィルターでの濾過により、dendritic 型触媒のリサイクルが達成され、新規単分子ミセル型触媒の水中有機合成における有効性が明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ミセル、均一系触媒、触媒プロセス

【研究題目】光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムによる高性能な可視光応答型光触媒の開発

【研究代表者】佐山 和弘 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】佐山 和弘、杉原 秀樹、小西 由也、荒井 健男 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

二酸化チタンを超える活性を持つ高性能な新規可視光応答型の半導体光触媒を開発するため、独自の光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムにより多くの複合半導体の探索・評価を効率的に行う。本システムでは、汎用性の高い有機金属分解法などの半導体湿式調製法と自動分注装置及び自動制御電気炉を組み合わせて、多種多様な複合半導体の微粒子や多孔質薄膜を高速自動合成する。さらにパターン塗布した半導体多孔質薄膜の光電流評価手法を利用して、半導体の電荷分離特性や反応基質分解活性・選択性などを高感度で高速自動評価する。見いだされた半導体光触媒の候補について調製法の最適化を行い、最終的に有害化学物質分解に対して市販光触媒よりも飛躍的に高い活性を示す可視光応答型光触媒の実用化を目指す。平成18年度は半導体膜自動合成装置と光電流自動評価装置の改良と運用方法を検討し、本格的探索を開始した。各種鉄系の複合酸化物を検討し、Ti や Nb、V などを含む電荷分離能力の高い n 型半導体を見いだした。また、アセトアルデヒドなどの環境汚染物質の分解に関して、各種銅系複合酸化物と酸化タングステン系光触媒を組み合わせた高性能な新規可視光応答型光触媒の開発に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】光触媒、可視光応答、光電極、酸化物半導体

【研究題目】高温環境でのダイレクトモニタリング用広帯域振動センサの開発

【研究代表者】田原 竜夫

(実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】秋山 守人、野間 弘昭、西島 大、三好 規子、深町 悟
(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

過酷環境に曝される部材のミクロな損傷を検出し、機械的破損の予知や余寿命診断技術として活用できれば、各種プラント等における安全管理体制を、定期メンテナンス主体の「時間管理型」から使用部材の状態に応じた「状態管理型」へと転換できる。その結果、機械的破損を原因とする産業事故の防止、運用管理効率化、生産効率向上を図ることができる。このような革新的管理技術の実現には振動解析技術の利用が極めて有効であるが、高温環境で発生する高周波振動を検出できるセンサが存在しない。そこで、窒化アルミニウム (AlN) 薄膜を検出子とし、振動の検出から出力信号伝達にまで至る最適なパッケージ化を行うための総合的な研究を通じ、MHz 域までの広帯域振動を計測でき、800 °C で1万時間の使用に耐える、新規な振動センサを開発する。

今年度は AlN 薄膜からなる圧電体素子の構造等について検討するとともに、薄膜材料の高温での電気的特性評価にも取り組んだ。その結果、AlN 薄膜圧電体の 850 °C までの比誘電率と体積抵抗率を明らかにするとともに、良好な特性を示す薄膜圧電体素子の作製条件を見出した。さらに、作製したセンサ素子を用いた耐熱センサの試作を重ねつつ、高温でのセンサ特性評価試験を実施したところ、金属媒体を伝播した弾性波を 800 °C の高温雰囲気中で検出することに成功した。また、耐久性評価試験では、800 °C で200時間経過後にもセンサが動作していることを確認した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】振動センサ、耐熱化技術、薄膜圧電体

【研究題目】近接垂直ブロー型 CVD 炉を用いた炭化珪素の高速・高精度均一化エピタキシャル技術の開発

【研究代表者】石田 夕起

(パワーエレクトロニクス研究センター)

【研究担当者】石田 夕起 (常勤職員1名)

【研究内容】

SiC 素子の普及促進のためには、現状最もコストを押し上げているエピ膜形成プロセスの高スループット化が必須である。本研究では、高品質 SiC 基板上に Si エピ成長なみの成長速度で、かつデバイス用ウエハとしての

仕様を満足する膜厚・濃度分布を実現する SiC エピ成長技術、すなわち2インチ基板前面にわたって成長速度：100 $\square\text{m/h}$ 以上、膜厚・濃度分布：5 %以内の高速・高精度大口径均一化技術の開発を目標としている。本年度は、4度オフ基板上の高速エピ成長の検討を行った。これは、基板メーカーが基板のオフ角を8度から4度に切り替えてきていることに対応するためである。基板のオフ角が浅くなると、インゴットあたりの生産枚数が増え、基板の価格を安くすることができる。実際、4度オフ基板は8度オフ基板に比べ2～3割ほど安く提供されている。コスト削減という観点からは、4度オフ基板の使用が望ましい。そこで実験を行ったところ、4度オフ基板上でも100 $\square\text{m/h}$ 以上の成長速度で成膜できることを確認したが、8度オフ基板に比べ最大成長速度は遅くなった。この現象を BCF モデルを用いて解析し、基板のオフ角が小さくなるにつれて得られる最大成長速度は減少することを見出した。しかしながら、実用の目安は100 $\square\text{m/h}$ 以上の速度であるので、4度オフ基板の使用は問題ないと考えられる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高速成長、均一成長

【研究題目】バイオマス由来燃料を用いた小型燃料電池の研究開発

【研究代表者】藤原 直子

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】藤原 直子、山崎 眞一、林 由美子、前田 範子、村井 嘉子

(常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

電子情報化社会の到来に伴い、利便性の高い安全なマイクロ電源が求められている。本研究は、バイオマスから得ることができ、環境及び生体適合性の高い糖類、エタノール、アスコルビン酸などを燃料に用い、直接酸化して使用する固体高分子形のダイレクト燃料電池の開発を目的とする。これらのバイオマス由来燃料化合物を効率的に酸化するための高活性電極触媒の探索と、各燃料を用いた小型燃料電池について単セル及びスタックセルのプロトタイプを作製する。

本年度は、エタノール、グルコース、アスコルビン酸を燃料に用いたダイレクト燃料電池を作製し、その発電特性を評価した。エタノールとグルコース燃料電池には白金・ルテニウム、アスコルビン酸燃料電池にはカーボンブラックをそれぞれ燃料極に使用したところ、25～80 $^{\circ}\text{C}$ における最大出力密度は、エタノール、グルコース、アスコルビン酸の順に5～14、2～11、21～48 mW cm^{-2} となった。また、ダイレクト燃料電池の発電性能を支配する因子の一つである燃料のクロスオーバーは、代表的なダイレクト燃料電池用燃料であるメタノールの場合に比べて非常に小さく、深刻な影響を及ぼさないことが示唆

された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、バイオマス、電極触媒

【研究題目】マクロファージの免疫応答能を活用するドラッグデリバリーシステムの構築とその技術応用の開拓

【研究代表者】池原 譲 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】池原 譲 (常勤職員1名)

【研究内容】

NEDO の行う産業技術研究助成事業で助成された研究代表者は、マクロファージ (ϕ) の糖鎖認識を活用した“新規ドラッグデリバリーシステム”を完成し、そのシステムをがんや感染症の克服に応用技術を開拓する目的を持って、本研究題目を実施している。リボソームをオリゴマンノースで被覆することによって作製した、オリゴマンノース被覆リボソーム (OML) を用いると、封入した薬剤を $\text{M}\phi$ へ特異的に送達できることを可能とすることを基本技術としている。

$\text{M}\phi$ は、リボソーム表面糖鎖の認識により OML をすみやかに取り込み、引き続いて起こる活性化によって、領域リンパ組織へ遊走する。腹腔内へ投与した場合には、この遊走先は節外性リンパ組織、乳斑であり、腹腔内に生じる癌転移の足がかりとなっていることが知られている部位である。抗癌剤を封入して投与した場合には、特異的に抗癌剤を当該領域に集積することができる。胃癌腹腔内転移マウスモデルを用いて、OML の薬剤送達効果を腫瘍の進展で評価したところ、腹腔内転移による腫瘍の進展は十分コントロールできた。この結果は、胃癌の新しい治療法として有望であることを示唆する (Cancer Res 66(17):8740-52, 2006)。本研究に関して、総説として紹介し (Current opinion of Molecular Therapeutics, 9:53-61 2007)、当該技術の臨床へのトランスレーションに努めている。

一方、免疫系によるがんの拒絶の主要エフェクター細胞は細胞傷害性 T 細胞 (Cytotoxic T Lymphocytes : CTL) であるが、タンパク質をそのまま免疫するだけでは CTL が効率的に活性化されにくいことが知られている。このことは、がんワクチン技術における大きな問題となっていた。開発した DDS によってこのような問題が解決されるかどうか、現在検討している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖被覆リボソーム、がん治療、ドラッグデリバリーシステム

【研究題目】2次元マトリクスアッセイを実現する閉鎖流路型細胞アレイのテイラーメード作製技術

【研究代表者】須丸 公雄

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】 須丸 公雄、高木 俊之、金森 敏幸、
枝廣 純一、高井 克毅、大島 裕貴
(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

当助成金では、薬物スクリーニングや細胞診断の効率化と自動化への強いニーズに応えるべく、内面に複数種の細胞が配列担持された多数の閉鎖微小流路からなる新規細胞アレイの作製技術を確立することを目指して研究を進めている。これにより、細胞アレイの作製からバイオアッセイまでを一貫した無菌的操作によって合理的に行うことが可能になり、ユーザーが自ら保有する細胞を用いて細胞アレイを無菌的に作製し、これを用いて2次元マトリクスをなす膨大なバイオアッセイを一挙に行うことが実現されると期待される。

本年度は、複数種の細胞に適用可能な光接着制御条件を特定すべく、様々な光応答性材料を担持させた培養基材及び操作条件の検討を行った。その結果、培地中で光照射した領域のみ細胞が接着可能で、それ以外の領域で細胞接着が抑制される新規基材の開発に成功し、これまで CHO-K1、MDCK、HepG2、MEF の接着制御実現を確認した。この基材に微小パターン光照射と細胞の播種を段階的に行うことで、複数種の細胞を所定のパターンに沿って共培養できることを初めて実証した。さらに、光応答性の材料を担持しない培養基材上の細胞に光照射を行うだけで、その細胞の基材接着性が亢進する全く新しい現象を発見し、これまで CHO-K1、MDCK、HepG2、HeLa の接着制御に応用できることを確認した。

一方、細胞配列流路チップのプロトタイプとして、流路となる溝構造を有する PDMS (polydimethylsiloxane) チップを作製し、細胞分散液を供給する仕組みを有するチップホルダーを用いて、光応答性ポリマーを担持した培養基材表面と張り合わせた状態で安定に固定し流路構造を形成した。その際、細胞接着阻害性を有する PDMS をコンタクトプリント法により基材上にパターン塗布、流路中央の円形(直径200 μm)領域5カ所に限って細胞が接着・増殖できるようにした。これを用いて2種類の細胞を同一流路内の所定域に安定に担持できることを実証した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞アレイチップ、マイクロ流路、刺激応答性高分子、光細胞マニピュレーション

【研究題目】 バイオサーファクタントをリガンドとした有用タンパク質の高効率分離システムの開発

【研究代表者】 井村 知弘(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 北本 大、秋山 陽久(ナノテクノロジー研究部門)(常勤職員3名)

【研究内容】

目標:

本研究では、需要の急増が見込まれる有用タンパク質(抗体など)の製造プロセスを飛躍的に高効率化する新しい分離・濃縮技術の開発を目的としている。特にバイオサーファクタントをリガンドとしたアフィニティークロマトグラフィーや水性二相分配法の設計・構築を目指す。

研究計画:

今年度は、バイオサーファクタントが形成する水性二相系の物性を界面化学的アプローチにより明らかにし、実際にこれを活用した抗体分離を試みる。また、効率的かつ実用的なアフィニティークラムクロマトグラフィーの設計を行うため、物理吸着ばかりでなく、バイオサーファクタントリガンドの親水基の構造を維持したまま、リガンドを化学結合によってカラム担体へ固定化する技術を開発することも行う。

本年度進捗状況:

まず、バイオサーファクタントが形成する特異な水性二相系の濃度や温度範囲などの分離に必要な各種形成条件を明らかにすることができた。また界面化学的手法を駆使することによって、バイオサーファクタントの水性二相系の形成メカニズムを解明した。さらに、この系を利用して、抗体の分離を試みたところ、数%以下のリガンド濃度で極めて多量の抗体を分離・濃縮可能であることが判明した。また、抗体の分離にはバイオサーファクタントの親水基の構造が極めて重要な因子であることが判明したため、バイオサーファクタントの疎水基を反応点としてカラム担体へ化学的に固定化することを試みた。その結果、疎水基の二重結合を反応点とすることによって、カラム担体へ親水基の構造を維持したまま多量のバイオサーファクタントを固定化することに成功した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオサーファクタント、抗体、ダウンストリームプロセス

【研究題目】 高感度光検出型メンタルヘルスケアチップの開発

【研究代表者】 福田 伸子(光技術研究部門)

【研究担当者】 福田 伸子、坪井 一真、福田 隆史、
牛島 洋史(常勤職員4名)

【研究内容】

表面プラズモン共鳴(SPR)あるいは光導波モードの励起により、基板上的カテコールアミン類を高感度蛍光検出できるシステムを確立することを目指とする。

本年度は、金属・ガラスのような固体基板のチップ上でカテコールアミン類を検出するための基板を設計し、蛍光誘導体化基質であるベンジルアミン誘導体のガラス及び金属表面への固定化を試みた。固定化の過程は、紫外可視吸収スペクトル、SPR、X線光電子スペクトル、

及び偏光変調高感度反射法を用いた FT-IR スペクトルの測定によって追跡された。シランカップリングによる基板表面の反応活性化後、2段階の表面化学反応を行うことによって、ガラス及び金属表面へベンジルアミン誘導体を固定化させることに成功した。次に、ベンジルアミン誘導体が固定化された基板上で、カテコールアミンの一種であるアドレナリンを反応させたところ、375 nm の励起による蛍光スペクトル測定により、450-600 nm に新たな蛍光スペクトルが確認されたことから、基板上でアドレナリンの蛍光誘導体化が進行したことが示唆された。さらに、アルミニウム薄膜上に数10 nm の厚さの酸化シリコンを堆積した基板が、375 nm の入射により SPR を励起できることがシミュレーションより分かった。この酸化シリコン表面にベンジルアミン誘導体が固定化された場合、電場増幅効果により蛍光誘導体化されたカテコールアミン類の蛍光を増強でき、高感度検出につながるものと考えられる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】カテコールアミン、表面プラズモン共鳴、光導波モード、ケミカルバイオセンサー

【研究題目】ハイパーミラーによる遠隔技能トレーニングシステムの研究開発

【研究代表者】熊谷 徹（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】熊谷 徹、森川 治、横山 和則、片桐 孝昌、中島 正人（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

目標：

指導者とのマンツーマンによる技能トレーニングは、スポーツの練習、伝統技能の継承、重要な医療行為である手術手技の習得等において、幅広く行われている。しかし指導者と学習者が同じ場所にいる必要があるため、指導者が少ない技能では、円滑な教授が妨げられている。そこで本研究は、先端医療技術である内視鏡下鼻内手術を対象として、ハイパーミラー(HM)を用いた遠隔・自習技能トレーニングシステムを研究開発する。HM は、遠隔地にいる対話者が同じ場所にいる仮想映像を合成して呈示する遠隔対話インタフェースであり、優れた空間共有性を持つ。

研究計画：

内視鏡下鼻内手術を対象として、HM を用いた遠隔・自習技能トレーニングシステムを試作し、教示に適した映像呈示方法(指導者/学習者の撮影方法・映像呈示位置等)を明らかにする。教示コンテンツを作成し、遠隔トレーニング実験を行い、提案システムの有効性を検証する。

年度進捗状況：

平成18年度は、内視鏡下鼻内手術の教示に適したHM の映像呈示方法を明らかにするため、HM に表示

した課題図形を指先でトレースする実験を行った。実験結果から、学習者を中心として、HM とカメラが同方向のときは鏡像表示、逆方向のときは正像表示することにより、身体技能を円滑に教示できることが示唆された。

この知見に基づいて、ビデオケーブルで直結した一对の遠隔トレーニングシステムを試作し、内視鏡下鼻内手術の遠隔教示の予備実験を行い、提案システムにより基本的な手術技能を遠隔教示できることを示した。

平成19年度に、金沢とつくばに設置した一对の遠隔トレーニングシステムを、インターネットを介して接続し、手術技能のトレーニング実験を行い、提案システムの有効性を検証する予定である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】技能トレーニング、内視鏡下鼻内手術手技、遠隔教示、ハイパーミラー

【研究題目】近接場光による光制御型マイクロバルブの集積化を利用したストレス計測用 Point-of-Care デバイスの開発

【研究代表者】永井 秀典

(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】永井 秀典、入江 隆（常勤職員2名）

【研究内容】

実用的なストレス計測用 Point-of-Care デバイスを目指し、遠心力による送液を利用した流体デバイスの開発を進めた。生産性と再現性に優れ、産業化に適したタンパク質架橋剤を開発した。さらに、ストレスマーカーの免疫測定を自動化するため、秤量及び分注機構のオンチップ化を達成した。

【分野名】ライフサイエンス、ナノテクノロジー

【キーワード】オンチップ型光制御バルブ、近接場光

【研究題目】同一組成セラミックスメンブレンリアクターを用いた天然ガスの新規変換システムの提案に関する研究

【研究代表者】濱川 聡

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】濱川 聡、伯田 幸也、長瀬 多加子（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究は、天然ガスを資源とする輸送燃料製造プロセス(GTL プロセス)の最重要要素技術である、合成ガス製造工程の抜本的な改良を可能とするセラミックスメンブレンリアクターの開発を実施するものである。本年度は、酸素透過膜である $\text{Ca}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ti}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_{3-\alpha}$ (以下、CTO と略す。)の超臨界水熱合成法による微粒子合成手法の確立を目指した。また、CTO 調整手法がメンブレンリアクターの性能に及ぼす影響を評価した。

超臨界水熱合成法を用いて CTO 微粒子調製を行った

結果、20 nm 程度の粒子径で、60 m²/g 以上の高表面積な超微粒子を得ることに成功した。さらに、様々な Fe 量を置換することができる最適な調製条件を見出すことができた。また、超臨界水熱合成により調製した CTO 粉末を用いて得られた緻密体の酸素透過速度は、ゾルゲル法のものよりも、1.5倍ほど高いことがわかった。以上の結果から、超臨界水熱合成法は CTO の微少粒子を調製する手法にとどまらず、メンブレンリアクターの特性をも向上させる効果があることが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】セラミックスメンブレンリアクター、酸素透過膜、超臨界水熱合成

【研究題目】低環境負荷、高洗浄性能、安全性を兼ね備えた工業洗浄剤の開発研究

【研究代表者】水門 潤治（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】陳 亮、滝澤 賢二
（常勤職員2名）

【研究内容】

目標：

フロン物質である CFC-113は工業洗浄剤として広く利用されてきたが、オゾン層破壊効果が大きいことから既に全廃されている。これに伴い、水系、炭化水素系、塩素系洗浄剤などへの代替が進められたが、依然として省エネルギー性、安全性等に課題が残されている。本研究では、種々含フッ素環状化合物の合成と特性評価を行うことにより、環境影響、安全性、洗浄性能、省エネルギー性の全ての特性に優れた工業洗浄剤を開発することを目標とする。

研究計画：

合成技術開発では、環状構造の形成に重要な環化反応を中心に種々含フッ素環状化合物の合成法についての基礎的知見を得るとともに、反応の効率化を図る。また、OH ラジカルとの反応速度測定（相対速度法）により環境影響評価を行い、燃焼限界及び燃焼速度測定により燃焼性評価を行う。

本年度進捗状況：

環化反応において安価な工業原料を組み合わせることにより、高収率で含フッ素環状化合物を合成できることを見出した。また、環化反応における反応温度や反応圧力の効果も明らかにした。さらに、環化反応により得られた化合物を用いた反応検討として2種類の反応を行った結果、いずれも高収率で目的物を合成できることを見出した。

環境影響、燃焼性の評価として、4化合物の相対速度法による OH ラジカルとの反応速度測定、4化合物の ASHRAE 法による燃焼限界の測定、1化合物の燃焼速度測定を行った。その他、沸点測定、溶解度測定、毒性評価を行うことにより、洗浄特性に優れ、環境負荷が小

さいと期待される新規物質2化合物を見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業洗浄剤、含フッ素環状化合物、フロン代替物

【研究題目】先端電子機器に含まれる有害化学物質の溶出試験法開発と国際標準化

【研究代表者】山下 信義

（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】山下 信義、谷保 佐知、三宅 祐一
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

電子計算機・半導体・液晶等、高度テクノロジー電子工業製品の製造過程で膨大な量が使用されており、その一部は製品自体に残留することが確認されている RoHS 指令対象物質である特定臭素系難燃剤、及び将来的に対象となる可能性の高い難分解性フッ素化合物について信頼性の高い製品溶出試験法を開発する。平行して簡便迅速スクリーニング法として工業製品中の総ハロゲン（フッ素、臭素、塩素）高感度分析が数時間で実現可能なスクリーニング法を開発し、装置として製品化するとともに、標準試料開発、国内外標準化も目指す。10臭素化ジフェニルエーテルについて大容量低温導入法を併用したガスクロマトグラフ質量分析法（GC-MS または GC-MS/MS）や低温での溶媒抽出法を検討した。また、重要な臭素系難燃剤である HBCD の分析条件を液体クロマトグラフ質量分析計を用いて検討した。PFOS/PFOA 他、フッ素系樹脂や半導体・液晶製造工程において使用される難分解性人口フッ素化合物について市販されている試薬中の不純物質含有量データを得ることに成功した。また簡便迅速スクリーニング法の開発では燃焼イオンクロマトグラフで臭素化合物量を測定するために、電気・電子機器材料の燃焼条件を検討したが、マトリックスごとに大きな差が確認されたため、詳細条件は平成19年度に確認する予定である。一方、数種の環境試料についてフッ素系化学物質の総量を測定する分析条件を開発し、従来法と比べて2,000倍高感度な総有機フッ素分析法を開発した。この成果は国際誌に公表済みであり、国際研究集会でも高い評価を得ている。

また、標準化活動として PFOS/PFOA については9月に南アフリカで開催された ISO 総会に参加し、コンピナーとして現在策定中の ISO 国際標準法（TC147/SC₂/WG56「PFOS/PFOA の水質分析法」）について活動した。現在国際ラウンドロビンテストを開始し、国際標準法確立のための精度管理データの取りまとめを行っている。

【分野名】環境

【キーワード】JIS、ISO

〔研究題目〕マイクロ抽出分離／表面ソフトイオン化質量分析法による潜在的有害性高分子量化合物の解析技術

〔研究代表者〕佐藤 浩昭（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕佐藤 浩昭、鳥村 政基、山本 淳
（エネルギー技術研究部門）、
根本 淳史（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、量子ドットの作製技術を応用して、シリコン単結晶上にゲルマニウムのナノドット構造体を析出させた「ナノドットイオン化基板」を用いて、イオン化補助剤を用いることなく、高分子量化合物をソフトにレーザー脱離イオン化質量分析する技術を開発し、従来の分析手法では解析が困難であった、有害性が懸念される高分子量添加剤の迅速簡易分析法の開発を行うことを目的とする。本年度は、GeND の構造に及ぼす分子線エピタキシー法の作製条件の影響を調べ、任意の形状を持つナノドット構造を再現性良く作製することが可能になった。次に、形成された GeND の構造とイオン化効率の関係を明らかにし、低いレーザーフルエンスで効率よくイオン化できる GeND 基板の作製条件を最適化することができた。基材となるシリコンウェハ上に占めるゲルマニウムナノドットの割合（占有割合）が異なるイオン化基板を用いて各種試料を測定し、占有割合が高いとフラグメント化が抑制できかつピーク分解能が向上することがわかり、本法のイオン化機構を解明に関する知見を得た。さらに、熱に不安定な臭素系難燃剤の測定を試み、従来のソフトイオン化法ではイオン化できなかった試料の質量分析に成功した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕ソフトイオン化、質量分析、高分子分析、抽出分離

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

〔研究代表者〕澤 彰仁

（強相関電子技術研究センター）

〔研究担当者〕澤 彰仁（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、遷移金属酸化物接合で発現する巨大電界誘起抵抗変化（CER）効果の動作原理の解明と、CER効果を利用した抵抗変化型不揮発性メモリ素子の開発を目的としている。材料横断的な研究を通して系統的に遷移金属酸化物界面の電子状態を理解するとともに、メモリ素子に好適な遷移金属酸化物及び金属電極材料の探索、素子構造の開発を行うことにより、実用レベルの抵抗スイッチング及びメモリ特性の実現を目指す。

本年度は、ショットキー界面における CER 効果について、抵抗スイッチングが発現している領域を評価する

ことを目的に、界面の電子状態を制御した $\text{Ti}/\text{Sm}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ (n unit cells: u.c.)/ $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ (Ti/SCMO (n)/ LSMO) 接合を作製し、界面に挿入した半導体の SCMO 層の厚さの変化が CER 特性に与える影響を調べた。その結果、SCMO 層を挿入していない金属-金属接合の Ti/LSMO 界面では CER 効果が発現しないが、その界面に半導体の SCMO を1分子層挿入すると CER 効果が発現することがわかった。また、挿入する SCMO 層の厚さを増加させると抵抗変化比が大きくなるとともにスイッチング速度も速くなり、SCMO 層が5分子層以上で抵抗変化比とスイッチング速度はほぼ一定の値となった。これらの実験結果から、CER 効果は界面数原子層の領域で発現しており、その領域の電子状態により特性が決まることが明らかになった。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕不揮発性メモリ、遷移金属酸化物、抵抗スイッチング、界面エンジニアリング

〔研究題目〕液晶性半導体薄膜のガラス化・光重合による安定化と薄膜トランジスターへの応用

〔研究代表者〕舟橋 正浩（ナノテクノロジー研究部門、現所属 東京大学大学院工学系研究科）

〔研究分担者〕舟橋 正浩、玉置 信之、木原 秀元、張 発培、岡 芳美
（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

高キャリア移動度の有機半導体薄膜を溶液プロセスで作製できれば、低コスト、低環境負荷で柔軟性に富む電子デバイスを作製できる。しかし、一般に、高移動度を実現するためには、溶液プロセスによる製膜が困難なペンタセンなどの分子性結晶を用いる必要がある。一方、液晶材料は液晶相での分子の自己組織化を利用した構造形成が可能であり、薄膜形成に必要な柔軟性と高速の電気伝導に必要な分子性結晶類似の構造を付与することが可能である。本研究では、申請者がこれまで取り組んできた液晶性を示す有機半導体の研究をさらに展開し、液晶性半導体の溶液プロセスによる薄膜化及び、ガラス化、光重合による安定化を検討する。さらに、薄膜状態での電荷輸送特性、光電物性を評価し、電界効果トランジスターへの応用を検討する。

これまでに、フェニルターチオフェン誘導体が室温付近で高次のスメクティック相を示し、両極性の電荷輸送性を示すことを見出している。特に、電子移動度は $0.2 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を越え、スピコート法により、数10 nm の厚さの高品質な薄膜を作製できる。この薄膜を用いて電界効果型トランジスターを作製したところ、p 型の特性を示し、移動度は最大で $0.04 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ に達し、on/off 比は 10^6 を超えた。これらの結果は、論文一報、国際会議プロシーディング一報（招待講演）、著書（分担執筆）に

公表されている。また、それらに先立ち、特許を二件出願した。

論文

1. M. Funahashi, F. Zhang, and N. Tamaoki, "High ambipolar mobility in highly ordered smectic phase of dialkylphenylterthiophene derivative that can be applied to solution-processed organic field effect transistors", *Adv. Mater.*, 19, 353 (2007).
2. M. Funahashi, F. Zhang, N. Tamaoki, "Carrier transport properties in liquid crystalline oligothiophene semiconductors and their device applications", *IDW06 proceeding*, 19 (2006).

著書

1. 舟橋正浩 (分担)、「スメクティック相での電荷輸送」、内藤裕義、久保野敦、吉本尚起、舟橋正浩編 液晶ポリマーの新展開、シーエムシー出版、2007年8月

特許

1. 舟橋正浩、玉置信之：電子輸送性スメクティック半導体、出願2006年6月8日(特願2006-160285)
2. 舟橋正浩、玉置信之：塗布方によって作製した薄膜トランジスター、出願2006年11月8日(特願2006-160285の国内優先権出願)

現在、さらなるキャリア移動度の向上を目指して、絶縁層表面処理、及び、分子配向性のキャリア移動度に対する影響を検討中である。また、n型特性を示す薄膜トランジスターを実現するため、新規材料の合成を検討中である。それに加えて、薄膜を安定化するため、液晶性半導体への重合性の官能基の導入を検討している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料

【キーワード】 液晶性半導体、スメクティック相、キャリア移動度、薄膜トランジスター

【研究題目】 簡便に合成可能な新規電解質ゲル化剤及びそれを用いた高機能ハイブリッドゲルの開発

【研究代表者】 吉田 勝 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 吉田 勝、甲村 長利、松本 一
(ユビキタスエネルギー研究部門)、
三澤 善大 (常勤職員32名、他1名)

【研究内容】

本研究では特殊な実験条件を必要としない簡便な合成反応で、新規なゲル化剤化合物群を提供することを目的とする。現状の技術シーズをさらに発展させることにより、機能性のイオンゲル及び SWNT 分散ヒドロゲルを用いた導電材料、電気二重層キャパシタ (EDLC) の作成など様々な応用を目指し、広範な技術分野に適用できる「基盤材料 (プラットフォームマテリアル)」としての電解質ゲル化剤のポテンシャルを合成・機能化の両面から精緻に検討する。本年は、二種類のモノマーを用い

る共重合法で、新たな電解質化合物群の合成に成功し、それらの多くがヒドロゲル化剤及び単層カーボンナノチューブ (SWNT) 分散剤としての機能を持つことを明らかにした。また、ゲルのレオロジー測定から、電解質ゲル化剤から誘導されるヒドロゲルが、歪付加に対して高速に構造復帰することを見出した。さらに、イオン液体と極性有機溶媒のゲル化を応用して EDLC のデバイスを試作し、その動作実験により既存の系と比較しても良好な結果を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ゲル、ヒドロゲル、電解質、イオン液体、単層カーボンナノチューブ

【研究題目】 シグナル物質担持アパタイトによる多重感染防止システムを備えた経皮デバイスの開発

【研究代表者】 大矢根 綾子

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 大矢根 綾子、伊藤 敦夫、十河 友、
田辺 公三、佐々木 健吉
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

目標：

本研究の最終目標は、高分子及び金属材料表面にシグナル物質担持アパタイト層を形成させることにより、抗感染性経皮デバイスを開発するための指針を得ることである。シグナル物質としては、接着因子、成長因子、及び抗菌剤から選ばれる1種以上のシグナル物質を用いる。研究計画：

本年度は、接着因子、成長因子、及び抗菌剤のそれぞれについて、材料表面にシグナル物質担持アパタイト層を形成させるための処理手法について検討し、各シグナル物質の生理活性を失活させない条件、シグナル物質担持アパタイト層を材料表面に密着させるための条件、及び同層の表面粗さを低減させるための条件 (表面粗さが大きいと感染経路をつくってしまう) を見出す。

年度進捗状況：

高分子及び金属材料表面に接着因子担持アパタイト層、成長因子担持アパタイト層、及び抗菌剤担持アパタイト層を形成させ、各シグナル物質の生理活性を失活させない条件、シグナル物質担持アパタイト層を材料表面に密着させる条件、及び同層の表面粗さを低減させる条件について検討し、以下の点を明らかにした。

- 1) 処理温度25度、処理時間24時間の条件であれば、ラミニン (接着因子) の細胞接着活性、FGF-2 (成長因子) の線維芽細胞成長促進活性、及びガチフロキサシン、テトラサイクリン (抗菌剤) の抗菌活性は失活しない (*in vitro* 実験結果による)。
- 2) シグナル物質担持アパタイト層の厚さが薄いほど、材料表面との接着強度が強い。

3) シグナル物質担持アパタイト層を乾燥させると、そのせん断強度は低下する。

4) 処理溶液中にアパタイトの結晶成長阻害因子であるマグネシウムイオンを添加することにより、シグナル物質担持アパタイト層の表面粗さを低減させることができる。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

〔キーワード〕 アパタイト、シグナル物質、成長因子、FGF-2、過飽和溶液、ナノコンポジット、経皮デバイス

〔研究題目〕 蒸散モニターによる農作物の高効率精密生産に向けた3次元ナノポーラスフィルムセンサーデバイス技術の開発

〔研究代表者〕 星野 聡（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 星野 聡、吉田 学（常勤職員2名）

〔研究内容〕

検出対象物質に官能する分子を表面に微量付着させたナノ～サブミクロンオーダーの微細孔が3次的に高密度に集合した多孔質材料に対して、蒸発や拡散などによって空間に放出される気体状物質を高効率に透過させることによって物質量の微量な時間的変化を高感度、高速検出する新しい物質検出原理を基に、植物の葉で起こる蒸散をはじめ物体表面等から蒸発や拡散などによって空間に放出される微量物質の時間変化を物体表面に密着添付して実時間での計測を可能にする、3次元ナノポーラスフィルムセンサーデバイス技術を確立し、この技術により灌水制御による高糖度果樹の栽培など農作物の高効率・精密生産に有用な、作物の葉に添付して蒸散量を直接計測するためのセンサーの試作、蒸散量変化の高感度リアルタイムモニタリングを行う要素技術の開発を行っている。

平成18年度はポリテトラフルオロエチレン系多孔質薄膜を母材とし、ポリ(3-ヘキシルチオフェン)(P3HT)で溶液加工した感応膜に金属電極を形成したセンサーデバイスに関して母材の表面親和性やポアサイズ、P3HTの付着量等の最適化条件探索を行いセンサーの高感度化技術の開発を進めた。最適化を行ったセンサーデバイスでは、人工的な蒸散媒体から自然蒸散する水蒸気量の時間変化に対して市販の蒸散量計測器との比較計測を行った結果、市販測定器で手動計測した蒸散量の時間変化に極めてよく追従するセンサーの出力電流値の変化が連続値として印加電圧2Vの低電圧駆動の場合にも観測され、さらに最小検出感度が一桁優れていることを確認した。また実験室内で実際の植物(栗)でも同様の比較計測実験を行い、蒸散量の時間的変化に極めてよく追従する出力電流シグナルを葉に密着添付したセンサーから観測することに成功した。以上の研究開発に加え、平成18年度はセンサーの全印刷製造に向けた金属微細電極のスクリ

ーン印刷形成技術、モニタリングシステム化に向けた入出力インターフェース技術に関して要素技術研究開発を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 有機半導体、印刷技術、デバイス、センサー、蒸散量モニター、農業応用

〔研究題目〕 効率的バイオマーカー探索を目指した近接場プローブ・ナノ領域超高感度質量分析装置の開発

〔研究代表者〕 高橋 勝利

(生命情報科学研究センター)

〔研究担当者〕 高橋 勝利(常勤職員1名)

〔研究内容〕

顕微MALDI-FTMS測定を実施するための顕微レーザー照射光学系を作成し、FTMSへの組み込みと動作確認を行った。また、光照射プローブ制御装置の設計及び製作を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 顕微レーザー照射光学系、光照射プローブ制御装置

〔研究題目〕 氷・水界面への高分子の選択的作用を利用した氷結晶の凝集抑制技術の研究開発

〔研究代表者〕 稲田 孝明(エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 稲田 孝明、船越 邦夫

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

人工的な合成高分子であるポリビニルアルコール(PVA)は、極地の生物が有する凍結抑制タンパク質(AFP)と同様に、平衡融解点以下のある温度域で氷の結晶成長を完全に抑制することで知られている。しかし、PVAの凍結抑制効果のメカニズムは未だ不明であり、AFPに比べるとその効果は小さい。本研究開発では、平衡融解点以下のPVA水溶液中で単結晶氷の成長が抑制されるまでの動的な過程に着目し、成長時に出現する氷の結晶面ごとに、水溶液温度と時間をパラメータとして結晶成長速度を測定することにより、PVAの凍結抑制効果のメカニズムを明らかにすることを目標とする。さらにその知見をもとに、より凍結抑制効果の高い物質を探索し、氷スラリーを用いた冷熱の貯蔵・輸送に適用可能な氷結晶の凝集抑制技術を確立することを目標とする。平成18年度は、PVA分子が作用する氷結晶面を正確に同定するために、単結晶氷の内部を昇華させて六角柱形の負結晶を作成し、そこにPVA水溶液を導入して局所的な温度制御を行い、負結晶内で氷結晶を成長させる手法を確立した。また、PVA以外にAFPと同じ凍結抑制効果を示す高分子を分子構造の類似性をもとに探索し、スクリーニングによっていくつかの高分子の候補を絞り込んだ。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 冷熱輸送、氷スラリー、高分子

〔研究題目〕 電気化学的手法によるカーボンナノチューブのバンドル解放と大容量キャパシタ電極への応用

〔研究代表者〕 棚池 修 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 棚池 修、王 暁清
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

電気二重層キャパシタ用としてブレイクスルーとなるような高性能新規炭素系電極材料の開発を目指し、その素材としてカーボンナノチューブを利用するための新技術の開発を行う。単層カーボンナノチューブは理想的には非常に大きな表面積を持つが、ファンデルワールス力によって自発的にバンドル(束)構造を形成してしまうため、実材料の表面積は小さい。そこで、電気化学的インターカレーション反応によって、バンドル間に大きなイオンを挿入し、各チューブ間を拡げてバンドル構造を解放し、これにより電解質イオンのアクセスが可能な表面積を最大化することで、大容量かつ高出力のキャパシタに理想的な電極材料を作製する技術を確立する。平成18年度は、溶媒和リチウムイオンのナノチューブバンドルへのインターカレーションにより、ナノチューブバンドルを解く技術の開発を行った。電気化学的短絡法という簡便かつ新しい手法を用いることで、溶媒和リチウムイオンを黒鉛に挿入した三元系黒鉛層間化合物の合成を、さまざまな電解液中において試み、外部電流制御不要でインターカレーションによる黒鉛の大きな膨張化に成功し、その条件を最適化した。さらに、この反応をカーボンナノチューブにも利用し、ナノチューブバンドルへ溶媒和リチウムの挿入が可能となる電解液系の探索を行い、ナノチューブ電極の剥離・膨張を行わせることにも成功した。この膨張反応によって、ナノチューブ間の隙間が広がり、電極の露出表面が増大することが期待できる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー貯蔵、カーボンナノチューブ、キャパシタ

〔研究題目〕 骨導超音波知覚を利用した重度難聴者のための新型補聴器の実用化開発

〔研究代表者〕 中川 誠司 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 中川 誠司、伊藤 一仁、藤坂 洋一
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

従来の補聴器を使用しても聴覚を回復することができない重度難聴者は、日本国内に約85,000人存在すると言われている。重度難聴者に残された聴力回復のための唯一の手段は人工内耳であるが、皮下への埋め込みを必要とする上、必ずしも十分な性能を有しているとは言えない。

一方、骨導(骨伝導)にて呈示された周波数20 kHz以上の高周波音(骨導超音波)であれば、聴覚健全者とはもとより、重度感音性難聴者であっても知覚することができる。本研究では、骨導超音波知覚を利用した重度難聴者用の新型補聴器(骨導超音波補聴器)に実用的な性能を持たせることを目的として、各部の最適化や安全基準の設定に取り組んだ。

骨導超音波補聴器では、超音波を振幅変調することによって音声情報を伝達する。単語理解度、単音節明瞭度試験によって明瞭度を評価することで、変調方式に検討を加えた。

また、一般的に補聴器は両耳装用することによって、音像情報の伝達が可能になることが知られている。骨導超音波補聴器による両耳装用の可能性を探るために、振幅変調された骨導超音波による音像定位能を調べた。その結果、骨導超音波補聴器によっても水平面内の音像定位が可能であるものの、その手がかりとなる情報(両耳間音圧差・時間差)の使われ方が特異的であることがわかった。

さらに、骨導超音波補聴器の安全基準の設定を目的として、実験従事者の聴力推移を調べた。その結果、一日数時間の実験に相当する暴露では、聴力低下が引き起こされる可能性は少ないことがわかった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 重度難聴、補聴器、骨導超音波、明瞭度

〔研究題目〕 蛍光消光現象を利用した革新的な遺伝子定量技術の開発と微生物産業利用における安全性評価・リスク管理への応用

〔研究代表者〕 野田 尚宏 (生物機能工学研究部門)

〔研究担当者〕 野田 尚宏、関口 勇地
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

微生物の産業利用においては利用しようとする微生物の挙動を追跡し、その安全性評価・リスク管理を行うことが極めて重要である。本研究では微生物の挙動を迅速・簡便・ハイスループットに解析できる新規遺伝子定量技術の開発を行った。すなわち、DNA/RNAを標的分子として遺伝子増幅反応を行った後、エンドポイントで蛍光消光率を測定することで標的遺伝子を定量する技術(PCR-End-point法)の開発を行った。

生物学的窒素除去プロセスにおいて重要な役割を担う硝化細菌の *amoA* 遺伝子(アンモニア酸化を司る酵素をコードする遺伝子)を環境汚染修復分野での産業利用微生物のモデル標的遺伝子として捉え PCR-End-point 蛍光消光法の開発を行った。その結果、相関性の高い標準曲線(相関係数: 0.9993)を得ることができた。また定量下限は 10^2 copies/reaction であったが、従来法である Real-time PCR 法の定量下限も 10^2 copies/reaction であり、PCR-End-point 蛍光消光法の感度は Real-

time PCR 法と同程度であることがわかった。また、未知濃度の *amoA* を含む試料を PCR-End-point 蛍光消光法と Real-time PCR 法で測定した結果、両者はほぼ同じ値を示した。このとき得られた測定値の相対標準偏差の平均は Real-time PCR 法では約19%であったのに対し、PCR-End-point 蛍光消光法では約13%であり、PCR-End-point 蛍光消光法は Real-time PCR に比べ、若干ばらつきが少ないことがわかった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】微生物産業利用、環境微生物、遺伝子定量、DNA

【研究題目】モード同期ファイバレーザによる広帯域光コムを用いた光周波数計の開発

【研究代表者】稲場 肇（計測標準研究部門）

【研究担当者】稲場 肇、中嶋 善晶
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標：

広帯域光コム発生装置を製作し、波長1.5 μm アセチレン安定化レーザ、及び633 nm よう素安定化 He-Ne レーザの周波数の長期連続測定を行い、12桁以上の正確さを得る。

研究の内容：

広帯域光コムを発生させるためのモード同期ファイバレーザ、光増幅器及び可視光コム発生系を製作し、ファイバレーザベースの光周波数計測システムを構築する。そのシステムを用いて波長1.5 μm アセチレン安定化レーザ、及び波長633 nm よう素安定化 He-Ne レーザの周波数測定を行い、既存の Ti:sapphire レーザベースの光コムシステムを用いた結果と比較して正確さを評価する。

成果・実績：

モード同期ファイバレーザを用いた広帯域光コム発生装置を製作し、波長1.5 μm アセチレン安定化レーザ、及び633 nm よう素安定化 He-Ne レーザの周波数の長期連続測定を行い、Ti:sapphire レーザでの測定結果と比較し、被測定レーザの不確かさである 10^{-12} の範囲で一致した。これにより、近赤外域の広帯域光コムが可視レーザの光周波数計測に適用できること実証・確認することができた。また、製作したシステムを豪州国立計測研究所に輸送し、先方が保有する光コムシステムとの比較実験を行った。その結果、測定結果は 10^{-16} 台の範囲で一致した。このことにより、製作したシステムが16~17桁の正確さを持ち、かつ長距離の輸送や現地での調整が可能であることを実証することができた。さらに、製作過程において、フェムト秒光パルスの高効率増幅法を発見した。これは、同じ励起パワーで出力チャンネル数を増やす、あるいはより低い励起パワーでの駆動を可能とする方法である。現在特許出願準備中であり、出願後速や

かに論文も投稿する予定である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】モード同期ファイバレーザ、光（周波数）コム、光周波数計

【研究題目】運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製

【研究代表者】寺崎 正（実環境計測・診断研究ラボ）

【研究担当者】今井 祐介、山田 浩志、張 洪武
（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

世界初日本発の研究シーズである力を光に変換する応力発光体を光源として使用し、環境・衛生分野で既に実績を持つ酸化チタン等の光触媒を駆動させる力学駆動型光触媒システムの創生を目指す。

研究開発実施期間は、平成18年~平成19年（中間評価後に2年延長）であり、本年度は第1年度である。各年度の研究計画は、次の通りである。

初年度：紫外・青色発光性応力発光体の開発を行う。さらに、発光層と触媒層の固定化技術を開発する。

第2年度：サイズ・形状を制御した青色・紫外応力発光粒子を開発する。さらに、応力発光を有効に取り込みうる3次元ナノ構造触媒層の形成と最適化を目指す。

第3、4年度（中間報告後）：システムの高効率化と実用化技術を確立する。

紫外（～青色）発光性応力発光体の開発は、発光中心、母体の組成を変え、組み合わせを試すことで行った。その結果、357 nm に発光ピークを持つ紫外発光応力発光体（略称 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Ce}$ ）、440 nm の青色発光体（ $\text{CaYAl}_3\text{O}_7:\text{Eu}$ ）を得ることに成功した。

次に発光層と**触媒層の近接化**を行うために、金属アルコキッド等を接着相として逐次的な表面ゾルゲル法を利用することで、応力発光体表面に対して、可視光対応光触媒ナノ粒子を固定化することに成功した。電子顕微鏡で評価を行ったところ、応力発光体の表面に極めて密な光触媒ナノ粒子層の形成されること、さらには超音波照射に対しても外れず固定化されていることが確認された。

応力発光のエネルギー利用が可能かを確かめるため、太陽電池と組み合わせて、駆動を試みた。太陽電池に単結晶シリコン太陽電池を用い、近傍に配置した応力発光体に荷重を印加すると、荷重信号の波形に対応した光電流の波形が観測された。また、印加荷重の増大に伴い、光電流量も増大することが示された。このことから、応力発光のエネルギーは十分に使用可能であることを見出した。

【分野名】環境・ナノテクノロジー・材料

【キーワード】応力発光体、光触媒、光浄化、ナノ粒子

【研究題目】光触媒能を有する多色調光材料の開発

【研究代表者】 大古 善久（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 大古 善久（常勤職員1名）

【研究内容】

酸化チタン光触媒と銀ナノ粒子の複合材料が示す多色フォトクロミズムという新しい現象を環境分野へ適用する試みを行っている。その一つとして、光触媒性能（酸化分解活性・表面親水化活性）と調光性能を併せ持つ省エネルギー材料としての展開を行う。調光性能とは、昼間は試料が着色して太陽光を遮り、夜間は試料が透明に戻って光を多く出し入れできるというもので、これまでにハロゲン化銀を含んだ透明ガラスが紫外線を受けると黒化する特長を活かして既にサングラスなどに実用化された例がある。今回酸化チタンと銀ナノ粒子を利用すれば、光触媒性能と多色性能を同時に発現でき、新しい調光材料となることが期待される。これまでの検討から、昼間の太陽光下では、可視光と紫外線の量のバランスが日によって異なるため、着色したり消色したり、不安定であることがわかってきた。現在、その改善を進めている。その他、銀ナノ粒子の変化及び光触媒性能に関する基礎的な検討結果は、第25回固体表面光化学討論会及び第74回電気化学会で発表した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 酸化チタン光触媒、調光、銀ナノ粒子、フォトクロミズム

【研究題目】耐熱性・耐衝撃性に優れたバイオベースABS代替材料の開発とリサイクル特性評価

【研究代表者】 大石 晃広（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 大石 晃広、川崎 典起、飯田 洋（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

自動車用材料として使用されている主要な樹脂の中からABS樹脂に注目し、3種類の単量体からなるベース材料をバイオ由来・転換原料に置き換えた新規共重合体樹脂を合成し、耐熱性・耐衝撃性に優れた材料を開発する。

耐衝撃性材料の開発としては、柔軟性に富むPBSをベース材料にPESをアロイ化または共重合させたP(BS-co-ES)を、Bシリーズ成分として作成し、これらのB成分と別途合成したA成分、L成分あるいはAL共重合体とのコンポジットによるABL体を調製する。

耐熱性材料の開発として、高融点であるポリアミド4(A)を基本骨格に持つ共重合体の合成・物性評価を行う。具体的には、ラクチド(L)、または無水コハク酸等(B)を開始剤として、2-ピロリドンの開環重合を行い、分子量や組成の異なる二元共重合体を合成し、熱的性質、機械的性質を調べる。

耐衝撃性材料の開発では、ジイソシアナートを用いる

手法によりブロック性を保持したP(BS-co-ES)体を得ることができた。L又はB成分を開始剤に用いたALまたはAB共重合体を合成し、B、LとのABLコンポジット体をコンポジット樹脂作成装置により作成した。

耐熱性材料の開発では、L-ラクチドを開始剤とする2-ピロリドンの開環重合によるポリアミド4(PA4)の合成を行い、開始剤濃度が1.5-6 mol%の範囲で収率50から80%程度で得られた。これらのPA4の融点は組成、分子量により影響を受けることが分かり、それらを調節することにより、PA4の熱分解温度と融点を分離可能であることが示された。また、ポリ乳酸を開始剤として用いると収率60から70%程度で得られたが、反応が不均一に進んでいることが推測できた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオベースポリマー、生分解性、リサイクル

【研究題目】カルコパイライト型半導体によるCdフリー蛍光標識の開発

【研究代表者】 上原 雅人

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 上原 雅人

(常勤職員1名、契約職員2名)

【研究内容】

半導体ナノ粒子は、退色性、蛍光強度、単色励起多色発光など、ライフサイエンスにおける蛍光標識として、優位な特性を有している。しかし、市販の半導体標識は、RoHS等の法規制の対象であるCdを含んでおり、生産及び取り扱いに難点がある。我々は、これまでにCdを含まない半導体として、カルコパイライト型蛍光ナノ粒子の合成に成功した。本研究では、同材料による蛍光標識の開発を目的とし、他の材料との複合化による発光強度(蛍光量子収率)の向上を図る。

これまでの反応系で得られるCuInS₂ナノ粒子の発光起源は内部欠陥である。本年度は、この粒子に対して、各種金属のドーピング処理による欠陥制御を行い蛍光量子収率の向上を図った。その結果、いくつかの金属イオンにおいて蛍光量子収率を大きく向上するものを見出すことができ、最大で蛍光量子収率が25%程度に達した。また、イオン半径等により、ナノ粒子への固溶程度が異なることを示唆する実験結果が得られ、ナノ粒子の内部や表面の構造制御について有用な知見を得ることができた。一方、上記検討と並行して、CuInS₂ナノ粒子の合成系の再検討を行い、粒子内の化学組成が化学量論比に近いナノ粒子の合成系を見出した。しかし、高い蛍光量子収率を得るまでには至っておらず、今後、合成条件の詳細な検討及び表面処理方法の確立が必要である。

【分野名】 ナノテクノロジー

【キーワード】 ナノ粒子、蛍光体、半導体

〔研究題目〕 金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製

〔研究代表者〕 川本 徹 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 川本 徹、田中 寿、原 茂生、塩崎 啓史、徳本 圓 (ナノテクノロジー研究部門)
栗原 正人 (山形大学)
山田 真実 (北陸先端大、平成18年12月より東京農工大)
(常勤職員2名、他5名)

〔研究内容〕

金属錯体、特にプルシアンブルー型錯体ナノ粒子のエレクトロクロミック特性を利用し、表示装置、調光装置の開発を実施した。プルシアンブルー型錯体 $M_x[Fe(CN)_6]_y$ は、光学、磁性、電気化学などに外部刺激応答性を示し、興味深い物質である。我々の中でも、安定な顔料として知られる、プルシアンブルー (PB $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$) のエレクトロクロミック特性に注目し、そのデバイス化の検討を行っている。しかし、バルクのPBは諸々の溶媒に不溶であるため、デバイス化を進める上で大きなデメリットとなっていた。

そこで我々は、バルクのPBに表面処理を行いナノ粒子化し、水に安定に分散することに成功し、安全性やコスト面で大きなメリットがある水溶性インクとする方法を確立した。このインクを動的光散乱法を用いて粒子の粒径を測定したところ、平均粒径サイズは十数 nm であることがわかった。

このPB型ナノ粒子水溶性インクを用いて、スピコート法によりITO基板上に均一にPBナノ粒子の薄膜を作ることに成功した。膜厚は約300 nmであった。そこで、エレクトロクロミック特性を評価するため、製膜したPB薄膜に電解液中で電位を印加した。結果、-0.7 V(vs.SCE)を印加することで、青色の薄膜が無色へと変化した。次に、0.8 Vを印加することで、無色が青色に戻ることも確認された。また、青色以外についても、黄色のエレクトロクロミック特性を確認した。黄色については、 $Ni_3[Fe(CN)_6]_2$ に注目し、そのエレクトロクロミック(EC)特性を測定した。この物質をナノ粒子化しEC特性を応用した報告例はほとんど無い。ITO基板上にスピコート法により作成した薄膜の電気化学的応答を示している。-0.6 V印加時には透明になり+1.2 V印加時には黄色を示し、この反応は5千回以上継続することを観測した。

同様に、トルエン等の有機溶媒に分散するナノ粒子も併せて開発した。これについては、調光ガラスのひな形ともいえるデバイスを試作した。電圧印可により、青-黄色の色変化を確認することができた。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金属錯体、ナノ粒子、エレクトロクロミ

ック、電気化学、スピコート

〔研究題目〕 電磁環境適合性を有する圧力検知用自立応答型センサ素子の創製

〔研究代表者〕 山田 浩志

(実環境計測・診断研究ラボ)

〔研究担当者〕 付 曉燕 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

応力発光体を利用したセンシング素子の創製は、これからのユビキタス社会で必要とされる電磁環境適合性を満足する革新的な圧力センサのキー・テクノロジーとして期待されている。提案者は、アモルファス結晶ハイブリット膜化技術を開発することにより強固な付着力を有するオールセラミックスの応力発光体膜を開発し、自立応答型の圧力センサ素子を実現させる。さらに弾性変形の異方性に着目した結晶配向性制御技術を開発することによりセンサ感度の向上を目指す。

今年度はプロジェクト初年度ということもあり、成膜基板の選択、応力発光体薄膜の密着性を改善するための洗浄プロセスの確立、及びスパッタリングによる最適な成膜条件の探索、ポストアニール処理の最適化を行った。その結果、成膜直後の膜はアモルファス相で全く蛍光を示さなかったが、還元雰囲気下900~1,000℃で再焼成処理をしたところ緑色蛍光を示す膜の作成に成功した。特にアルミナ基板上に成膜したサンプルは非常に緻密なセラミックス膜で、顕微鏡下においても乖離・剥離・クラック等が全く観察されなかった。摩擦試験機による摩擦発光評価においては、外部摩擦・応力に応答した強い発光が計測されたことから、今後、圧力センシング素子としての応用開発を進めていく予定である。また従来、膜と基板との密着性が悪く成膜が困難とされてきた石英ガラス基板上においても、発光層と基板の間にホモバッファ層を挿入することにより大幅な密着性の改善に成功した。このホモバッファ層技術は膜結晶の配向性と密接な相関があり、今後、応力発光膜の結晶軸配向性制御技術として開発を進めていく予定である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 応力発光、薄膜、RF マグネトロンスパッタリング、ポストアニール処理、ホモバッファ層

〔研究題目〕 電場印加液相プロセスによる規則性メソ多孔体の3次元集積化・高機能モジュール化技術の開発

〔研究代表者〕 遠藤 明 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 遠藤 明、根岸 秀之 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

本研究では、様々な分野への応用が期待されている規則性メソ多孔体を、泳動電着法により金属基板上に固定化し、吸着モジュールなどを作製するための基板技術を

確立することを目的としている。平成18年度は、泳動電着用規則性メソ多孔体粒子の合成手法の検討及び規則性メソ多孔体厚膜の作製法の開発と膜構造評価に関する研究を行い、以下の成果を得た。

規則性メソ多孔体の合成手法として、スプレードライ法と水熱合成法の2通りを検討した。いずれの場合にも、粒径10ミクロン以下の多孔体粒子を形成することが可能となった。今年度は、合成の簡便さから、スプレードライ法による方法を主に採用し、各種金属ドーブの手法の検討も行った。特に、アルミニウムやジルコニウムをドーブしたシリカは、高い耐久性を示すことが知られているため、この2種について合成を試みたところ、スプレードライ法でもドーブが可能であることがわかった。ドーブ量については、ICP 分析で確認したところ、ほぼ仕込み組成通りであることがわかった。

また、規則性メソ多孔体厚膜の作製法の開発と膜構造評価については、規則性メソ多孔体粉末の泳動電着に適用できる電着浴の探索を行った。粉末濃度・印可電圧を固定し、電着浴の種類が電着量に与える影響を調べたところ、アセトンが電着浴として適していることを見出した。また、バインダーとして電着浴へのテトラエトキシシラン (TEOS) の添加効果を検討した。得られた電着膜を300℃で熱処理した後、膜の強度を測定した結果、電着浴に TEOS を0.1%添加して作製した膜において、3点曲げ試験を行ったところ、10 N の応力においても剥離しないものを得ることができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】メソ多孔体、3次元集積化、泳動電着法

【研究題目】マイクロ波を駆動源とするバイオベースポリマーの高効率製造法技術開発

【研究代表者】長畑 律子 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】長畑 律子、萩原 英昭、
Sivan Velmathi、百武 昌子、
渡辺 和誉 (常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

化学合成系のバイオベースプラスチックとしては、ポリエステル樹脂のみが現段階で実用化されている。全てまたは一部の原料に石油を用いないためにグリーンプロダクツの代表格に取り扱われるが、ポリエステルの製造には、石油系、バイオマス系を問わず、多段階・高温・長時間反応が必要なため、実は石油に依存したプロセスエネルギーを多量に要し、ハロゲン化原料や溶媒を使用することも多い。2000年代に入って、いくつかの新触媒系による高効率製造法が報告されてきてはいるが、依然10時間以上の長時間を要しており、シンプルであるのみではなく、経済的、環境調和的、かつ迅速な製造法の開発が産業界から望まれている。

マイクロ波は、従来のヒーターやスチームとは異なり、物体を伝熱によらず内部から高速かつ均一に加熱できる

という特長を有している。我々は、ポリエステル合成の基本反応である重縮合が、マイクロ波をよく吸収する基質及び脱離成分が主に関与する反応であることに着目し、脂肪族ポリエステル合成の加熱にマイクロ波を用いることを着想した。

ポリコハク酸ブチルの合成では、等モルのコハク酸と1,4-ブタンジオールにスズ系触媒を添加し、マイクロ波を照射することにより、わずか10分で平均分子量(M_w)3万近いポリマーが生成した。一方、オイルバスを用いる通常加熱法では、同じ条件で反応させても分子量数千の重合物しか得られず、マイクロ波の大きな効果を見出した。同様にポリ乳酸でも著しい反応時間の加速、生成ポリマーの純度・品質向上という成果を得ており、いずれもアトムエコノミーに優れた省エネプロセスとなることが期待され、実用化に向けた検討を開始している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ポリエステル、バイオベースポリマー、
マイクロ波、合成

【研究題目】真空スプレー法を用いた高分子型 EL 素子製造装置の開発

【研究代表者】溝黒 登志子 (光技術研究部門)

【研究担当者】溝黒 登志子、莫曉 亮
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

我々はポリマーと発光分子などの機能性有機低分子材料を溶媒に溶かし、この溶液を真空中に噴霧して有機薄膜を形成する真空スプレー法を開発してきた。本法は従来の溶液を用いる製膜法に比べて多層や濃度傾斜膜の形成が容易、欠陥が少ない、高濃度の有機低分子をポリマー中に分散できる、凝集しにくいなどの特長があり、高分子型 EL 素子の高効率化・量産化を実現する革新的方法である。本研究では高分子 EL 製造装置としては未完成な真空スプレー装置を量産装置として完成させるため、要素技術である噴霧ノズル、送液機構、薄膜表面加熱機構の改良と、液体窒素トラップの溶媒捕獲性能の向上を進める。

平成18年度は以下の改良を行った。

1) 噴霧ノズルの改良

噴霧ノズル (分離型ノズル) を新規導入するとともに HPLC ポンプと噴霧ノズルをつなぐ配管より生じるパーティクルの発生を抑えた。これらの改良により、今まで実現できなかった径10 μm ノズルを用いた溶媒の噴霧を可能とした。10 μm ノズルを用いると、噴霧広がり角を向上できた。

2) 送液機構の改良

4液対応機構へと拡張するとともに、噴霧中に2種の溶液の混合比の精密制御ができるようになった。その結果、正孔輸送層、電子輸送層、発光層の3層構造の形成を可能にするるとともに発光層の濃度傾斜構造化が

可能となった。

3) 薄膜表面加熱機構の改良

基板回転機構を設計して新規導入した。また、自動表面温度制御システムを導入した。これらの導入により基板表面の正確な温度測定が可能となり、温度制御性が向上した。

4) 液体窒素トラップの溶媒捕獲性能の向上

小型冷凍機用溶媒捕獲トラップを設計して新規導入した。溶媒回収能の評価を開始した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】真空技術、デバイス設計・製造プロセス、有機EL、ポリマー薄膜

【研究題目】人と共存して動作する次世代生産ロボットのための高速ビジョン安全領域センサの開発

【研究代表者】中坊 嘉宏（知能システム研究部門）

【研究担当者】中坊 嘉宏（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、従来困難であった同一空間中での人とロボットの共同作業を可能にするため、両者を監視して危険を回避する高速ビジョン安全領域センサを開発する。最高1 ms で画像の取得と処理を行う超高速ビジョンを基本に、新たに信頼性の高い能動センシングを適用し、企業と共同して実用化を図る。

平成18年度は、まず、1)超高速ビジョンによる、マーカの同期認識機能の組み込みとして、発光型マーカ、あるいは投光、反射型のマーカとの間での同期認識、及び複数マーカの弁別認識を行う技術を確認し、2)連携企業と共同して、実験用模擬生産設備の構築、作業シナリオの策定を行った。

進捗状況として、1)1 ms 超高速ビジョン及びマーカの開発について、①発光型、反射型マーカの基礎的な動作確認と比較を行い、反射型については任意時間パターンの送出システムを構築した。さらに超高速ビジョンによる認識ソフトウェアを開発した。②マーカの取り付けについては、作業者の負担にならない手袋型反射マーカの有効性を確認した。③また4台のカメラによる追跡を実現した。また、2)実験用模擬生産設備については、連携企業と共同し、①人・ロボット共働型セル生産用のロボットを導入して模擬作業動作を実現した。また②センサカーテンに加え、センサマットによる侵入検知の動作を確認し、セーフティーコントローラと組み合わせる安全バスシステムについて各種規格仕様の比較検討を行った。③作業工程シナリオについては、具体的に小型部品の自動化装置へのセットと操作を人と隣接して行う作業を選定し、作業中にオーバーラップする空間の分析と時間的な動作の検討を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超並列・超高速ビジョンシステム、安全

防護装置、侵入検知センサ、ビジュアルフィードバック制御、アクティブセンシング

【研究題目】熱交換機能付き熱電モジュールの製造に関する研究

【研究代表者】舟橋 良次

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】舟橋 良次（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

1,000℃程度までの高温熱から熱電変換により電力が得られると同時に、熱湯を生成できる熱交換可能なパイプ型熱電モジュールの低コスト製造技術を構築する。本研究では特に経済性と耐久性を念頭に酸化熱電材料を用いたモジュールの開発を試みる。取り組む研究課題として高性能酸化熱電素子の製造技術、熱交換効率に優れた熱電モジュールの設計と製造、それに必要な電極形成技術の開発を行う。

従来のパイプ型モジュールでは熱電素子と鋼管の絶縁が加熱により破壊され熱起電力が取れなくなってしまう問題があった。これを解決すべく絶縁破壊のメカニズムを調べた。その結果、加熱により電極形成に用いた銀ペーストが絶縁ペースト中を拡散し、鋼管まで達してしまうことがわかった。そこで、絶縁ペーストの再検討を行った結果、主成分をこれまでの非晶性から結晶性ガラスの絶縁ペーストに変えることで銀の拡散を抑制できることがわかった。また、金属鋼管上のジルコニア溶射膜のアンダーコート層組成も再検討し、熱による破損の抑制にも成功した。今後はこれらの技術を用い耐久性の高いパイプ型モジュールの作製を試みる。

【分野名】エネルギー・製造・材料

【キーワード】熱電変換・廃熱回収

【研究題目】分散型水素貯蔵及び製造触媒反応プロセスの技術開発

【研究代表者】日吉 範人

（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】日吉 範人、佐藤 剛史、長田 光正、

村上 由香、佐藤 恭子

（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

本研究では、安全かつ高効率な分散型水素貯蔵・供給システムを構築するために、芳香族化合物の水素化反応による水素貯蔵と、水素化で得られる環状飽和炭化水素（有機ハイドライド）の脱水素反応による水素供給を、低環境負荷かつ高効率で行う触媒反応プロセスの技術開発を行う。

本年度は、超臨界二酸化炭素溶媒を用いた芳香族化合物水素化反応に活性な触媒の探索と反応条件の検討を行った。また、有機ハイドライドの連続供給を可能とする

反応装置を作成した。超臨界二酸化炭素溶媒を用いるナフタレン水素化において、活性炭担持ロジウム触媒が最も高活性であることを見出し、40℃の低温でも従来(60℃)の30倍の反応速度を達成した。さらに、水素貯蔵媒体として好ましい *cis*-デカリンの選択率を従来の82%から90%に向上させることに成功した。以上はバッチ式反応装置を用いた検討であるが、水素貯蔵を目的とした場合、有機ハイドライドを連続的に供給可能なシステムの開発が必要となる。小型の高圧流通式水素化実験装置(反応圧力:~15 MPa、反応温度:~150℃、二酸化炭素流量:~10 mL(liq.)/min)を作成し、二酸化炭素溶媒を用いた水素化反応が連続的に行えることを確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 二酸化炭素溶媒、担持金属触媒、有機ハイドライド、水素貯蔵、水素化反応

[研究題目] ナノトランスファー法による大容量キャパシタ内蔵型多層回路基板の開発

[研究代表者] 一木 正聡

(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 一木 正聡、古江 治美、田中 久美子
(常勤職員1名、他2名)

[研究内容]

ユビキタスネット社会においては、現状よりも一段と小型で多機能な携帯電子機器を実現する必要がある、このためにはコンデンサや抵抗等の受動電子部品の内蔵・集積化技術の開発が急務となっている。耐熱性の基板上では実現されている高誘電率キャパシタの作製も、非耐熱性のプリント基板上に展開する手法は、これまで確立していない。そこで、本研究ではナノインプリント技術を用いることで、耐熱性の基板上で結晶化したナノレイヤキャパシタを、プリント基板上へ転写することにより、大容量密度の多層回路基板を開発し、次世代の高密度実装技術の新しい技術基盤の形成を図る。

平成18年度では、ペロブスカイト結晶構造を有するPZTキャパシタ薄膜をナノトランスファー法により非耐熱性の基板上へ転写する基本プロセス技術を検討し、基盤技術の確立に努めた。また、ナノインプリント技術への展開を図るための転写の基礎実験を行い、問題点の抽出とその解決方法を検討した。その結果、転写の起点生成が極めて重要であること、パターンニングのプロセス導入の検討を行うことの必要性が浮き彫りになった。年度当初計画に関しては、ほぼ計画通りの遂行を行うことができ、次年度の展開への基礎を確立することができた。一方、実用的な製造プロセス技術としての展開を、主に連携企業からの助言に基づいて検討している。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ナノトランスファー法、誘電体、転写、キャパシタ

[研究題目] 環境先進型界面活性剤の製造・利用技術の高度化

[研究代表者] 森田 友岳(環境化学技術研究部門)

[研究担当者] 森田 友岳、羽部 浩
(常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

目標:

微生物がバイオマス資源から生産する種々の界面活性物質(バイオサーファクタント)は、多様な潜在機能と環境適合性を兼ね備えており、新しい環境先進型界面活性剤として、幅広い産業利用が期待されている。一方、これらのバイオベース材料の実用化には、製造コストの低下と、構造・機能の多様化が必須の課題となっている。本研究では、遺伝子組換え技術と界面工学的手法を融合して、まずバイオサーファクタントの機能性材料(化粧品等)としての実用化を達成し、環境先進型界面活性剤の利用・普及に資する。

研究計画:

本年度は、バイオサーファクタント生合成経路の制御によるバイオサーファクタント製造技術の高度化を早期達成するため、迅速・効率的な *Pseudozyma* 属酵母の形質転換方法を確立する。また、バイオサーファクタント生産酵母(*Pseudozyma* 属酵母)の遺伝子発現ベクター構築に着手する。さらに、バイオサーファクタントの基本的スペック及び先端評価技術による自己組織化特性やそのナノ構造、相挙動の特性といった、界面科学的な情報の蓄積も行う。

本年度進捗状況:

エレクトロポレーションによる *Pseudozyma* 属酵母の迅速かつ効率的な形質転換方法を確立し、*Pseudozyma* 属酵母の遺伝子発現ベクターの構築及び外来(異種)タンパク質の発現にも成功した。今後、これらの基盤技術を改良・発展することで、遺伝子組換え技術を活用したバイオサーファクタント製造技術の高度化が期待される。

[分野名] 環境

[キーワード] バイオサーファクタント、バイオベース材料、糖脂質

[研究題目] ナノ構造制御カーボンによる次世代型VOC除去モジュール

[研究代表者] 山本 拓司(環境化学技術研究部門)

[研究担当者] 山本 拓司、片岡 祥、竹内 康隆
(常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

本研究では、50℃程度の低品位排熱を用いた吸着材の脱着再生が可能な「カスケード型モジュール」を開発し、中小規模の工場をターゲットとした、熱スイング吸着(TSA)によるコンパクトな省エネルギー型VOC回収システムを構築することを目的とする。今年度の研究

計画は、ナノ構造制御炭素を用いたカスケード型モジュールの開発、②カスケード型モジュールによる VOC の吸着・濃縮特性評価の2つのテーマから構成される。テーマ①では、粒子径と細孔構造を制御したカーボングル微粒子を合成し、微粒子へのトルエン・ベンゼン等の代表的な VOC の吸着実験を異なる吸着温度(10℃～40℃)で実施し、VOC の吸脱着特性に与える温度の影響を明らかにした。また、共同研究先の民間企業から提供を受けた多孔質アルミナ基材の表面に、スピニング法やディップコーティング法によりカーボングルを薄膜状に固定化する方法を検討し、モジュールの試作品を作製した。一方、テーマ②では、ラマン分光光度計に特殊セルを設置することで、スペクトル測定における S/N 比が改善され、その結果、高感度の測定が可能となった。本手法を用いて、基板上に薄膜状に形成したカーボン膜のラマンスペクトルを測定し、D バンドと G バンドの強度比を解析することで、基板上に結晶性の高い炭素層が形成されていることを見出した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕VOC、熱スイング吸着、ナノ構造制御炭素

〔研究題目〕単純形体に基づくピッチマスターゲージとそのナノレベル測定技術の開発

〔研究代表者〕大澤 尊光(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕佐藤 理、小森 雅晴(京都大学)
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

研究目標：

歯車等の回転体用の円ピッチ測定を対象として、国家標準レベルから生産現場レベルまでの技術的欠落のないナノ精度ピッチ保証体系の構築を目指す。このため、①高精度に製作可能な単純形体(球・円筒・平面等)に着目したピッチ標準器(ピッチマスターゲージ)の開発、②角度標準技術である等分割平均法とレーザ干渉による高精度距離測定法を組み合わせたピッチマスターゲージのナノ精度測定技術の開発、③ピッチマスターゲージを用いた生産現場用測定機の高精度検査・校正法の開発、④ピッチ測定用の小型・高精度検出器の開発を行う。

研究計画：

平成18年度においては、環境変化(温度変化等)によるピッチ変動が10 nm 以下となりうるピッチの標準器となりうる球や平面など単純形体からなるピッチマスターゲージの構造検討・基本設計を行う。また、このゲージの校正(値付け)を行うための校正装置の基礎部分の開発を行う。ゲージ校正装置に適用可能な高感度なプローブに関する構造の検討を行う。

年度進捗状況：

本年度は、形状精度の高い球・円筒・平面のみを用いた検査・校正用高精度ピッチマスターゲージを提案した。

ゲージの中心に円筒を位置させる場合と、球を位置させる場合の二種類のゲージを考案し、設計を行った。ゲージ構造の幾何学的理論解析プログラムを開発し、一般に入手可能なサイズの球との組み合わせにより、これらのゲージがどのような角度のピッチを実現できるかを調査した。この結果、円筒を中心とするゲージのように、中心の円のサイズを任意に変更できる場合は、ほぼ任意の角度のピッチを実現できることを確認した。一方、球を中心とするゲージのように、中心の円のサイズが限定されている場合、実現できるピッチ角度は離散的となる。また、切りの良い数字の角度を実現できる場合は少ないが、それに近い角度を実現することは可能であることを確認した。この場合、360度を隙間無く覆うのではなく、若干の隙間を与えることにより実現が可能となることを示した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕歯車、ピッチ、精密測定、トレーサビリティ

〔研究題目〕トポロジー最適設計によるフォトニクス結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用

〔研究代表者〕栗津 浩一

(近接場光応用光学研究センター)

〔研究担当者〕栗津 浩一、藤巻 真、王 曉民
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

近年光ネットワークを介して通信される情報量は著しく増加している。将来、超高速大容量通信を根底から支える次世代フォトニックネットワークにおいて「フォトニック結晶」はその自由自在な光制御性から必要不可欠な素子であると言われる。フォトニック結晶はサブミクロンオーダーで周期的誘電率変調を施した人工結晶であり、特定の周波数領域の光の伝播を完全に禁止し、この周波数領域はフォトニックバンドギャップと呼ばれる。特に、全方向からの光制御が可能なデバイスが求められている。そこで、フォトニック結晶の作製を目的として、DXLとLPD法を適用してTiO₂中に、2次元微細構造を形成する手法の確立を試みた。従来フォトニック結晶の材料に用いられてきた半導体に比べ、TiO₂は通信波長帯域($\lambda=1.55\ \mu\text{m}$)での光透過率が2桁以上高く、光ファイバのコアに近い屈折率を持つ。これによりTiO₂フォトニック結晶は光ファイバ接続時の入出射損失が低いという利点がある。また半導体の微細加工には大量のエッチングガスを必要とするが、本手法は低コスト、低環境負荷でフォトニック結晶を作製する有力な手法となる可能性がある。まず、FDTD計算により酸化チタンのさまざまな2次元構造に対してのフォトニックバンドギャップ計算を行った。六角形に円柱ロッドが並んだ構造体をとった場合に全方向に対してのフォトニックバンドギ

ャップが形成されることが予測される。そこで、この構造体を作製するためにまずポジ型レジストであるPMMA (OEBR-1000) を SiO_2/Si 基板上にスピスコートし厚さ1.6 μm のレジスト膜を得た。これらのレジスト膜に、 SiN 膜 (厚さ2 μm) 上に蜂の巣格子パターンの Ta 吸収体膜 (厚さ1 μm) を持つ X 線マスクと厚さ50 μm の Be 膜フィルタを通して、シンクロトン放射光 (750 MeV、TERAS、AIST) 照射を行った。照射は1.6 μm 厚のレジスト膜に垂直露光した。この後レジスト膜をメチルエチルケトンにより現像し、2次元周期性を持つ PMMA 構造体を得た。次に液相析出法を用いDXL によって得られた PMMA 構造体に忠実に TiO_2 を充填することを試みた。まず pH0.5 の塩酸水溶液にオキシ硫酸チタン ($\text{TiOSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 、 $x=4.6$) を加えその濃度を0.01 mol/l とした。その後尿素を1.5 mol/l になるまで加えると TiOSO_4 過飽和溶液となり、加水分解平衡反応が生じ TiO_2 の析出が始まる。この TiOSO_4 過飽和溶液中に PMMA 構造体を鋳型として60 $^\circ\text{C}$ で約1日間浸漬させ、洗浄、乾燥させた後、高分解能電界放出電子顕微鏡 (FE-SEM、S-4800) で観察すると TiO_2 が緻密に充填されていることがわかった。この後、PMMA のみアセトンで選択的に除去することで2次元 TiO_2 微細構造体を得た。2次元の TiO_2 微細構造体の FE-SEM 観察からサブミクロンオーダーの周期的な構造を持つことが確認された。光物性測定から、近赤外領域にフォトニックバンドギャップが形成されていることがわかった。

【分野名】情報通信

【キーワード】ナノテクノロジー、先進光技術、ビーム応用

【研究題目】トポロジー最適設計によるフォトニクス結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用

【研究代表者】石川 浩
(超高速光信号処理デバイス研究ラボ)

【研究担当者】石川 浩、池田直樹
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

筑波大学と協力して、トポロジー最適化によるフォトニック結晶導波路作製技術の研究開発を行った。筑波大学においてトポロジー最適化のアルゴリズムに基づいて製作されたグレイスケールパターンについて、製作可能性を検討して二値化を行い、広帯域低損失の曲げ導波路、低クロストークの交差導波路などの製作条件を明らかにした。この結果を「超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発」に適用して、良好な結果を得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】フォトニック結晶、トポロジー最適化、曲げ導波路、交差導波路

【研究題目】スピントロニクスによる酸化物熱電材料中の電子エントロピー制御と高効率平板熱電変換素子開発に関する国際共同研究

【研究代表者】山本 淳 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】山本 淳、小原 春彦
(常勤職員2名)

【研究内容】

スピントロニクスによって磁性酸化物半導体中の電子エントロピーを制御し、革新的な平面型熱電素子を開発することを目指している。物質材料研究機構が中心になり、産総研、ワシントン大学、パシフィックノースウェスト国立研究所が協力して国際共同研究を実施しており、産総研では、材料の熱電性能評価と平面型の発電実証デバイスの試作を担当している。熱電性能評価においては、サーマルプローブ法による熱電特性の2次元マッピング技術を適用し、試料の局所的な熱電性能を評価やコンビナトリアル材料開発を行っている。本手法はこれまでに金属元素が3種類以上含まれる酸化物熱電材料の最適組成を決定する等、学会でも注目される成果を上げてきた。平成18年度は、薄膜内に遷移金属をイオン注入した TiO_2 薄膜の熱電特性を評価し、この結果を参考にバルク TiO_2 熱電材料の最適化実験を進めた。また開発した N 型 TiO_2 系熱電材料を高放熱基板上に集積化し、従来の π 型発電モジュールと全く異なるプレーナ型発電デバイスの設計を進めた。デバイスの試作と並行して赤外線照射機能や温度の2次元可視化機能を有する専用のプレーナ型デバイス評価装置を開発し、試作したデバイスの発電性能の評価方法を確立した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化物、熱電変換、薄膜、コンビナトリアル

【研究題目】次世代交流電圧標準の開発

【研究代表者】東海林 彰
(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】東海林 彰、佐々木 仁、山森 弘毅、中野 英俊、藤木 弘之
(常勤職員5名)

【研究内容】

本開発は、双出力ジョセフソン DA 変換器と双入力熱電変換器を用いることにより、ジョセフソン素子の発生する量子化電圧によって実効値の測定精度が保障された広帯域 (1 Hz-10 kHz) の交流電圧標準の実現を目的とする。このような次世代交流電圧標準を確立することによって、熱電変換標準器を基準とする現行の「原器」的な交流電圧標準から、より普遍的な基礎物理定数に基づく「方式・規格」としての“次世代交流電圧標準”への移行を目指す。これまでに、窒化ニオブ (NbN) 膜を素材とするジョセフソン・デバイス作製プロセス技術により、最大振幅1V、分解能10ビットの双出力ジョセフソ

ン DA 変換器を Si チップ上に作製することに成功した。また、Bi、Sb 等の薄膜作製技術を用いて双入力熱電変換器を作製することに成功した。試作した双出力ジョセフソン DA 変換器の全てのアレーにおいて振幅 1 mA 以上の定電圧ステップが観測され、正常に動作していることが確認された。一方、試作した双入力熱電変換器は、精密評価のために必要な熱時定数や伝達特性の対称性等の特性を十分に満たしていることを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、標準・計測

【キーワード】交流電圧標準、ジョセフソン DA 変換器、熱電変換器、窒化ニオブ

【研究題目】AFM を用いたナノ物質形態の精密評価手法の ISO 国際評価

【研究代表者】一村 信吾
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】一村 信吾、井藤 浩志
(常勤職員2名)

【研究内容】

ナノテクノロジーの発展に伴い、原子間力顕微鏡 (AFM) が標準ツールとして利用されつつある。それに伴い、測定機器、カンチレバー、探針形状等の仕様について、国際的なルール作りが求められている。特に、AFM では、探針形状の影響が測定画像に畳み込まれる形で直接的な影響があるため、その標準化が強く望まれている。これまで、探針の形状については、先端曲率で表示するのが一般的であったが、これは必ずしも使いやすいものではなく、1つの指標にすぎなかった。探針の形状を容易に測定するためには、その場利用可能な探針評価用試料が必要である。この目的で、多層膜断面を利用したプロセスを開発し、5 nm 以下の先端曲率に対応可能な探針形状評価用標準試料を作成した。この探針評価構造を用いて、Si 探針やカーボンナノチューブ探針の評価を行い、探針評価構造を用いて評価した構造と電子顕微鏡で測定した実形状が、測定精度の範囲で一致することを確認した。さらに、探針のアスペクト比の変化を図示する表示方法 (解像度曲線) を提案し、AFM 画像と測定した探針形状から、画像データの信頼性を判定する方法を開発した。これらの手法について、国際ラウンドロビン試験を行い、再現性良く利用可能なことが示された。この結果について、2006年に ISO/TC201/SC9 においてプログレスレポートを行い、2007年に NWIP 提案を行う合意が得られた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】原子間力顕微鏡、探針、カンチレバー、チップキャラクタライザ

【研究題目】e インフラストラクチャ構築のための国際標準セキュリティポリシー策定事業

【研究代表者】田中 良夫 (グリッド研究センター)

【研究担当者】関口 智嗣 (常勤職員2名)

【研究内容】

本研究においては、次世代情報処理基盤として研究が進められている e インフラストラクチャ特有のセキュリティ要件を満たす、セキュリティ基盤技術の研究開発を行う。また、e インフラストラクチャにおけるセキュリティポリシーとして認証局の運用要件を策定し、その国際標準化を図る。

セキュリティ基盤技術の開発においては、グリッドにおけるセキュリティ基盤である Grid Security Infrastructure (GSI) と Web サービスで利用されている標準的な要素技術を組み合わせることにより、既存の Web サービスとの親和性を保ちつつ、シングルサインオン、権限委譲、柔軟なアクセス制御の実現などを実現する認証認可試作システムの開発及びそれを用いたシステム検証を行い、システムセキュリティをより頑健なものとするために必要な項目を洗い出した。

セキュリティポリシーの策定においては、認証局の監査手順に関するドキュメントを作成し、グリッド技術の標準化団体である Open Grid Forum (OGF) でドキュメントとして公開する手続きを開始した。また、我々が開発を進める認証認可システムに適した認証プロファイルの作成作業を開始し、北中南米及び欧州のポリシー策定委員会の会議及び OGF において認証プロファイルの作成に関するアイデアを発表し、参加者からのフィードバックを得た。また、本アーキテクチャの保証レベルを定めるために、OGF において保証レベルの標準化を進めるための新たな研究グループを立ち上げ、本事業参画者の田中が共同議長を務めることとなった。

【分野名】情報通信

【キーワード】グリッド、セキュリティ、e インフラストラクチャ、セキュリティポリシー

【研究題目】回路設計用モデル開発基盤の構築とこれを用いたマルチゲート MOSFET モデルの開発

【研究代表者】三浦 道子 (広島大学)

【研究担当者】三浦 道子 (広島大学)、小池 汎平、中川 格、関川 敏弘、堤 利幸
(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

回路技術の研究においては、回路の複雑な振る舞いを計算機に計算させる回路シミュレータが極めて重要なツールとなり、XMOS トランジスタのような新しいデバイスを用いた回路のシミュレーションを行うためには、そのようなデバイスの振る舞いを記述したデバイスモデルを新たに開発する必要がある。そのような XMOS トランジスタのデバイスモデルの提供は、XMOS トランジスタ技術を産業界に技術移転するにあたって必須と

考えられる。本テーマでは、このような XMOS トランジスタのデバイスモデルの開発を、国内外の大学と共同で行っている。

平成18年度は、XMOS トランジスタデバイスモデルの実用化を目指して、様々な回路シミュレータへの移植の容易な、Verilog-A 言語を用いて記述したデバイスモデルを開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】MOS トランジスタデバイスモデル、回路シミュレーション

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

【研究代表者】徳久 英雄

(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

【研究担当者】徳久 英雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、極微量の生体分子を超高感度で分析・解析できる単一プローブ分子アレーの創製を目的にして、単一分子を扱えるナノピペットプローブ顕微鏡と巨大分子を利用した単一分子固定化法を組み合わせた革新的なバイオ技術を開発することを目的としている。今研究期間 (平成18年11月30日～平成19年3月20日) では、単一プローブ分子アレー作製のために必要な要素技術を確立するため、次の2つの課題に取り組んだ。

[1] 巨大分子1分子操作可能なナノピペットプローブ顕微鏡技術の開発のために、巨大分子が1度に1分子以上通過できないナノピペットの作製を試みた。その結果、先端に50 nm の細孔を有するナノピペットを再現性良く得ることができるようになった。また、化学修飾によるさらなる細孔の微小化の可能性を支持する結果も得ている。

[2] 単一プローブ分子アレーのための光分解性巨大分子の設計と合成のために、必要な構成要素を4つに分解し、それぞれについて合成検討した。その結果、短時間で光解離する置換基及び極性溶媒に可溶性な dendron を得ることができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノピペット、 dendron 化、単一分子、プローブ顕微鏡、バイオチップ

【研究題目】バイオディーゼル燃料の標準化及び高品質化技術

【研究代表者】葭村 雄二 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】葭村 雄二、鳥羽 誠、阿部 容子、日置 冬子、後藤 新一、小熊 光晴、塩谷 仁、喜多 郭二、佐々木 利幸、河野 善義、中村 行雄、平田 勇、

浜田 秀昭、藤谷 忠博、鈴木 邦夫
(常勤職員7名、他8名)

【研究内容】

タイでは、エネルギー源の多様化や安定供給確保、京都議定書対応、農業産業の育成、国王プロジェクトによるバイオ燃料の推進等の理由から、バイオディーゼル (BDF) の市場導入に対するニーズが高い。このため、タイ産バイオディーゼルの燃料性状・エンジン排ガス特性評価を行い、タイ国内における BDF 品質の標準化、並びに BDF の最新エンジン・燃料システムへの適合化技術開発を行うとともに、BDF の国際商品化に向けた高品質化技術開発を行うことを目的とし、1) BDF 燃料データベース構築及び標準化、2) BDF エンジン特性・排ガス特性評価試験、3) 排ガス低減触媒開発、4) BDF 高品質化技術開発の要素課題について共同研究を実施した。共同研究相手機関は、タイ国立金属・材料研究所及びタイ科学技術研究院である。この結果、アジア特産であるパーム油由来の BDF の燃料組成や性状試験、BDF と軽油と混合油のエンジン特性や排ガス特性試験、BDF 利用に伴うエンジン部材、配管材料、タンク材料の腐食や溶出評価等を通し、パーム油由来の BDF が低温流動性を除けば欧米のバイオディーゼル燃料規格に適合し、軽油混合基材として優れていることがわかった。年間平均気温が20℃以上であるタイ国内での BDF 混合利用を想定すれば、パーム油 BDF の低温流動性に関してはさほど問題にならないと考えられる。天然の抗酸化剤が含まれる粗製パーム油を原料として得られる BDF を軽油の混合基材として用いれば、我が国の改正品確法 (BDF5質量%混合油、B5) で規定される酸化安定性に係る強制規格に、最小限の合成抗酸化剤添加で適合できることが明らかとなった。さらに、粗製パーム油由来 BDF を部分水素化処理して得られる BDF を軽油との混合基材に用いれば、合成抗酸化剤を添加することなく、我が国の改正品確法 (BDF5質量%混合油、B5) で規定される酸化安定性に係る強制規格に適合できることがわかった。粗製パーム油の部分水素化深度の適正化や BDF 中の水分量の適正管理により、BDF の混合率を20質量%まで高めることも可能であり、我が国の改正品確法がタイ国内での BDF 混合軽油 (当面は B5) の品質確保にも極めて有用であることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオディーゼル燃料 (BDF)、標準・規格化、エンジン・排出ガス試験、材料適合性、酸化安定性、水素化処理触媒技術

【研究題目】骨粗鬆症治療のための生体材料 Mg/Zn/F-BCP

【研究代表者】伊藤 敦夫 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】伊藤 敦夫、十河 友、櫻井 常葉

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究の最終目標は、骨粗鬆症治療効果を持つ人工骨材料として、骨量増加に効果があるマグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)及びフッ素(F)を至適量含有するリン酸カルシウムの開発を行うことである。

本年度は、F 徐放性炭酸アパタイトセラミックの作製と評価、Mg・Zn・F を長期間徐放するリン酸カルシウム粉末の作製、及び Zn 含有リン酸三カルシウム(TCP)セラミックによる破骨細胞のアポトシス誘発効果の評価の3項目を中心に研究を行った。

F 徐放性炭酸アパタイトセラミックは、F 及び炭酸含有量の異なる8種類を作製できたが、出発物質の炭酸含有量が高い(12.25 wt%)場合には表面に炭酸カルシウムと考えられる物質が析出した。この物質を溶解除去した後のカルシウム放出量は、炭酸含有量には依存せず F 含有量増大に伴い減少することがわかった。

Mg・Zn・F 徐放性リン酸カルシウム粉末は、長期徐放という観点から700~850℃で焼成して溶解性を低くした Mg あるいは Zn 含有 TCP 粉末、及び F 含有炭酸アパタイト粉末を用い、以前の研究で至適濃度と決定した Mg、Zn 及び F 含有量の混合粉末として作製した。今後、3種の元素による増骨の相乗効果について、動物実験により明らかにする予定である。

また、白色家兎の成熟破骨細胞を TCP セラミック上に播種すると、アポトシスを起こす破骨細胞数は、Zn 含有量0.633 wt%の方が Zn を含まない場合よりも有意に増加した。この結果は、Zn 含有 TCP セラミックが破骨細胞の吸収活動を直接抑制していることを示している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体材料、骨粗鬆症、リン酸カルシウム

【研究題目】 Modifying mosquito population age structure to eliminate dengue transmission

【研究代表者】 深津 武馬 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 深津 武馬、田中 康次郎
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

Aedes spp.によるデング熱の媒介は、熱帯諸国における公衆衛生上の脅威である。この国際研究プロジェクトでは、共生細菌 *Wolbachia* を利用して、カの野外年齢構成を操作することにより、殺虫剤の使用によるカの撲滅といった継続的に費用がかかりしかも環境負荷が大きい方法をとらずに、デング熱の媒介を抑制することを目指す。その中で我々は、共生細菌 *Wolbachia* に遺伝子導入し、形質転換できる技術の開発を目指している。現在 *Wolbachia* のファージ粒子形成能が高いことが知られているスジコナマダラメイガ *Ephesia kühniella* について、ファージ粒子及び *Wolbachia* ゲノム上のプロ

ファージの全構造決定を目指して、ゲノムライブラリー作成、ハイブリダイゼーションスクリーニング、陽性クローンのショットガン配列決定を進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 *Wolbachia*、ファージ、形質転換

【研究題目】 瀬戸内海の防災と環境対策に向けた高潮・津波の影響評価に関する研究

【研究代表者】 山崎 宗広 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 山崎 宗広、湯浅 一郎、田辺 弘道
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

津波の発生に伴う突発的な環境の悪化が懸念されている。これは津波の来襲によって流動が大きく変化し、港内の海底に堆積したヘドロなどの底質物質が港外に広く拡散するからである。今後の港湾設計の中では、防災と環境の両面を考慮した対策技術が必要である。本研究では、防災と環境を考慮した津波軽減対策技術の開発を目的に、大阪湾での津波による流動変化と津波高に影響を及ぼす湾水振動について瀬戸内海大型水理模型実験により検討した。その結果、神戸港海域に津波が来襲した場合、潮流よりも津波流速の方が大きく、港内から六甲アイランド南までの広い範囲において大きな流動変化が見られた。また上げ潮時に津波が来襲すると潮流に津波流速が加算されることを示した。大阪湾は津波の周期が模型時間22秒(現地換算58.3分)のときに共振現象により波高が大きくなることが分かった。なおこの結果は、数値モデルによっても示されている。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 自然災害、南海地震津波、瀬戸内海、水理模型実験

【研究題目】 宍道湖底層における酸素消費過程の解明

【研究代表者】 山室 真澄 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 山室 真澄 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

宍道湖における酸素消費過程を解明するために、現場観測と、宍道湖湖心部堆積物と底層水を用いた酸素消費実験を行った。実験においては酸素の消費とともに有機物指標(COD(Mn)、COD(Cr)、TOC)の濃度がどのように変化するのも検討した。現場観測では大橋川を介して隣接する中海から遡上する貧酸素化した高塩分水が宍道湖堆積物上を移動するにつれて、表層からの酸素の供給が堆積物での消費を上回り、酸素濃度が上昇すると考えられる状況が検出された。その地点での底層の貧酸素化が風速の低下と対応していたことから、堆積物直上の貧酸素化は、成層内部の流動が弱くなった場合にのみ発生する可能性があると考えられた。酸素消費実験の結果では、夏季に行った実験では溶存酸素濃度が4 mg/l から0.5 mg/l に低下するまで3日近くかかった。

また秋季に行った実験でも、溶存酸素濃度がゼロになるまでに50時間前後を要した。このことは、成層状態が長期にわたらないようにすれば、宍道湖での貧酸素化を減らすことができることを示すと考えられた。実験においては、酸素が消費されると同時に TOC 濃度は減少した。しかし COD については、COD (Mn) も COD (Cr) も、溶存酸素濃度との関係が認められなかった。COD (Cr) は塩分補正の必要があることもわかった。危険がある上に、COD の有機物指標としての有効性は低いことが示された。これらの結果から、宍道湖のような汽水湖沼を河口に有する河川事業においては、成層の強固化を防ぐことが最も有効な水質保全対策になると考えられた。

【分 野 名】地質

【キーワード】汽水、COD、塩分成層、貧酸素

【研究 題目】日本海堆積物による後期第四紀東アジア
冬季モンスーン変動の高解像度解明に関する研究

【研究代表者】池原 研（地質情報研究部門）

【研究担当者】池原 研（常勤職員1名、他1名）

【研究 内容】

日本海堆積物中の海氷の指標である漂流岩屑量の変動から東アジア冬季モンスーン強度の変動を高い時間分解能で解明することが本研究の目的である。

昨年度海洋研究開発機構の調査船「かいいい」により日本海北部より採取された3本のピストンコアのうち、古環境解析に適していると考えられた2本のコアについて、堆積物中の暗色層の対比、挟在する火山灰層の同定・対比から堆積年代の推定を行うとともに、軟 X 線写真の解析から漂流岩屑量の計数と帯磁率測定、並びに堆積物物性の測定を行った。結果として、氷期一週氷期サイクルに対応した漂流岩屑量の変化とそれよりも大きい数千年オーダーの変化が過去数十万年間について確認された。この数千年オーダーの変化は堆積物の岩相が示す東アジア夏季モンスーン変動と単純な対応関係にはないことが明らかとなった。また、ステージ6の氷期はステージ2（最終氷期最盛期）よりも漂流岩屑の量が多く、より寒冷であったことが推測できた。

【分 野 名】地質

【キーワード】モンスーン、日本海、第四紀、海氷、漂流岩屑、古環境、古海洋

【研究 題目】地質科学分野におけるオンライン化の将来動向に関する研究

【研究代表者】竹内 圭史（地質情報研究部門）

【研究担当者】竹内 圭史（常勤職員1名、他3名）

【研究 内容】

日本及び東アジアの地質科学界にとって効果的な成果発表の場の在り方を明らかにし、今後必要とされる国際

学術誌の具体像を示すことを目的として、地質科学分野における国際学術誌のオンライン化の現状と将来動向について調査分析を行う。

産総研図書室が有する大量の購読雑誌・オンライン購読雑誌・文献データベース機能を用いて、地質科学分野の主要な70の国際学術誌の諸元を調査整理した。

【分 野 名】地質

【キーワード】国際学術誌、オンライン投稿、オンライン出版

【研究 題目】大水深基礎調査（地質構造調査）に係わる共同研究

【研究代表者】西村 昭（地質情報研究部門）

【研究担当者】西村 昭、中澤 努、山崎 俊嗣、

石原 丈実（常勤職員3名、他1名）

【研究 内容】

石油天然ガス・金属鉱物資源機構が実施した大水深事業により採取された試資料について、石油天然ガス・金属鉱物資源機構との共同研究を実施し、分析・解析を行うとともに、それに基づく解釈を行った。

「石灰岩の形成年代に関する研究」では、海底掘削装置（BMS）で採取された石灰岩の堆積環境とその年代から過去の浅海環境の実態とその後の海山等の構造運動の解明を目標としている。9海山のコア試料の薄片観察・大型有孔虫類の同定・ストロンチウム同位体比層序学的検討を行った。小笠原海台域の白亜紀、沖大東海嶺域の後期始新～前期漸新世、九州－パラオ海嶺の前期漸新世の浅海性石灰岩の分布を明らかにした。紀南海底崖・西七島海嶺の東の小海山の火山角礫岩のマトリックスの遠洋性石灰岩の年代決定による火山活動年代推定も行った。

「フィリピン海から採取されたコアの古地磁気」では、年代データのある堆積岩コアの古地磁気測定データを追加し、フィリピン海プレートの古緯度を求めた。20 Maまでに同プレートは北上をほぼ終了していたことが明らかになり、それに基づきプレートの運動のモデルを考察し、50-15 Maにおける回転運動を主としたモデルを作成した。

「重力データの3次元解析」では、フィリピン海から北西太平洋海盆に至る24-30 N、137.5-150 E の海域についての重力データの処理・解析を行い、重力異常図にまとめた。反射法地震探査結果を用いた堆積層の厚さも考慮した地殻の構造を解析した。小笠原弧、小笠原海台、北西太平洋海盆の地殻の厚さを推定してその妥当性を考察した。

【分 野 名】地質

【キーワード】海洋地質調査、海山、海底年代、プレート運動、地殻構造

〔研究題目〕大水深基礎調査（層序区分調査）に係わる共同研究

〔研究代表者〕 石塚 治（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 石塚 治、湯浅 真人、本多 尚子、
芝原 暁彦、佐藤 雄大
（常勤職員2名、他3名）

〔研究内容〕

本研究は大水深事業の調査海域であるフィリピン海域及びその周辺の小笠原海台や南鳥島周辺海域において、採取された地質試料に関する地球科学的分析データをもとに、各海域におけるマグマ活動及びマントルダイナミクス等を含めた火成活動史を把握することを目的としている。

- 九州パラオ海嶺の火山岩類の年代測定の結果、南部の方が若干早く火山活動が終了したか、ほぼ南北同時であった可能性が高い。四国海盆の拡大開始はパレスベラ海盆の拡大開始に比べてやや遅れたか、ほぼ同時であったのではないかと考えられる。
- 九州パラオ海嶺で発見された特異な同位体組成をもつマグマは他の同海嶺上での火山活動と同時期に活動していた。
- 小笠原海台から採取された試料と、海台が衝突している地域の陸側斜面から採取された試料を比較すると、化学組成上の特徴は比較的類似するものの、同位体組成が明瞭に異なる。同位体組成については、海台周辺の海山から採取されている試料とも異なる。このため、まさに衝突しようとしている小笠原海台西部からの試料採取、分析が陸側斜面の玄武岩の起源を明らかにする上で不可欠となっている。

今年度は前記に加え、2月にパラオ諸島において陸上調査を実施した。この調査は大水深事業で基盤岩採取が実施されている九州パラオ海嶺が陸上に露出するパラオ諸島で詳細な火山活動史を明らかにすることにより、この海嶺の地質構造としての連続性と、同じく伊豆小笠原弧初期の活動を記録している小笠原諸島の火山噴出物との関係を明らかにする目的で実施した。計53地点において岩石試料採取を行った。来年度採取試料の分析を実施する予定である。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 大水深事業、火成活動史、フィリピン海

〔研究題目〕大水深基礎調査（資源ポテンシャル）に係る共同研究

〔研究代表者〕 飯笹 幸吉（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 飯笹 幸吉（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

平成18年度の大水深基礎調査海域における熱水活動に伴う鉍化作用を明らかにするため、調査によって採取した堆積物及び熱水変質を伴う地質試料に関して、重鉍物分析を中心に鉍物組成等の分析を実施した。重鉍物組成

の中で、硫化物+重晶石の総重量比は0.01 wt.%以下であり、唯一秤量できたものは硫黄島海脚上の2試料IB342LC01及びIB343LC01のみであった（表1）。鉍物組成は、極少量の黄鉄鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍、白鉄鉍、重晶石などである。採取された堆積物試料が構造的な交差部の海山や海丘上にないことを考慮すると、これらの重鉍物は顕著な熱水活動に伴って形成された鉍物粒子である可能性は低いものと考えられる。

北大東海盆の海山におけるBMS掘削試料には、海底下わずか7 mほどの浅いところに顕著な白鉄鉍細脈及び緑簾石の沈澱が観察されている。このことは裂罅や小断層をもたらした構造運動とこれに引き続く熱水活動が存在したことを示している。

三福海山南南東のスコリア堆積物（IB337BMS01）の5カ所から重鉍物用試料を採取・分析したが、硫化物及び重晶石は確認できなかった。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 熱水活動、鉍化作用、重鉍物、硫化物、構造、海山、断層

〔研究題目〕コバルト・リッチ・クラストの微地形把握と採鉍技術の基礎的検討

〔研究代表者〕 山崎 哲生（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 山崎 哲生（常勤職員1名）

〔研究内容〕

コバルト・リッチ・クラストの表面微地形変化が、採掘される原鉍石品位に与える影響を実海域データから把握し、採鉍方法、採鉍装置の基礎的検討に役立てるとともに、選鉍、製錬へとつながる鉍石フローの技術的、経済的問題点を抽出することを目的に研究を実施し、概略、以下のような成果を得た。

- 微地形変化の3次元デジタルデータ化
コバルト・リッチ・クラスト賦存地域で撮影した既存の海底ビデオ画像（FDC画像とBMS画像）から、静止画像のコマを取り出し、市販の画像処理ソフトウェアを導入してクラスト表面の微地形変化の3次元デジタルデータ化・解析を実施した。
- 原鉍石品位、微地形変化パターン等推定
微地形変化の存在するクラストをある大きさの掘削ヘッドを持つ採掘機で機械掘削するという、採掘シミュレーションの基礎的検討と、海底近傍で微地形変化パターンを把握する音響的手法についての技術調査を実施した。
- 鉍石フローの問題点抽出
技術的なブレイクスルーの要点を明らかにするため、2006年の経済性指標（金属価格、原油価格、石炭価格、電力価格、金利等）を用いたクラスト開発の予察的経済性検討を実施した。
- 調査技術等情報収集
Minerals of the Ocean と ISA Workshop 参加、

China Ocean Mineral Resources R&D Association (COMRA) 訪問等によってクラスト調査技術等の最新情報を収集した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕コバルト・リッチ・クラスト、採鉱、微地形、原鉱石品位、経済性検討

〔研究題目〕瀬戸内海における船舶津波対策に関する調査研究

〔研究代表者〕山崎 宗広 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕山崎 宗広 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

近い将来発生すると言われている東南海地震・南海地震による津波が瀬戸内海に押し寄せた場合、瀬戸内海諸港に在港する船舶の安全を確保する必要がある。そのため、港外避難海域における津波の伝播特性、津波流速の検討を行った。津波の評価は、瀬戸内海全域の地形を再現している瀬戸内海大型水理模型実験により行い、調査対象海域は備讃瀬戸海域として実施した。水理実験の結果、備讃瀬戸海域にある高松の地点では、1.5時間後に第1波目の津波が到達することが分かり、数値計算の結果と良い一致を示した。避難海域 (児島、水島) における津波高は、津波が来襲する潮時によって異なり、その影響は1潮汐周期間に渡る。また下げ潮時に津波が来襲すると津波の進入を阻害し、逆に上げ潮時に津波が来襲すると津波の進入を加速させることが分かり、避難海域での津波流速を示した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕船舶津波対策、南海地震津波、備讃瀬戸、水理模型実験

〔研究題目〕九十九里浜平野における相対海面変動の空間多様性：地中レーダーを用いた復元

〔研究代表者〕田村 亨 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕田村 亨、村上 文敏、渡辺 和明 (常勤職員3名)

〔研究内容〕

鹿島房総隆起帯に位置する九十九里浜平野は、完新世において隆起が継続し、中央部の東金市一九十九里町付近では、過去6,000年間において約5 m の相対海面の低下があったことが知られている。周辺の約12万年前における海成段丘面の高度から、この隆起速度は現海岸線方向に異なり、南部の茂原周辺では中央部の1.5倍程度になる。そこで、地中レーダー探査記録と浜堤の同時間性から、過去の海面変化を南部の茂原及び一宮付近においても復元し、隆起速度の違いが完新世における相対海面変動の空間多様性におよぼした影響を調べた。結果、約5,500年前の海浜堆積物の低潮位線は東金では約+4 m 付近であるのに対し、これを茂原では約+6~7 m となった。仮に6,000年間で2.5 m の差とすると、12万年で

約50 m となり、現在見られる海成段丘の高度差とほぼ一致する。また、最南端の一宮では茂原付近よりも相当の隆起が見られ、両者を境する一宮川が構造線となっている可能性が示唆される。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕隆起、堆積物、沿岸、平野、地球環境、地中レーダー

〔研究題目〕地中レーダーを用いた“史跡国泰寺跡”の高精度地下探査

〔研究代表者〕七山 太 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕七山 太、村上 文敏 (常勤職員 名、他 名)

〔研究内容〕

地中レーダーは、地面に電波を発信しその反射波を受信することで、地下の堆積物の構造を透過する物理探査装置であり、特に海浜堆積物の可視化に有効であることが、我々の調査の蓄積によって判明している。我々はこの探査装置を用いて泥炭層地域の浅層地下の可視化実験を厚岸町教育委員会の協力で実施した。史跡国泰寺跡では既にトレンチ調査が実施され、その詳細は我々の研究グループによって報告されている。今回の探査実験の結果、100 MHz アンテナを使用した場合には現地表から4 m 程度、200 MHz では3 m 程度のイメージングに成功した。但し、4枚の記録とも付近の構造物からの反射によって生じるノイズが認められた。但し、盛り土と泥炭層 (Peat)、及び泥炭層と内湾成泥層 (Bay mud) の境界は比較的明瞭に認められた。特に後者は標高0 m に位置し、Holocene marine limit に対比される。さらに泥炭層中の反射面に着目するならば、100 MHz では2枚、200 MHz では5枚の水平な明瞭な反射面が認められ、これらは堆積構造の反映と考えられる。泥炭層は空隙が多く、含水率が高いものの、比較的均質であり、反射面を生じる要因は存在しない。よって、これらは泥炭と砂 (もしくは火山灰層?) の物質境界で生じた反射面と考えてよいであろう。一般に GPR 記録の垂直解像度は物質内の伝搬速度によって規定され、湿潤砂では100 MHz で27-34 cm、200 MHz では13.5-17 cm が基準値である。泥炭層では、これよりもやや大きめの数値を示すと考えられる。よって、100 MHz で30-50 cm、200 MHz で20-25 cm がこの条件での GPR 探査記録の解像度の精度限界と推定される。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地中レーダー、厚岸町、史跡国泰寺跡、泥炭層

〔研究題目〕塩分が比較的安定している感潮域における付着性汚損生物の侵入動態の解明

〔研究代表者〕山室 真澄 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕山室 真澄 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究は、オポチュニスティックな汚損生物であるホトギスガイと、外来種であるコウロエンカワヒバリガイの浮遊幼生が、予測される環境変化によって河川感潮域のより上流に遡上・侵入するメカニズムを解明することを目的とする。浮遊幼生の発生が盛んになる直前の6月に宍道湖・中海水域の底層における高塩分水の平面分布を観測し、その結果を受けて浮遊幼生が定着する固着部とCTD（塩分・水温・水深を同時に観測する装置）を鉛直方向に3層に取り付けたブイを4箇所を設置する。両湖沼とも底質が軟泥なので、翌日にセンサー部の湖底からの高さをダイバーを雇用して実測する。その後1年間に渡って合計5回、現場で固着部とCTDを回収して、高塩分水の動態と二枚貝の固着状況を把握し、データ解析を行う。本研究は平成18年6月から1年間行うものであり、現在実験継続中である。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕汽水、浮遊幼生、外来生物

〔研究題目〕衛星データと陸域生物圏モデルによる全球炭素フラックスの推定；窒素循環モデルの導入

〔研究代表者〕佐々井 崇博（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕佐々井 崇博（常勤職員1名）

〔研究内容〕

現在深刻化する地球温暖化問題は、大気二酸化炭素濃度の増加が原因とされており、正確な温暖化将来予測のためには二酸化炭素吸収源の把握が重要である。しかし、近年発効された「地球温暖化防止に関する京都議定書」の中では、陸域植生の炭素吸収量の算定手法開発・確立が大きな課題となっている。そこで、本研究では、全球スケールにおける陸域植生炭素吸収量の時空間パターン把握を目的とした新たな陸域生物圏モデルの構築・発展を行う。衛星観測で捉えた現実的な植生活動をモデルに入力することで、京都議定書が定める約束期間での現実的な炭素フラックス推定を目指す。研究計画では、まず新たに窒素循環モデルを提案・構築する。次に、研究代表者が提案した陸域生物圏モデル BEAMS (Biospheremodel integrating Eco-physiological And Mechanistic approaches using Satellite data; Sasai et al. 2005) に窒素循環モデルを統合し、より高精度な全球陸域炭素収支解析を行う予定である。今年度は、窒素循環モデルの提案・構築、及び BEAMS への統合作業を行った。更に、地上観測データを用いてモデルを評価するため、現在ポイントスケールでのモデルシミュレーションを実施している。モデルの妥当性を確認した後にスケールを広げ、全球スケール解析へとつなげる予定である。

〔分野名〕地質、環境・エネルギー

〔キーワード〕炭素循環、モデルシミュレーション、リ

モートセンシング、地球温暖化、陸域生態系

〔研究題目〕地球温暖化による海面上昇がおよぼす沿岸土砂環境への影響を探る試み

〔研究代表者〕田村 亨（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕田村 亨、村上 文敏、渡辺 和明（常勤職員3名）

〔研究内容〕

将来の海面上昇に対して砂浜海岸で発生する地形変化や堆積現象を理解し、防災と環境保全に資するために、6,000～9,000年前の海面上昇時の海浜堆積物を含む仙台平野沖積層に対して、ボーリングコアの解析と、地中レーダー探査を行った。ボーリングコアの解析については粒度分析と放射性炭素年代測定を行い、地中レーダーでは堆積当時の地形勾配に対応するレーダー反射面が得られた。海面上昇期と、その後の海面安定期において得られた結果を比較した結果、海面上昇期には、比較的海浜勾配が緩くなることが明らかになった。またそれに対応して、一定の水深差において、沖に砂が細くなる度合いが強くなるということが、明らかになった。海浜勾配が緩くなる機構については数値計算などの検証が必要であるが、ここで得た粒度データは、その際の参考データとして用いられる見込みである。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海面上昇、堆積物、沿岸、平野、地球環境、地中レーダー

〔研究題目〕相関電子コヒーレンス制御

〔研究代表者〕永長 直人

（強相関電子技術研究センター）

〔研究担当者〕MISHENKO Andrey、小野田 勝（他3名）

〔研究内容〕

本プロジェクトでは、強相関電子系の内部自由度に潜む量子位相コヒーレンスを制御するための学理を確立することを目標にしている。特に、(i) オンゲストロームスケールの結晶格子構造をコントロールすることでボトムアップから量子位相を設計するトポロジカルコヒーレンス制御、(ii) 量子臨界性などを利用してトップダウンで位相コヒーレンスを制御するクリティカルコヒーレンス制御、の2つの方向からのアプローチを目指す。より具体的な研究計画は、(a) 固体電子におけるベリー位相の理論的研究と、第一原理バンド計算による物質設計、(b) 高温超伝導体をはじめとする無機酸化物の磁性、超伝導、電荷秩序などのナノスケールスペクトロスコピーと量子臨界制御、(c) 有機物における絶縁体―超伝導転移の研究と量子スピン液体の探索、などである。本年度の主な進捗として、以下のものが挙げられる。

ベリー位相に関連しては特に固体中におけるトポロジ

カルカレントに着目して研究を行った。現実の系で必ず存在する散逸の効果や電極との接触を考慮するために新しい理論的な枠組み (Keldysh 形式を用いたもの) を構築し、これを以下のテーマに応用した。

(i) 界面電子系におけるスピントロニクスの可能性を理論的に探求した。特に SrTiO_3 の電子ドープに着目し、伝導電子帯の底に d 軌道の縮退を反映した多バンド構造が存在し、スピン軌道相互作用が働くことを指摘し、それから予言されるスピンホール効果、新奇な電気磁気結合効果の大きさを評価した。(ii) 量子スピンホール系における不純物効果を、特に電子波導関数の局在に着目して数値的に調べた。その結果、新しいトポロジ量子数 (Z_2 量子数) によって、非局在状態が「保護」され、同時に、新しいユニバーサルクラスに属する局在・非局在半相転移が存在することを見出した。(iii) スパイラル構造を持つ絶縁磁性体における電気磁気効果に関連して、スピンの揺らぎの効果を理論的に調べた。現象論的 Ginzburg-Landau 理論にモード間結合理論を応用し、電気分極との相互作用や4スピン相互作用が存在する場合には、磁性秩序がないにも関わらずスピнкаイラリティーが長距離秩序を示す状態が現れることを示した。今後は、スパイラル磁性体の量子揺らぎを考慮した理論を進展させ、 TbMnO_3 などにおける共線構造相の理解や、 MnSi の量子転移の理論構築を目指す。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 量子位相、スピントロニクス、スピン液体、トンネルスペクトロスコピー

【研究題目】 強相関界面エンジニアリングによるスピントンネル機能の巨大化

【研究代表者】 赤穂 博司
(強相関電子技術研究センター)

【研究担当者】 川崎 雅司、佐藤 弘、澤 彰仁、
山田 寿一、山田 浩之、甲野藤 真、
小池 和幸、石井 裕司、山本 晃生、
中村 優男 (常勤職員6名、他5名)

【研究内容】

本研究では、強相関遷移金属酸化物のスピン完全偏極強磁性に焦点をあて、酸化物スピントロニクス素子の構築に必要な不可欠な界面磁性の直接観察と制御技術 (界面エンジニアリング手法) を新たに開発するとともに、実際にデバイス構造を作製し、その特性評価を通してスピントンネル機能の巨大化を実現することを目的とする。さらに、ここで得られた強相関電子系の界面物理に関する知見並びに界面制御技術・デバイス技術を基に、新規強相関界面デバイス機能の開拓にまで発展させる。具体的には、研究項目として、(1) 非線形磁気光学効果による界面磁性の研究、(2) スピン偏極 SEM による界面磁性の研究、(3) 強相関界面デバイスプロセス技術の開発、(4) 強相関界面デバイス機能の研究、(a) 強相関スピン

トンネル機能、(b) 強相関界面伝導機能、を設定し、研究を実施した。

本年度の研究進捗状況と主な成果をまとめると、(1) モット絶縁体である LaMnO_3 と SrMnO_3 の界面において、電荷移動で誘起される界面磁性を MSHG により系統的に調べた結果、 $\text{Mn}3d$ 軌道の自由度が界面においても重要な役割を担っていることを見出した。(2) スピン偏極 SEM 組み込みパルスレーザ製膜装置の、製膜過程における試料ホルダの腐食、熱電対の劣化等の問題点を解決するとともに、プラズマクリーニング技術を応用し、種々の強相関材料・電極表面の磁性についての知見を得た。(3) スピントンネル接合用ポリイミド層間絶縁膜に対して、紫外光を用いた新規な微細加工技術を開発した。本技術は、残留物のない微細加工が可能で、ビア作製プロセスに有望であることが明らかになった。(4) (a) 再現性のある高性能な $(\text{La,Sr})\text{MnO}_3$ 強相関スピントンネル接合を用いたスピントンネル分光素子を試作し、上部 $(\text{La,Sr})\text{CoO}_3$ の接合において、負の TMR 特性観察に成功した。これにより $(\text{La,Sr})\text{MnO}_3$ 接合を用いたスピントンネル分光技術開発の見通しを得た。(4) (b) $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{FeO}_3/\text{SrTi}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ (LSFO/Nb:STO) エピタキシャル・ p - n 接合界面において電界誘起抵抗変化 (CER) メモリ効果の発現に成功するとともに、空乏層内の共鳴トンネルなどのリーク電流パスの閉鎖が CER 効果の発現起源となっている可能性を見出した。また、電界印加による電荷注入が引き起こす界面電子状態の変化を、電場変調分光法により高精度に評価できることを実証した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 強相関遷移金属酸化物、界面エンジニアリング、スピントンネル接合、電界誘起抵抗変化効果

【研究題目】 高性能の凝固体型有機色素太陽電池の開発

【研究代表者】 原 浩二郎 (太陽光発電研究センター)
【研究担当者】 甲村 長利 (ナノテクノロジー研究部門)、
Zhong-Sheng Wang、崔 彦 (太陽光発電研究センター) (常勤職員4名)

【研究内容】

本プロジェクトでは、有機色素を光吸収材料とし、新規のイオン性オリゴマーゲル化剤によりゲル化したイオン性液体系擬固体電解質を用いた、高性能かつ安定で実用化可能な有機色素太陽電池を開発することを目的とする。平成18年度は、太陽エネルギー変換効率6% (AM1.5 G (100 mW/cm²) 条件下、非溶媒系電解液を使用) の達成を目標とする。

クマリン色素 NKX-2700を用いたナノ結晶酸化チタン太陽電池 (有機溶媒系電解液を使用) において、有機

色素を用いた太陽電池では世界最高レベルである8.2%の高い太陽エネルギー変換効率の達成に成功した (AM1.5 G 条件下)。また、新規に開発した MK-2色素を用いた太陽電池では、従来型の有機色素に比べて開放電圧を向上させることに成功し、溶媒系電解液で8.1%、非溶媒イオン性液体電解液を用いた太陽電池で6.5%を達成した (中間目標値を達成)。これらの結果により、今後のさらなる高効率化が期待できる。さらに、セル特性の耐久性試験をおこなった結果、紫外線カットの AM1.5 条件下において、連続照射1,000時間以上の良好な耐久性を得ることができた (MK-2色素及びイオン性液体電解液)。

おもな研究成果外部発表

- 1) Z.-S. Wang et al., Adv. Mater. 2007, 19, 1138.
- 2) N. Koumura et al., J. Am. Chem. Soc., 2006, 128, 14256.

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽電池、有機色素、ゲル化剤、電解質、色素増感、光電変換

【研究題目】 メコンデルタの海岸沿岸域における変化と人間活動の影響に関する研究

【研究代表者】 齋藤 文紀 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨、西村 清和、田中 明子、渡辺 和明 (地質調査情報センター)、金井 豊 (深部地質環境研究センター) (常勤職員8名)

【研究内容】

河川流域における人間活動の影響によって、デルタがどのような影響を受けてきたか、また受けつつあるかを明らかにするため、ベトナム科学技術院と共同で、メコンデルタの海岸沿岸域を対象に研究を行っている。3ヶ年計画の2年目は、デルタが自然状態においてどのように変化しているかを明らかにするため、昨年調査を行ったチャービン地域の海岸部において、詳細な地形調査と堆積物の採取を再度実施し、年間変動の調査を行った。また、同地域における侵食性の海浜と堆積性の海浜を選んで、侵食か堆積かを識別できる指標調査を行った。以上の調査とベトナム側で行われた衛星画像の解析とを総合して、調査地域の北部では堆積傾向であった環境が、過去10年間は侵食傾向に変化していること、堆積地形と侵食地形では潮間帯の地形に差異があり、堆積地形の海浜は上に凸の形状で砂州の発達が良いこと、侵食地形の海浜は下に凸の形状を示し、急な前浜で特徴付けられることが明らかになった。これらの指標は、海岸侵食の評価に活用することが可能である。また現在の海浜の堆積物がどのように地層に保存されていくかを明らかにするため、浜堤列においてボーリングを実施した。

【分野名】 地質

【キーワード】 メコン河、デルタ、環境変動、沿岸侵食

【研究題目】 応力の擾乱が岩石の脆性破壊に及ぼす影響に関する実験的研究—ダム誘発地震への応用—

【研究代表者】 佐藤 隆司 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 佐藤 隆司、雷 興林 (常勤職員2名)

【研究内容】

インド西部 Koyna 地域ではダムの貯水に伴う地震活動が活発である。1967年にダム誘発地震としては世界最大の M6.3の地震が発生したのをはじめ、過去40年間にM4以上の地震が150回以上発生している。また、Koyna からおよそ30 km 南に位置する Warna 地域でも1985年に開始されたダムの貯水に誘発されて1993年から地震活動が活発化している。インド国立地球物理学研究所 (NGRI) では、Koyna-Warna 地域における誘発地震活動の観測研究を30年以上続けている。本研究は産総研 (AIST) と NGRI の共同研究で、インドでのダム誘発地震の観測結果を解釈する上での基礎データを与え、ダム誘発地震発生メカニズム解明に資することを目的に、Koyna-Warna 地域から採取した岩石試料を用いた岩石破壊実験を AIST において行い、高速・多チャンネルアコースティック・エミッション (AE) 波形計測・処理システムにより詳細な AE 時空間分布を調べる。ダム誘発地震においては特に、ダム水位の変動に伴う応力や間隙水圧の擾乱が地震活動に影響すると考えられるので、それらを考慮に入れた実験を行う。

研究初年度の平成18年度は、まず、インド側代表者が来日し、実験設備を見学するとともに、AIST における実験計画について議論した。次に、日本側研究者2名が NGRI を訪問し、インドで実施している岩石の物性測定結果などの基礎的データについて議論するとともに、AIST での実験に用いる岩石試料の選定を行った。その後、インド側研究者2名が AIST に2ヶ月滞在し、岩石破壊試験を4回実施した。データの解析は現在進行中である。

【分野名】 地質

【キーワード】 ダム誘発地震、岩石破壊実験、アコースティック・エミッション (AE)

【研究題目】 電極間のナノ物体を原子分解能で直接観察しながらその電気特性を測定する技術の開発

【研究代表者】 田中 寿 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 田中 寿、リエンシュニック グンター (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

金属カルコゲナイド (MoSxIy) のナノチューブとナノワイヤーを走査プローブ顕微鏡 (STM) を用いて観察/観測し、それらの微視的構造と電気特性を明らかに

した。局所的な分光により、ナノワイヤーの電気特性がストイキオメトリーに非常に敏感であり、合成条件を調節することによって制御できることが判った。さらに、我々はこの物質が特筆に値する機械的特性を示すことを見いだした。すなわち、AFM マニピュレーションを用いて、Mo₆SxIy のナノワイヤーが30 %以上塑性変形することなく伸張できることや、可逆的に自在に曲げたり、切断・溶融などの加工が可能であることが明らかになった。カーボン系の類似構造と異なり、この物質は単一相であるので、デバイス応用などに適している。

フラーレンが単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の外側に共有結合した、新しいハイブリッドナノ炭素構造体 (Carbon NanoBuds) を、高分解能透過電子顕微鏡 (HRTEM) と低温 STM&STS を用いて、微視的に研究した。

物理吸着したフラーレンが TEM 観測下で動き回るのに対し、この物質の HRTEM 像は安定であり、CWCNT に強く結合していることを示唆している。HRTEM 像から C60が主たる成分であることが判った。STM トポグラフィ像も SWCNT に付着したフラーレンのケージ構造が高バイアスのイメージングに対して安定であることを示している。

トンネル電流イメージ分光の測定から、フラーレンのごく近傍 (~1.5 nm) でのみ SWCNT の電子特性が変化していることが判明した。このことは、SWCNT のオーバーオールな電気特性はフラーレンを付加したことにより大きな影響を受けていないことを示している。従って、この新しいハイブリッド炭素構造は、SWCNT の特性を保ったままで化学的に活性なフラーレン部を通して、選択的なファンクショナルライゼーションのための新たな化学反応のルートを提供するものであり、今後の応用展開が期待される。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノギャップ電極、AFM マニピュレーション

【研究題目】 完全スピン偏極強磁性体薄膜の作製と評価及びそのスピントロニクス素子への応用

【研究代表者】 秋永 広幸
(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 秋永 広幸、WANG Wenhong
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

本研究では、閃亜鉛鉱型ヒ化クロム等、完全スピン偏極強磁性体薄膜及びその多層膜構造の特性評価を行い、更に、その薄膜を用いてスピン依存磁気輸送現象を示す素子構造を開発することを最終目標とする。

計画：

完全スピン偏極強磁性体において、そのスピン偏極度など固有物性値を決定することを第1の目標とする。第1の目標達成に向けた詳細計画としては、薄膜作製、その高品質化と構造評価、更には薄膜の低抵抗化と磁気輸送現象測定を行う。

年度進捗状況：

本研究では、完全スピン偏極強磁性体薄膜及の特性評価を行い、その薄膜を用いてスピン依存磁気輸送現象を示す素子構造を開発することを最終目標とした。着任後1年間は、その目標に向けて、薄膜作製と磁気輸送現象測定を行った。平成18年度は、更にその研究を IV 族半導体ベースの材料に展開し、当該分野の先駆けとなる成果を得られつつある。具体的には、シリコンカーバイド (SiC) に磁性元素である Mn を導入した物質を合成し、その磁気特性の評価を行った。本成果は、The 10th Joint MMM/Intermag Conference (2007/1/7-11、Baltimore、Maryland、USA) において発表し、SiC 基板上に Mn 薄膜を形成することによってその界面に生成される強磁性体の同定と特性評価を行った成果は、The International Materials Week (2006/6/24-30、Beijing、China)、The 13th International Conference on X-ray Absorption Fine Structure (2006/7/9-14、Stanford、CA USA)、The International Conference on Magnetism (2006/10/20-25、Kyoto、Japan)、及び、The 3rd Asian Forum on Magnetism (2006/9/11-14、Matsue、Japan) で発表した。また SiC 基板上に良質なエピタキシャル Mn 薄膜を成長できることを明らかにした。本成果は、The 14th International Conference on Molecular Beam Epitaxy (2006/9/3-8、Tokyo) において発表した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 完全スピン偏極強磁性体、シリコンカーバイド

【研究題目】 ナノメートル薄膜の膜厚、密度、組成などに関する計量学的計測に関する研究

【研究代表者】 小島 勇夫 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 Jiangwei FAN (JSPS フェロー)
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

放射光 X 線応用計測とともに実験室レベルの計測技術評価技術及び精密薄膜作製技術を同時に進めることにより、ナノオーダーの薄膜・多層膜を精密に評価する技術を開発した。具体的には半導体デバイスで重要な High-k 薄膜の測定を主に行い、次のような結果が得られた。

(1) 試料保持台では、入射 X 線と試料表面を1/100° 程度の平行性を確保する必要があるが、従来はこれをマニュアル的に実施していたため測定準備に時間を要した。調整手順を見直しソフトウェアの改良によりこ

れを一部自動で行えるようにし、角度に対する目標の精度を達成した。

(2) 実験室レベルでナノ薄膜についてその場計測を行うため、小型の電子ビーム蒸着装置やスパッタリング装置を試作し、X線光電子分光装置に接続し、薄膜試料を大気中に出すことなく測定できるようにした。

(3) High-k膜である HfO₂ を1-10 nm程度の厚さで調整し、成膜の初期過程を X線光電子分光で、深さ方向の状態分析を斜射 X線吸収分光法で解析した。データ解析は進行中であるが、界面での微細な構造や組成変化を示す結果が得られている。

(4) 放射光 X線を用いて Hf 元素による X線吸収強度を測定し、ナノ薄膜中の Hf 絶対量を求めることを試みた。これもデータ解析中であるが、%オーダーの正確さで薄膜中の物質量を定量することが可能であることが分かってきた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ナノ薄膜標準、X線反射率、放射光計測

【研究題目】半導体への高効率スピン注入技術及びスピン操作技術の開発

【研究代表者】高野 史好

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】高野 史好、Asawin Sinsarp

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究は、半導体への電気的なスピン注入及び注入されたスピンの操作技術の開発を目的としている。金属/絶縁体/金属積層構造からなる強磁性トンネル磁気抵抗素子において、MgO単結晶をトンネル障壁とした場合に劇的な磁気抵抗比の上昇が報告されている。このようなスピン保持トンネルリングには、障壁の単結晶化が非常に有効であることから、強磁性体から半導体へトンネル障壁を介したスピン注入においても、トンネル障壁のエピタキシャル化を進め、スピン注入効率向上を目指した。試料作製は分子線エピタキシー装置を用いて行った。発光ダイオード(LED)構造上のMgOトンネル接合の形成条件の最適化を行うとともに、LED部に関しては井戸層の幅やドーピングプロファイルの検討を行った。その結果、Fe/MgO/GaAs-LED構造において、室温で10%以上のスピン注入効率を得ることに成功した。さらに、試料面直方向への磁化の制御を目的に、スピン注入強磁性体電極として、垂直磁化強磁性体膜のひとつであるFePtの適用を試みた。その結果、室温、零磁場でのスピン注入の実証に成功し、メモリ機能を持つスピン偏極LEDの実現の可能性を見出した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】半導体、強磁性体、複合構造、スピン注入

【研究題目】化学物質リスク評価のための3次元多媒体動態モデルの構築と適用

【研究代表者】東海 明宏

(化学物質リスク管理研究センター)

【研究担当者】Dr. NAWAHDA Amin ISMAEL

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

1. 目標

本研究では、リスク評価のための3次元多媒体モデルを、アミン ナワダが京大学位論文で構築した3次元水文モデルと、産総研で開発した動態評価モデルを統合することによって実現する。

2. 研究計画

ナワダ氏が構築した、STHM (Spatial and Temporal Hydrological Modeling、空間的・時間的に解像度をたかめた水文モデル) をベースとして、環境動態のパラメータを地域特性に反映させて推定する方法を開発することで適用範囲の拡大をめざす。このことに連動して、各種のデータベースを活用し、排出量推定方法の開発にとりくむとともに、ケーススタディを実施する。このためのアルゴリズムの開発とプログラムを自作する。研究期間は、平成17年6月1日から平成19年5月31日である。

3. 概要

リスク評価における工学的手法とりわけ、生産工程などから排出された化学物質が、水圏を経由して、生態系の生物、ヒトにまで暴露される過程は、きわめて複雑であるため、適度な単純化をしながらモデルを構築する必要がある。

その課題の必要性が認知されていながらも、現実には、極端にダイナミクスを追及するモデルか、あるいは、逆に極端に単純化しすぎて、使えないモデルが多かった。それをナワダ氏のモデルを核に構築し、適用事例としては、中国の Pearl River (珠江) 流域と国内の数百 km² の流域を対象とした。

4. 平成18年度における成果

平成17年6月1日から、産業技術総合研究所で、標記の研究課題で研究に着手し、これまで以下の成果をあげてきた。まず、中国、広州の Pearl River (珠江) 流域を対象として、モデルに必要なパラメータを整備し、ノニルフェノールエトキシレート動態解析を実施した。

これは、ナワダ氏の STHM モデルに化学反応の項を追加して、この流域に適用し、解析したものであり、流出解析モデルと化学物質の動態モデルを連立させて解くものである。この河川流域は、453,700 km² であり、規模として日本列島をすっぽりふくむほどの大きさである。とくに、このような広域を対象とした解析には、流域場情報、排出量の推定が重要となる。そこで、流域場情報は、インターネットから国際機関で保有されている地理、水文データを収集・整備することによって、解析に供した。また、化学物質の排出量に関しては、国単位の消費

量を人口比率などで回帰させて地域に割りつけて推定した。

ナワダ氏が構築したモデルによって、広域の水圏を対象とした、化学物質のリスク評価を行う上で基礎となる情報が生産しえたこととなる。このように、2年間の研究によって、今後の広域的なリスク評価のために活用しうる手法のプロトタイプを構築しえた。

成果の公表

1. Amin Nawahda and A. Tokai (2007) Estimation of antimony concentration in Kitsune River for Ecological Risk Assessment, Environmental Technology, in review.
2. Amin Nawahda and A. Tokai (2007) vDEHM: A Visualized Distributed Hydrological and Environmental Fugacity Model, Environment and urban systems, (in review).
3. Amin Nawahda and A. Tokai (2006) Integration of ecoinformatics and hydroinformatics in spatial and temporal hydrological modeling (STHM), pp. 255-258, International conference on hydrology and ecology: the groundwater/ecology connection, 11-14 September 2006, Karlovy Vary, Czech Republic.

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】広域水系、リスク評価、リスク管理、STHM

【研究題目】重希土類元素の濃集機構と資源ポテンシャル評価の研究

【研究代表者】渡辺 寧（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】渡辺 寧、Sereenen Jargalan（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本年度は研究分担者のセレネン・ジャルガランがモンゴル南部ゴビ地域に出張し、昨年度に引き続きモンゴル南部及び西部の希土類鉱床の地質調査を行った。採取試料の試料調整後、顕微鏡での薄片観察、EPMA を用いた鉱物化学組成分析、XRD を用いた鉱物同定、XRF、ICP-MS を用いた全岩化学組成の分析、Re-Os 年代測定を行った。またモンゴル地質情報センターからモンゴルの希土類鉱床に関するソ連による調査資料を収集した。

これらの調査の結果、モンゴルの主要な4希土類鉱床 (Mushgai Khudag, Khan Bogd, Lugin Gol, Khalzan Burged) の資源ポテンシャル評価を行った。Mushgai Khudag カーボナタイト鉱床では17の鉱体が分布し、これらはカーボナタイト、磁鉄鉱-燐灰石、燐灰石鉱体からなる。これらの鉱体には、燐灰石、方解石、螢石等の鉱石鉱物が含まれる。主鉱体と燐灰石鉱体の探査資料の解析と野外での採取試料の分析結果から、この鉱床では、21.9 Mt の酸化希土鉱石（品位1.0%）が少なくとも見

込まれ、Pr、Nd、Tb、Dy はそれぞれ8,575 t、22,490 t、117 t、553 t 含有されることが明らかになった。

Khan Bogd アルカリ岩鉱床は直径約30 km の複合アルカリ岩体からなり、この中にはペグマタイトが分布し、希土類元素はペグマタイト部に約800-1000 ppm 濃集することが明らかになった。含有鉱物はエピルダイト、アームストロングライト、シンチサイト、阿武隈石、モナズ石である。ただしペグマタイトの規模は限られており、品位もムシュガイハダックほど高くないことから開発できるレベルではないことが判明した。

【分野名】地質

【キーワード】希土類元素、モンゴル、ムシュガイハダック、カーボナタイト、ハンボグド

【研究題目】C-H 活性化に基づく元素リンからの有機リン類の直接合成

【研究代表者】小林 敏明（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】小林 敏明、韓 立彪（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

ジフェニルホスフィンオキシドと触媒量のトリフルオロ酢酸パラジウムをトルエン中加熱したところ、トルエンの C-H 結合活性化に基づく生成物が得られなかったものの、ジフェニルホスフィンオキシドの C-P 結合の切断が伴い形成したと思われる化合物が得られた。反応混合物を GPC により単離したところ、トリフェニルホスフィンとトリフェニルホスフィンオキシドが合わせて約50%の収率で得られた。一方、光学活性 P-H 結合の活性化についても検討し、高選択的メントキシフェニルホスフィナートの新規発生ルートを見出した。さらに、触媒カップリングによる C-P 結合形成の効率的進行を実現した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】触媒、リン化合物、不斉合成

【研究題目】ナノテクノロジーを利用する無機イオン分離計測技術の簡素化に関する研究

【研究代表者】松永 英之

（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】松永 英之、

DEIVASIGAMANI Prabhakaran（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は、産業排水や環境水に含まれる微量無機イオン類の簡素な分離濃縮及び計測技術の開発を目的とし、これらの技術の中核となる選択的認識と応答機能を持った新規な分離計測用材料を、ナノテクノロジー関連技術を用いて検討する。すなわち、(1)有機無機複合構造を創成できるゾルーゲル法、(2)ラングミュアプロジェクト (LB) 膜などの自己組織化法、及び、(3)ナノポー多

孔質材料の高分子グラフト法等、により微細粒子や平板状材料の内部や表面をナノサイズで化学修飾し、無機イオン応答性をもつ新しい材料を創製する。ついで、こうして得られる材料をもとに、特定の無機イオンに対する迅速な分離濃縮と簡素な計測技術を新規に開発する。

今年度は、分子認識性試薬を LB 法によりガラスプレートに累積被覆した分子認識性膜状材料を開発する手法を継続して検討した結果、長鎖アルキル型アゾ色素と長鎖の側鎖を持つ高分子とによる LB 膜を累積したガラス板材が良好なカドミウム検知材料になることがわかり、その反応機構の詳細を検証した。研究の成果は、国際的な評価の高い Analytical Chemistry (IF=6) に掲載が許可されている。さらに、基材として PVC を利用し、同じく良好な計測材料になることも確かめた。これらの成果も Analyst など一流国際誌に投稿済みである。また、ポリスチレン微細ビーズを化学修飾して機能性分子によるグラフト化が可能な材料とし、これに金色系キレート試薬などの機能性試薬を化学結合させることで、分子認識性多孔質微細粒子材料を合成した。これらについても化学センサー材料として利用可能であることを示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】簡易計測、LB 膜、ケモセンサー、有害重金属

【研究題目】光電変換高効率化に資するチタニアナノチューブの基礎物性に関する研究

【研究代表者】神 哲郎（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】神 哲郎、池 波
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

色素増感型太陽電池（DSSC）は新しいタイプの分子レベルの電気化学太陽電池であり、光吸収と電流発生はチタニアに結合した色素分子の中で起こる。この種の太陽電池の価格は商用シリコン太陽電池に比べて1/5～1/10である。しかしながら、DSSC 電極としてのチタニアの改善はさらに必要でありチタニアのナノ構造について検討することが必要である。本研究ではナノレベルで構造制御したチタニアの合成と高光電変換効率のための DSSC 電極としての応用について検討した。さらに、可視応答チタニア光触媒としての応用も検討した。

チタニアナノチューブは非水溶媒陽極酸化法により合成した。組織化したナノチューブは水溶液電荷質系で合成したもの比べて高いアスペクト比であった。小さな電流密度で合成することにより表面が平滑でチューブの長さ方向に長いナノチューブを合成することができた。いくつかの合成条件に共通して、本方法で合成したナノチューブは数マイクロメートルの長さを持ちチューブ直径は100 nm であった。このようにして合成したナノチューブは色素増感型太陽電池（DSSC）の電極として応用可能であり、さらに他の物質を用いたナノワイヤのテ

ンプレートとして、加えて光触媒などにも応用展開が可能であると考えられる。

メソ孔を有するチタニア薄膜を蒸発誘導自己組織法により合成した。複数回ディップコーティングすることによって薄膜は3 μm 以上の厚みを生じ、メソ孔組織を保持していた。3次元で連続した細孔は平均細孔径7 nm であり、表面積は有機色素を吸着させるのに十分な広さであった。光電気化学的測定から、3 μm 厚メソ孔チタニア薄膜を用いた DSSC を組んだ場合、開放電圧0.8 V、短絡電流13 mA/cm²で、光電変換効率は6 %であった。この結果から約10 μm という厚膜状のチタニア電極では非常に高い変換効率であることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】チタニアナノチューブ、非水溶媒陽極酸化法、光電変換効率、光電気化学的測定、色素増感型太陽電池

【研究題目】ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素によるナノ多孔体創製

【研究代表者】横山 英明
（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】横山 英明、Lei Li
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

複数のポリマー種から構成されるブロックコポリマーは、その分子のオーダーで相分離を起こし、ナノオーダーの規則構造を自己組織的に構成する。我々は、ナノメートルサイズで相分離したブロックコポリマーをテンプレートとして利用することに加えて、超臨界二酸化炭素を利用した選択的な発泡を利用することで、ナノ多孔体が容易に作成できることを見出している。本年度は、孔の形状を球状の空孔のみならず、チャンネル状、あるいは共連続構造にすることが出来ることが確認された。これらの構造は、フィルター等の応用の用途が広がることになる。さらに、多孔体材料を作成する条件は、超臨界流体内での膨潤状態に起因しているため、ブロックコポリマーの膨潤状態の研究を開始した。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料（ナノテクノロジー）

【キーワード】ナノ多孔体、ブロックコポリマー、テンプレート

【研究題目】温和な条件下におけるシェールオイルのクリーン液体燃料への変換技術の開発

【研究代表者】杉本 義一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】杉本 義一、Janchig Narangerel
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

窒素、硫黄を多く含んでいるシェールオイルをクリーンな輸送用燃料に転換するため、窒素化合物の分離処理

と水素化精製処理との組み合わせを検討した。分離方法としてアルカリ水溶液やメタノールによる抽出処理、各種吸着剤による処理を検討したところ、 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (吸着剤)を用いることによって窒素化合物を効率よく分離、低減できることが分かった。窒素化合物を低減したシェールオイルの水素化精製反応を行なった結果、脱窒素反応速度は4倍に、また、脱硫速度は1.8倍に大きく増加し、比較的温和な反応条件下においても、窒素、硫黄の少ないクリーンな燃料油が製造できることが示された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】シェールオイル、水素化精製、窒素化合物、吸着除去

【研究題目】糖鎖-蛋白質の特異的相互作用を利用した、毒素検知センサー開発のための基盤研究

【研究代表者】鶴沢 浩隆

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】鶴沢 浩隆、S.Sarkar

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、国内で社会問題となっている院内感染や食中毒の感染原因である黄色ブドウ球菌の生産する α -トキシンを選択的に検出するセンサー開発のための基盤研究を行った。 α -トキシンは、シアル酸を末端に有する5糖： $\text{Neu5Ac } \alpha 2\text{-3Gal } \beta 1\text{-4GlcNAc } \beta 1\text{-3Gal } \beta 1\text{-4Glc}$ に結合することが知られている。昨年度までにこの5糖のうち、毒素認識に重要な非還元末端側の3糖(下線部)の完全保護体の合成まで行った。本年度は、この3糖完全保護体の脱保護をはじめに試みた。アセチル基、シリル基、ベンジリデン基等で保護した3糖を Bu_4NF , $\text{NaOMe/MeOH-H}_2\text{O}$, $\text{Pd(OH)}_2/\text{H}_2$ の順で処理して、還元末端側の配糖体のアジド基がアミノ基に還元された3糖 $\text{Neu5Ac } \alpha 2\text{-3Gal } \beta 1\text{-4GlcNAc } \beta 1\text{- (spacer)-NH}_2$ を3工程65%で得ることに成功した。又、類似の方法により、アセチル基で保護した位置異性体 $\text{Neu5Ac } \alpha 2\text{-6Gal } \beta 1\text{-4GlcNAc}$ の完全保護体も合成した。 $\text{NaOMe/MeOH-H}_2\text{O}$ で処理して目的とする $\text{Neu5Ac } \alpha 2\text{-6Gal } \beta 1\text{-4GlcNAc } \beta 1\text{- (spacer)-N}_3$ を得ることに成功した。5糖については、次のように検討している。ベンジル基で保護したラクトースに適切なスペーサーを導入した2糖誘導体をアクセプターとし、NIS、TMSOTf の存在下、4', 6'位をベンジリデン基で保護したチオ2糖誘導体、又は、主にアセチル基で保護したチオ2糖誘導体を反応させ、各々、4糖を合成した。前者のベンジリデン基を脱保護して非還元末端側の4, 6位が遊離した4糖に変換した。後者は、脱アセチル化、イソプロピリデン化、アセチル化、脱イソプロピリデン化を経て4糖誘導体とした。これらの3位又は6位に NeuNAc を導入することを検討し

ている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖合成、中間体、グリコシル化

【研究題目】膜タンパク質中のリガンド結合部位に関するゲノムワイドな解析

【研究代表者】諏訪 牧子

(生命情報科学研究センター)

【研究担当者】M.Xavier Suresh, M. Michael Gromiha

諏訪 牧子(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

昨年度の研究を基盤に、平成18年度は、膜タンパク質立体構造中のリガンド結合部位を配列から予測するプログラムを作成し、ゲノム全体に応用した。

1. リガンド結合性膜タンパク質の判別：膜タンパク質中のリガンド結合様式を予測する方法を開発した。これは、既知のタンパク質と目的タンパク質でアミノ酸組成マトリックスを作成し、両者の比較を行う。2連ペプチドやモチーフを使った同様な手法も試みた。パラメータの選び方を変えつつ自己整合性及びクロス検定テストで予測法を評価したところ予測精度は平均81%だった。アミノ酸を1種ずつ変えた場合 Ser は一番高い精度を示し、リガンド結合を仲介する重要なアミノ酸であることを示唆した。この他、配列モチーフを使った予測も良い精度(83%)であった。
2. リガンド結合選択性の予測：リガンド結合選択性部位の予測・解析は、上記と同様なスキームに従った。結合分子では、脂質が多く見られ(60%)、次に金属イオン(57%)と他の化合物が続いていた。膜タンパク質立体構造から非冗長化した学習セットを作成し、ここでの予測精度を向上させるため、各種の機械学習法を評価したが最終的に Naïve Bayes 法に基づく方法が最適であった(精度72%、感度61%、選択性で71%)。配列の83%でリガンド結合性の残基は正しく予測できた。結合距離の閾値が6-8 Åの場合、予測残基の80%以上はリガンドと接触していた。
3. ゲノムワイドな解析：上記の方法をゲノムに応用したところ、ヒトでは残基の膜貫通タンパク質中残基の17.3%がリガンド結合性である一方で、大腸菌では24.1%、酵母では16.1%であった。異なる生物種でのリガンド結合部位で残基組成が異なり、特にヒトでは Cys が多く現れるが、酵母では Phe が多かった。

私たちは、リガンド結合性の膜タンパク質の判別とリガンド結合部位を予測する方法の開発及びゲノム配列への応用を目的としたが、上記のようにほぼ達成できた。この方法が機能注釈付けや薬設計支援の現場で効果的に利用できると期待する。

関連情報：

学会発表

1. Structural analysis of ligand binding sites in

membrane protein-ligand complexes. M. Xavier Suresh, M. Michael Gromiha and M. Suwa ; International Conference on Recent Advancements in Chemistry, ALPS-2006, Department of Chemistry, Auxilium College, Vellore, Jan. 5-6, 2006.

2. Understanding the complexity of membrane protein-ligand interactions: derivation of novel statistical parameters. M. Xavier Suresh, M. Michael Gromiha & M. Suwa ; The 6th Annual meeting of Protein Science Society of Japan, Kyoto, Japan, Apr. 24-26, 2006.
3. Analysis and understanding of membrane protein-ligand interactions using novel statistical parameters. M. Xavier Suresh, M. Michael Gromiha & M. Suwa ; 20th IUBMB International Congress of Biochemistry and Molecular Biology and 11th FAOBMB Congress - Life: Molecular Integration & Biological Diversity, Kyoto, Japan, Jun. 18-23, 2006.
4. Membrane protein-ligand interactions: new insights from statistical analysis and molecular modeling studies. M. Xavier Suresh, M. Michael Gromiha & M. Suwa ; Fifth East Asian Biophysics Symposium & Forty-Fourth Annual Meeting of the Biophysical Society of Japan (EABS & BSJ 2006), Okinawa, Japan, Nov. 12-16, 2006.
5. Analysis and discrimination of ligand binding membrane proteins using a simple statistical approach M. Xavier Suresh, M. Michael Gromiha and M. Suwa ; The 17th International Conference on Genome Informatics (GIW 2006), Pacifico Yokohama, Japan, Dec. 18-20, 2006.

誌上発表

1. Analysis of binding site residues and ligands in membrane protein-ligand complexes. M. Xavier Suresh, M. Michael Gromiha and M. Suwa ; FEBS Journal (2005) 272(S1), 49.
2. Membrane protein-ligand interactions: new insights from statistical analysis and molecular modeling studies ; Seibutsu Butsuri, (2006) 46: S408.

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 膜タンパク質、リガンド結合部位、Naïve Bayes 法、ゲノムワイド解析

[研究題目] 海洋微生物群集の解析と利用

[研究代表者] 丸山 明彦 (生物機能工学研究部門)

[研究担当者] 丸山 明彦、ホサム エルセイド、他 (常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

海洋は、地球表層の約2/3を占め、陸上とは異なる様々な特徴を有している。中でも、海底熱水活動域やガスハイドレート海域、油田や石油汚染海域などには様々な未知微生物の存在が期待されるが、分離培養困難なものが多いためその機能の多様性や有用性についてはほとんど不明なままである。そこで本研究では、従来の標的遺伝子特異的プライマーを用いる PCR 法に加え転移制御遺伝子領域を標的とした新しい機能遺伝子探索手法の導入、改良を図り、上述した海洋の極限・汚染環境微生物試料を対象に安価で効率的なメタゲノム解析手法として確立するとともに、新規な機能遺伝子情報の収集や解析、利用を図ることを主な目的とした。今年度は、前年度までに開発した新しいプライマーセットを用い、海底熱水活動域試料よりさらに多くの機能遺伝子情報を取得した。その中には、Transporter, Transferase, Oxidoreductase, Aminopeptidase, Glutamate synthetase 等に近縁な機能性タンパク質遺伝子が含まれ、その計40個余りのほとんどが既存のものとの相同性が低い新規なものであることを明確にした。また、この転移を制御している酵素 (Integrase) 遺伝子についても、見いだした11個の内のほとんどが新しいタイプのもので推定された。前者の一部遺伝子については、大腸菌での発現も可能であった。これらの結果は、これまで人間活動周辺環境試料で蓄積されてきた知見を大きく塗り替えるものであることから、さらにその信頼性や特殊性等についての検討を行った。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 微生物、遺伝子、多様性、機能、メタゲノム、海洋、環境、海底熱水系

[研究題目] 高度に機能化された液晶半導体に向けた新規な金属錯体液晶に関する研究

[研究代表者] 清水 洋 (ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 清水 洋、ネケルソン ファビアン (常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

ユビキタス社会を中心とした機動性を持つ軽量フレキシブルデバイスの研究開発が益々活況を呈している現在、有機半導体、導電性高分子が注目されている。最近では一部の液晶材料が性能の良い有機半導体として振る舞うことが判明、デバイス製造行程にマッチしうる新規な材料として注目を浴びている。本研究では溶媒可溶性に富み、大きな π 電子共役系を持つフタロシアニン金属錯体液晶に対して、 π 電子共役系の積層カラム構造の化学的制御によって電荷移動度の高速化及びそれに伴う高電気伝導性の獲得を狙った研究を行う。

平成18年度(最終年度)は、昨年度に合成した溶媒可溶性に富み大きな π 電子共役系を持つ2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15位に長鎖チオアルキル基を有するジヒドロキソフタロシアニンケイ素錯体の飛行時間計測 (Time-Of-

Flight) 法による電荷移動度の計測を実施した。液晶相における電荷移動度は最速のものではなかったが、その結果から金属錯体液晶のラジカル性とフタロシアニン環の運動性が高速電荷移動度の発揮に重要な要素として関係していることが示唆された。また、この材料は基板上で有機太陽電池などへの応用では極めて重要となる強い自発的ホメオトロピック配向性を示すことも見出した。尚、本成果の一部として行った論文発表では本研究データを利用した図柄がその国際的学術論文誌の内表紙に採用された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 有機エレクトロニクス、液晶性半導体、電荷輸送

【研究題目】 環境における化学物質分解微生物群の分子遺伝学的挙動解明

【研究代表者】 鎌形 洋一

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 鎌形 洋一、Zhang Yu

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

微生物群集における化学物質分解遺伝子の多様性と微生物種の多様性を解析することによって、群集構造と機能の相関を明らかにする研究を行った。本年度は環境中で有害物質として認知されている BTEX (ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン) の分解に関わるモノオキシゲナーゼの微生物群集における多様性を明らかにするために変性剤濃度勾配ゲル電気泳動 (DGGE) による解析を行った。機能遺伝子解析に応用するにあたっては従来群集全体から DNA を抽出し目的遺伝子を PCR で増幅、塩基配列を決定するという煩雑な操作が必要だった。なぜならば通常の DGGE では特定の機能遺伝子情報から縮退プライマーをデザインする必要があり、このことが非特異的なバンドの生成や不明瞭なバンドの生成を引き起こしていたからである。この問題を解決した DGGE 法を行うために、CspC1 と呼ばれる制限酵素の認識配列をあらかじめ縮退プライマーの末端につなげ、PCR を行ったあとの制限酵素処理後の消化物を DGGE に供するという、まったく新しい方法を開発した。この方法の有効性を立証するために、まず、12 の既知の微生物のゲノムからモノオキシゲナーゼを縮退プライマーによって増幅し、CspC1 処理を行い DGGE 解析を行ったところ明瞭なバンドを得ることができた。次に本手法を用いて活性汚泥、霞ヶ浦の底泥、油田排水の試料から DNA を抽出し、同様の方法で DGGE を行った。その結果、きわめて明瞭なバンドが得られたとともに、油田の排水試料からは多様なモノオキシゲナーゼの存在を示唆する多数のバンドが得られた。今後本手法を他の機能遺伝子の検出と多様性解析にも適用する予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物群集、多様性、フェノールヒドロキシラーゼ、クローン解析

【研究題目】 中国大陸の斑岩銅鉱床の成因に関する研究

【研究代表者】 渡辺 寧 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】 渡辺 寧、Li Xiaofeng

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

中国江西省の徳興斑岩銅鉱床周辺の地質調査を行い、追加試料を採取した。斑岩銅鉱床を伴う斑岩の粉体試料を作成し、蛍光 X 線測定装置を用いて主要成分の全岩化学組成を明らかにするとともに、ICP-MS を用いて微量成分、希土類成分の測定を行った。また岩石・鉱石試料の研磨薄片を作成し、偏光顕微鏡下で構成鉱物の記載を行った。鉱石試料から両面研磨片を作成し、カソードルミネッセンス法を用いて石英脈の観察を行い、流体包有物の分類、均質化温度測定、塩濃度測定を行った。鉱床中の硫化鉱物を用いて硫黄同位体比の測定を行い、火成起源、熱水起源の含水鉱物を用いて、酸素・水素同位体測定を行った。また鉱床形成時期を明らかにするために Re-Os 年代測定及び Ar-Ar 年代測定を行った (Ar-Ar 年代測定は実施中)。これらの調査、測定結果から徳興斑岩銅鉱床は、170 Ma に海洋地殻の沈み込む場においてカルクアルカリ質マグマ活動に伴って形成されたことが明らかになった。この地域には徳興鉱床以外にも永平銅モリブデン鉱床が分布するが、調査の結果この鉱床は、従来考えられていた塊状硫化物鉱床ではなく、花崗岩斑岩に伴われたクライマックス型モリブデン・銅鉱床であることが判明した。Re-Os 法により求めた鉱化作用の年代は 156 Ma であり、徳興鉱床の年代よりも新しいことも判明した。これらの結果は、2006年7月に神戸で開催された国際鉱物学連合の総会で発表し、また論文原稿を Resource Geology に投稿した。

【分野名】 地質

【キーワード】 中国、斑岩銅鉱床、徳興、クライマックス、永平

【研究題目】 強誘電体ゲートトランジスタの素子特性変調の研究

【研究代表者】 酒井 滋樹

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 酒井 滋樹、Wang Shouyu

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

高密度の不揮発メモリとして期待される金属・強誘電体・絶縁体・半導体型の強誘電体ゲートトランジスタの更なる特性向上を目指している。本年度は、はじめに絶縁体層 Hf-Al-O をパルスレーザ堆積 (PLD) 法で形成中の窒素圧力を 60-380 mtorr の間で変え、110 mtorr

の圧力が適正であることを見出した。Hf-Al-O 層形成後の大気圧窒素中での30秒の高速熱処理の有効性も650-850 °Cの間で条件を変えて調べたが、高速熱処理を行わない従来の方法との顕著な差異はなかった。次に、この適正窒素条件で堆積した Hf-Al-O 層の上に強誘電体 SrBi₂Ta₂O₉を同じく PLD 法で形成した。基板温度400°Cの減圧酸素雰囲気中で前駆体を PLD 法で形成し、これに約800 °C大気圧窒素中で1時間の熱処理を施し多結晶の強誘電体 SrBi₂Ta₂O₉薄膜を約400 nm 形成するのが昨年度までに開発した標準工程であるが、この研究では(1)前駆体形成時の酸素圧力と(2)多結晶化のための熱処理温度の最適化を図った。(1)については、35-70 mtorrの間の条件を変化させ、53 mtorrの条件が最適であることを明らかにした。(2)については、750-815 °Cの間で熱処理温度を変化させ、800-815 °Cの条件が最適であることを明らかにした。以上まとめると、強誘電体ゲートトランジスタ高品質化のための作製上の諸条件を明らかにした。

【分野名】情報通信

【キーワード】不揮発メモリ、強誘電体材料、強誘電体 FET

【研究題目】高性能強誘電体ゲート電界効果トランジスタの研究

【研究代表者】酒井 滋樹

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】酒井 滋樹、Li QiuHong

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、次世代の不揮発メモリ・不揮発ロジック素子として期待される強誘電体電界効果トランジスタ (FeFET) の微細化・薄膜化の研究を進め、実用半導体集積回路への応用が可能な高性能 FeFET を作製する。当該年度は、はじめに金属 Pt、強誘電体 SrBi₂Ta₂O₉(SBT)、絶縁体 Hf-Al-O、半導体 Si の積層構造をベースにした FeFET を作製し、プロセスの適正化を図ることにより、高温で動作する FeFET の作製を目指した。Si 基板上に Hf-Al-O と SBT をパルスレーザ堆積法で、Pt は電子ビーム蒸着法で形成した。イオンビーム法でゲートを加工した。SBT 結晶化のため800°C酸素中で熱処理した。FeFET の実用化には民生用素子としての使用上限温度85 °Cの高温環境で動作可能であることが要請されるので、素子を85 °Cまで上昇させ特性を評価したところ、85 °Cの環境で FeFET としてのドレイン電流特性を確認すると共に2日間のデータ保持特性も実証した。回路応用のためには素子特性のばらつきの評価が重要であるので、チップ内の90個の FeFET のドレイン電流特性を評価したところ、on 状態と off 状態それぞれのしきい値電圧のばらつき標準偏差が両状態のしきい値電圧の差(メモリウィンドウと呼ぶ)の10 %以下であることを確認した。これらの成果を基本

にして薄膜化 FeFET の作製を試みた。SBT の厚さを300 nm (従来は400 nm) まで薄くした FeFET は、±4 V のゲート電圧の掃引に対してのメモリウィンドウ0.7 V 以上の特性を呈した。微細化に向けてインダクティブ結合プラズマ法による Pt と SBT のドライエッチングの条件出しも開始し、反応ガスとして BC13ガスが有望であることを見出した。以上まとめると、高温でもデータ保持が可能な FeFET の作製に成功し、高性能 FeFET 作製技術の発展に大きく貢献した。

【分野名】情報通信

【キーワード】不揮発素子、強誘電体、強誘電体 FET

【研究題目】水添加による水素の燃焼・爆発反応の抑制効果

【研究代表者】藤原 修三(爆発安全研究センター)

【研究担当者】角舘 洋三、金 東俊

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

水蒸気が存在する場合の水素・空気混合気の燃焼挙動への影響を調べるために、ビニールシート張りの容器中に水素濃度を15 %から40 %の範囲で変化させた乾燥状態(相対湿度20 %以下)及び高湿度状態(同80 %以上)の混合気を導入し、開放空間で燃焼実験を行った。着火源として容器中心の通電により赤熱させたニクロム線電極を用い、容器内の極細熱電対により火炎伝播速度を、また容器の外に設置された圧力トランスデューサにより圧力波(爆風)を測定した。その結果、火炎伝播速度、爆風のピーク圧及び圧力波形から求めたインパルスは、組成に対して同じような依存性を示すこと、また乾燥ガスに比べて、高湿度状態では、火炎伝播速度、爆風圧、爆風インパルスとも有意に小さくなる傾向があることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素、水、爆発、燃焼、火炎伝播速度、爆風

【研究題目】ケイ素配位子による遷移金属錯体の反応性制御

【研究代表者】島田 茂(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】島田 茂、李 咏華

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ケイ素-遷移金属錯体においてケイ素基(シリル基)は結合する遷移金属に対し高い電子供与能を有しており、シリル基を遷移金属上に配位子として導入すると遷移金属の電子密度を高め、その反応性を大きく高めることが期待される。さらに、遷移金属上でシリル基のトランス位に配位した基質を効率的に離脱させることにより、遷移金属上に活性点を保持する効果も期待できる。本研究では、このシリル基の特性を利用することにより、N-H、

C-H、C-Cなどの反応性の低い結合の切断反応を媒介する遷移金属錯体を創製することを目的とする。

ケイ素部位と2つのリン部位をフェニレンでつないだ新規配位子前駆体に関し、リン原子上の置換基が異なる化合物を合成した。さらにこの配位子前駆体と一価のロジウム及びイリジウム錯体との反応により目的とする三価クロロヒドリド錯体の合成に成功した。また、キレートケイ素配位子前駆体である1,2-C₆H₄(SiMe₂H)(SiH₃) (I)と0価パラジウム錯体とを1:1の比で室温で反応させると予想通りビス(シリル)パラジウム(II)錯体が生成した。この錯体を70℃以上に加熱すると、ケイ素-ケイ素結合の生成を伴って自己縮合を起こした二核錯体と、全く前例の無い構造を有する三核錯体及び四核錯体が生成した。X線構造解析により、三核錯体及び四核錯体の中心パラジウム原子には5つのケイ素原子が結合し形式的に五価ともいえる構造を持つことが分かった。さらに、理論計算により中心パラジウムとケイ素原子との結合が高い単結合性を有することを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】遷移金属触媒、ケイ素、錯体

【研究題目】有害汚染物質の簡素で迅速な高感度検出を目的とする新規機能性ナノ構造シリカの開発

【研究代表者】松永 英之

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】松永 英之、

ABDEL DAYEM ISMAILALI A. A.

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、産業排水や環境水に含まれる微量無機イオン類の簡素で迅速な高感度計測技術の開発を行う。これらの技術の中核となる選択的認識と応答機能を持った新規な分離計測用材料を、ナノ構造制御シリカを用いて開発する。すなわち、ナノポア単結晶シリカ材料の表面を、有機無機複合構造を創製できるゾルゲル法、あるいは、シリル化法によりナノサイズで化学修飾することによりシリカ材料中に固定化し、無機有害イオン応答性をもつ新しい材料を創製する。次いで、こうして得られる材料をもとに、目的とする無機有害イオンに対する迅速かつ簡素な計測技術を新規に開発する。具体的には、環境基準レベル (ppm~ppb) の濃度のクロム、ビスマスなどの有害重金属類、及び、重クロム酸、ヒ酸などの有害無機酸類の濃度を簡易に分離濃縮・計測できる材料及び手法の開発を行う。

今年度は、高結晶性多孔質シリカ材料(多孔質シリカモノリス)に化学修飾してアンカー機能をもつ官能基を付与する方法として、新しく対イオン複合化という手法を考案し、それに基づくイオン応答機能化を行った。例えば、イオン応答性色素をドデシルベンゼンスルホン酸

などのイオン性有機試薬と組み合わせて、シリカ細孔内に配置することにより、シリル化などの特別の手法を用いずに、シリカ粒子を機能化できることを発見し、これをクロム、鉛、カドミウム、ビスマス、アンチモンなど一連の有害イオン類を選択的に簡易計測できる化学センサー材料を合成することができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】簡易計測、ナノ構造制御シリカ、ケモセンサー、有害重金属イオン

【研究題目】ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素・共溶媒によるナノ多孔体創製

【研究代表者】横山 英明

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】横山 英明、Rui Zhang

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

複数のポリマー種から構成されるブロックコポリマーは、その分子のオーダーで相分離を起こし、ナノオーダーの規則構造を自己組織的に構成する。我々は、ナノメートルサイズで相分離したブロックコポリマーをテンプレートとして利用することに加えて、超臨界二酸化炭素を利用した選択的な発泡を利用することで、ナノ多孔体が容易に作成できることを見出している。本研究では、超臨界二酸化炭素と溶媒の混合系を利用することにより発泡を形成する研究を行っている。二酸化炭素の圧力を変えることにより、用意に混合比が変化するため、ブロックコポリマーの溶解性を容易に変化させることが可能であることがわかった。これにより、フッ素系のポリマー以外でも発泡を導入することが可能であることがわかってきた。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料(ナノテクノロジー)

【キーワード】ナノ多孔体、ブロックコポリマー、テンプレート、共溶媒

【研究題目】新しい水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】徐 強

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】徐 強、張 新波

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、新しい試みとして、前周期軽元素水素化合物を有望な化学的(非吸着系)水素貯蔵材料として取り上げ、高性能可逆的水素貯蔵技術の確立を目的とする。

前周期軽元素主体水素化合物は、高い水素密度を持ち、高性能可逆的水素貯蔵材料としての可能性が高い。

これまで、可逆的に水素を吸収・放出できる材料は周期表の第1周期から第15周期までの元素に限られていたが、本研究は、可逆的水素貯蔵材料を第16周期に広げた。

2水素結合という新しいコンセプトに基づく軽元素主体材料による水素貯蔵材料である酸化ナトリウムの可逆的水素吸収・放出特性を明らかにすると共に、水素解離・吸収反応の反応機構を第一原理計算及び理論化学計算手法を用いて解明した。NaO(110)面への水素吸着・解離過程について第一原理計算を行った結果、水素分子がNaとOの架橋サイトに吸着した場合エネルギー的に最も安定であり、Naに結合し、負電荷を持つ水素($H^{\delta-}$)とNaOに結合し、正電荷を持つ水素($H^{\delta+}$)間に2水素結合 $Na-H^{\delta-}\cdots H^{\delta+}-ONa$ (Dihydrogen bonding) が形成することが明らかになった。分子動力学シミュレーションを行った結果、この2水素結合は、 $Na_2 + H_2 \rightarrow NaH + NaOH$ の進行に有利に働き、反応中間体として水素の解離、吸収過程に重要な役割を果たすことを明らかにした。本研究結果により、2水素結合はNa-O-H系のみならず、高い水素含有量を含むLi-N-H系などの化学水素貯蔵材料の水素吸収・放出反応機構を理解する上で重要であることが明らかになった。本研究結果は、前周期軽元素主体水素化合物に基づく水素貯蔵材料の設計・探索に良い指針を与えるものである。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギー、水素、水素貯蔵

【研究題目】人間型ロボットの行動記述手法の研究

【研究代表者】横井 一仁 (知能システム研究部門)

【研究担当者】Francois SAIDI

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、人間型ロボットに意味ある作業、特に指示された物体を指示された場所に運ぶ、物体搬送作業を行わせるために必要不可欠な行動記述手法を確立することを目的とする。物体搬送作業で重要となるのは、指示された物体を未知環境下で見つけ出すことである。ロボットの行動環境として、平らな床面に様々な物体が置かれている屋内環境を想定する。見つけ出したい物体のモデルはロボットに事前に与えるが、環境内に何がどのような配置で置かれているか、環境のどの位置に見つけ出すべき物体が置かれているかはロボットに与えない。ロボットはステレオビジョンを用い環境を探索し、環境に関する知識を増加し、指示された物体を見つけ出すために移動する。そのためには、環境情報を追加できる期待あるいは、物体を見つける確率を高めるために、どこにいくか、どこを見るかを定める多次元の Next Best View 計画法を確立する必要がある。この実現ために、新しいコンセプトとして6次元のセンサ位置・姿勢空間を制限する可視地図を導入するとともに、注視点制御法及び、環境と物体の存在に関する確率的表現手法を確立し、視野内に物体が存在するかを確率的に表現するための評価関数を導入し、本評価関数と視野角、焦点等のカメラパラメータとの関係を明確化し、物体の存在確率を

評価し、新たに取得すべき視野画像を選定する多次元の Next Best View 計画法を確立した。人間型ロボット HRP-2を用いた環境の探査と地図作製に関する実験及び、物体探査に関するシミュレーション実験を行いそれぞれ良好な結果を得た。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間型ロボット、ヒューマノイド、行動計画、行動記述手法

【研究題目】ポリマー (ポリマーブレンド) /CNT 系ナノコンポジットによる新規導電材料の創製 (JSPS)

【研究代表者】清水 博 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】清水 博、Guangxin Chen

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標:

カーボンナノチューブ (CNT) はナノスケール次元の大きさで、大きな異方性を有し、機械的強度や熱的、電気的性能にも極めて優れている物質である。従って、CNT 単体として利用するだけでなく、CNT を充填剤として各種樹脂に分散させてナノコンポジットを作製することにより、従来の充填剤では発現することのなかった機能や飛躍的な性能向上が望まれる。しかしながら、CNT を樹脂に分散させようとしてもお互いに親和性に乏しいため樹脂中で CNT 同士が凝集してしまい、所与の性能・機能を発揮できない状況にある。即ち、CNT 系ナノコンポジット創製においては、CNT の樹脂へのナノ分散技術の開発が喫緊の課題となっている。この課題を解決するため、我々は次のような2通りの手法により CNT の樹脂へのナノ分散化を図っている。

- 1) 高せん断成形加工法による CNT 系ナノコンポジット創製
- 2) CNT の有機化処理による樹脂との親和性向上とナノコンポジット創製

研究計画:

- 1) 産総研で独自に開発した高せん断成形加工法というのは従来の成形加工機概念を打ち破るほどに高いせん断速度を付与できるものである、従来型の成形機のせん断速度が高々 100 sec^{-1} であるのに対し、我々の装置 (HSE3,000 mini) ではスクリー最高回転速度 $3,000 \text{ rpm}$ 出力時に $4,410 \text{ sec}^{-1}$ のせん断速度を付与することが可能である。樹脂として選んだのは汎用フィルターの分散が困難なポリフッ化ビニリデン (PVDF) である。HSE3,000 mini を用いてスクリー回転数をパラメータとし、CNT を PVDF に添加した時の分散状態を SEM 観察により評価するとともに、CNT 添加量と導電性との相関を検討した。
- 2) CNT の有機化処理として我々は籠状のシルセスキオキサン (POSS) をグラフト化により附加することを

検討した。また、この POSS 附加 CNT の有機溶媒並びに樹脂への分散状態を検討した。

年度進捗状況：

- 1) スクリュー回転数 (rpm) をパラメータとして、PVDF 中の CNT の分散状態を SEM 観察により評価した結果、低せん断下混練 (100 rpm) では CNT が数 μm レベルで凝集しているが、高せん断下混練 (1000 rpm) では凝集がなく、CNT が1本ずつ孤立した分子としてナノ分散していることが分かった。このような分散状態を反映して、この系の導電性は、ナノ分散した系ではより少量の CNT 添加により導電性が急激に上昇するが、分散の悪い凝集した系ではより多くの CNT 添加により導電性が増加していくことが分かった。さらに導電性挙動における絶縁性から導電性への閾値は、ナノ分散系が CNT 添加量で1.5 wt%であるのに対し、凝集系のそれは2.5 wt%であることが分かった。
- 2) CNT の有機化処理として我々は籠状のシルセスキオキサン (POSS) をグラフト化により附加するため、まず、酸化した CNT を塩化チオニル (SOCl_2) でアシル化した CNT-COCl を合成し、続いてそれをアミノ化した POSS と反応させることにより、グラフト化した CNT (CNT-g-POSS) を作製した。分光分析の結果からも、POSS が CNT と共有結合を形成していることが確認された。さらに、CNT-g-POSS は有機溶媒中で非常に良く分散することが分かった。また、ポリ乳酸 (PLLA) 中に分散させても未処理の CNT に比し CNT-g-POSS は格段にその分散性が良くなることが分かった。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] カーボンナノチューブ (CNT)、ポリフッ化ビニリデン (PVDF)、高せん断成形加工、ナノ分散、多層 CNT、導電性、有機化処理 CNT、グラフト化、シルセスキオキサン (POSS)、ポリ乳酸 (PLLA)

[研究題目] 超短波帯の電磁波による生体内非侵襲計測技術の開発と生活支援への応用

[研究代表者] 稗田 一郎 (人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 稗田 一郎、KiChang Nam (常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

高度な医療福祉機器は、人類の医療・福祉に大きく貢献してきた。しかし、先進国では、高度な医療・福祉にかかる膨大な費用が重荷となっていて、また、高度な機器の恩恵を受けにくい国々も多い。こうした見地から、代表研究者のグループでは、人類に広く貢献しうる、簡便で安全な医療福祉技術の研究開発を続けている。現在は、電磁波による生体内非侵襲計測技術の研究に注力し

ている。この技術は微弱な電磁波を送受信する際、アンテナの近くに水分など、比誘電率の高い物質があると、電界強度が変化する現象を利用して、生体内の誘電率分布の計測を行うものである。測定用アンテナの最適化、計算機シミュレーション等を行って、実用装置開発に道筋をつけるのが本プロジェクトの目的である。

初年度である本年度 (9月からの7か月間) では、2次元画像化のための計算処理について、シリンダー状の水槽の測定結果を用いて画像化処理について工夫した。また、周波数の違いによる測定結果への影響について検討するため、これまで用いていた50 MHz 帯よりも低い周波数である2~30 MHz にて測定実験を行った。その結果、概ね14~30 MHz においては、従来の50 MHz と比較して、波長の違いほど解像度に差が出ないことが明らかになった。これは、アンテナ間隔、アンテナと被検体との距離が波長よりも著しく短いため、電磁界が遠方領域でなく近傍領域の振る舞いをしているためと考えられる。今後の実験では、生体への浸透性、感度を主眼に条件を設定することが重要であるとの指針が得られた。次年度以降、アンテナ、画像化法を改良していくとともに、生体による計測を実施したい。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 電磁波、非侵襲計測、生体計測、誘電率分布

[研究題目] 電子と光子を用いたメゾスコピック構造計測技術の開発に関する研究

[研究代表者] 中山 景次

(ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 中山 景次、アレキサンダー・ガチェンコ (常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

電子的欠陥を中心としてメゾスコピック欠陥構造を、電子と光子を用いて計測する技術開発を行っている。本年度は絶縁体の内部に存在する電子的欠陥計測に焦点を絞り、絶縁体として LiF、KCl、MgO 等を取り上げて熱刺激電子放出 (TSEE) 法の電子衝撃欠陥とトライボロジー欠陥の二種類の欠陥計測への応用技術開発を目指した。電子衝撃欠陥は、これらの絶縁性結晶に 10^{-5} Pa の真空中にて、加速電圧を0~5 keV、電子電流を0~0.8 μA の範囲で変化させて低~高エネルギー電子を打込み、照射時間を変えることにより電子打込み量を変化させて欠陥量を変えた試料を作成した。またトライボロジー欠陥は、これらの材料をダイヤモンドスタイラスによりスクラッチさせて形成させた。これらの欠陥を有する試料の欠陥を TSEE 法により計測を試みた。その結果、TSEE グローブ曲線 (電子放出量と熱刺激温度の関係曲線) は材料種に大きく依存すること、電子打込み欠陥とスクラッチ欠陥では欠陥構造が異なること等が明らかとなった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー

〔キーワード〕 TSEE、メゾスコピック欠陥構造、トライブロジック欠陥、電子照射欠陥、LiF、KCl、MgO

〔研究題目〕 改良型逆ミセル法による応力発光超微粒子の製造技術に関する研究

〔研究代表者〕 安達 芳雄
(実環境計測・診断研究ラボ)

〔研究担当者〕 徐 超男、今井 祐介、李 承周
(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

アルミン酸ストロンチウム (SAO) にユウロピウム (Eu) をドーピングしたものは、応力を印加すると緑色の発光を示す。我々は、この応力発光体を用い新規な応力分布計測法の開発を進めている。この応力分布の空間分解能を向上させるためには、応力発光体の超微粒子化が重要な研究テーマとなっている。本研究においては、逆ミセル法による応力発光体の超微粒子化を行った。まず、逆ミセルの周りを芳香族化合物で覆う。この芳香族化合物を重合させ、高分子化した後、界面活性剤を取り除く。これを仮焼成することにより、炭素皮膜を施した発光体前駆体を調整する。この炭素皮膜した前駆体を高温で焼成し、ナノサイズの発光体を得ようと言うものである。界面活性剤としては非イオン性 Igepal CO 520 を、芳香族化合物としてはトルエンディイソシアネートを用いた。Eu が発光を示すためには、原料の3価の Eu が2価に還元される必要がある。そこで、5 %H₂ アルゴン混合ガス雰囲気下、1,000 °C で仮焼成を行うことにより、炭素皮膜した超微粒子の SAO を合成できることが SEM により確認出来た。また、この SAO の高い結晶化を XRD により確認した。さらに、炭素皮膜を除去するための検討を行った。このときの焼成温度が高いと、微粒子が凝集してしまう。そこで、焼成温度を600 °C、800 °Cで行った。また、Eu の2価から3価への酸化を除くため、酸化雰囲気の後、同じ温度で再度還元雰囲気下焼成した。その結果、600 °C で焼成することにより、凝集のない発光体ナノ粒子を得た。このナノ粒子は応力発光を示した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー材料、製造技術

〔キーワード〕 アルミン酸ストロンチウム、応力発光、高分子マトリックス、逆ミセル、ナノ粒子

〔研究題目〕 透明材料のレーザーアブレーションによる中空光導波路及び高機能光デバイスの作製

〔研究代表者〕 川口 喜三 (光技術研究部門)

〔研究分担者〕 川口 喜三、アミット シン
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

中空導波路を用いた高機能光デバイスとして、非共鳴型光導波 (Antiresonant Guided Optical Waveguide (ARGOW)) を利用した高感度屈折率計を作製することを目標とした。この導波形態を利用することで、石英ガラス表面に特に光学反射層を作製することなく光を導波し、その導波状態に基づいて中空構造内部の屈折率を高感度に検出することが可能になる。モデル構造を利用し、入射光のスポット径並びに入射角の制御が可能な入射光学系、出射方向の光強度分布測定が可能なシステムを構築した。この測定システムによって導波光の入射角度を制御することにより共鳴型導波から、非共鳴型光導波への移行を確認することができた。中空導波路構造は独自の微細加工手法である、レーザー誘起背面湿式加工法 (LIBWE 法) によって実施した。本加工法によって得られる微細構造表面の平滑性が、中空導波路としての使用に耐えうるものかを判定するために、種々の加工条件で得られる溝構造の底面、並びに、側面の平滑性の評価を実施した。加工に用いるレーザーのエネルギーを最適に制御することで、表面粗さが光の波長を大幅に下回る優れた平滑性を有する加工面が得られることが明らかになった。今後、LIBWE 構造を利用した ARGOW による導波状態の形成を行い、高感度屈折率計としての利用を検討する。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 石英ガラス、光化学微細加工法、レーザーアブレーション、表面機能化素子、中空導波路

〔研究題目〕 先進的液相電解めっき法による多層型高温超伝導体薄膜の作製

〔研究代表者〕 田中 康資
(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 田中 康資、D.D.Shivagan
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

多バンド超伝導体では従来型量子エレクトロニクスと新しく勃興しつつある量子コンピューターなどの新しい量子エレクトロニクスを同時に実現し、自在に組み合わせることができる。そのため、新しい超伝導エレクトロニクスを生み出そうとする機運が高まっている。多バンド超伝導体のうち、多層型高温超伝導体と呼ばれる一連の銅酸化物高温超伝導体は、超伝導転移温度 T_c が100 K 以上で、新しいエレクトロニクスを実現するバンド間位相差ソリトン (成分間位相差ソリトン (i -soliton)) の発生の条件が、液体窒素温度77 K 以上で満たされると見積もられるため、新しい超伝導エレクトロニクス実現のためのプラットフォームとしての役割を果たすことが期待される材料である。この材料の薄膜作製法の研究を行うとともに基礎物性を明らかにする。薄膜作製において

は、受入研究者のグループで培われたアモルファスエピタキシー法 (APE 法) の技術を発展させながら、その技術内容を研究員の持つ電解めっき法に適用し、 $\text{TI}(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (TI-1223) に代表される優れた特性をもつ多層型高温超伝導体薄膜の作製を行う。平成18年度は APE 法による薄膜作製を進めながら、電解めっき法、 i -soliton 回路の実現法の検討を行った。途中、スタンフォード大における i -soliton の実験検証の報告があり、 i -soliton 検証実験回路の開発を、先行させることにした。従来の異常四端子法に代わる、スタンフォード大の検証と同じレベルの回路の開発の条件を割り出し、基本回路デザイン的设计をおこなった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超伝導エレクトロニクス、ソリトン、超伝導薄膜材料

【研究題目】新しい多孔質金属錯体の水素貯蔵材料としての研究

【研究代表者】徐 強

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】徐 強、杜 森 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

水素エネルギー社会の構築には、高効率水素貯蔵技術の確立が必要不可欠である。これまで、水素吸蔵合金、ケミカルハイドライド等各種水素貯蔵材料が検討されてきたが、重量・体積当たりの水素密度が低いこと、リサイクル性、反応速度、分離・回収技術等様々な問題が存在し、これら諸問題を克服するブレークスルーが期待されている。本研究では、細孔制御しやすく、水素等の小分子を吸蔵できる可能性が高い多孔質金属錯体高分子の持つ優れた性質に着目し、高性能可逆的水素貯蔵技術の確立を目的としている。硝酸銅、硝酸ニッケルや硝酸亜鉛などと配位子であるイソキノリン-3-カルボン酸 (HL) を出発物として用いて、新規金属錯体 $[\text{Cu}(\mu\text{-L})_2] \cdot (\text{H}_2\text{O})_4)_n$ (1)、 $[\text{Ni}(\text{L})_2(\text{CH}_3\text{OH})_2]$ (2)、and $[\text{Zn}(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ (3) を合成した。単結晶 X 線構造解析を行った結果、錯体1は Cu^{II} イオンがカルボキシレートによって連結された1次元鎖配位高分子であり、錯体2と3は単核の金属錯体である。いずれの錯体においても、水素結合による超分子ネットワークが形成されている。特に、錯体1において、[100]方向にエッジを共有し、フレームワークによって安定化された四量体の水分子ユニットによって形成された1次元水のネットワークが観測された。結晶構造解析に加え、これらの錯体について各種分光法による解析を行い、安定性などについての評価を行った。ゲスト分子の脱離や、ガス吸着特性について検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギー、水素、水素貯蔵

【研究題目】糖鎖を用いた、食中毒菌の生産する有害タンパク質の高感度検知法の開発

【研究代表者】鶴沢 浩隆

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】鶴沢 浩隆、S. Roy

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、大腸菌 K99が生産する易熱性タンパク質、エンテロトキシンを検出するセンサー開発のための基盤研究を進めている。本年度は、当該毒素の結合する、末端のシアル酸がグリコリル化した特徴的な3糖合成 ($\text{Neu5Gc} \alpha\text{-2-3Gal} \beta\text{-1-4Glc} \beta\text{-1}$) について検討した。まず、シアル酸を出発原料に用い、メチルエステル化、アセチル化、チオグリコシル化を行い3工程93 %の収率で完全保護体を得た。次にこのシアル酸の5, N-アセチル基をグリコリル基に変換した。まず、5, N-位に Boc 基を導入、N-Ac 基を NaOMe で除去して N-Boc 化したシアル酸に変換した。次に、 CF_3COOH で Boc 基を除去し $\text{AcOCH}_2\text{COCl}$ で処理して、80 %の収率で5, N 位にアセチルグリコリル基を導入したシアル酸誘導体へと変換することに成功した。一方、還元末端側の2糖は、先に合成したグリコリル化したシアル酸とカップリングさせた後、センサー基板に固定する必要がある。そこで、この2糖の還元末端側に適当な長さの ω -アジドスペーサーを導入した糖誘導体を設計した。この基本2糖の合成は次のようにしておこなった。ラクトースを出発原料に用い、1位に適当な ω -ブロモスペーサー基を導入したパーアセチルラクトース誘導体を得た。 ω 位のブロム体を NaN_3 で処理してアジド基に変換し、非還元末端側の3, 4位にイソプロピリデン基を導入、他の水酸基をベンジル基で保護、その後、イソプロピリデン基を除去して非還元末端側の3, 4位がフリーの2糖誘導体に変換した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖合成、中間体、グリコリル化シアル酸

【研究題目】エネルギーデバイス用固体電解質材料の構造・導電メカニズムに関する研究

【研究代表者】蔭山 博之

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】蔭山 博之、Frank Renner

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究においては、対象とする燃料電池やリチウム二次電池などのエネルギーデバイス用の固体電解質 (イオン導電体) の内、まず、高温で動作する燃料電池等に用いる固体電解質を対象として、1) 室温における結晶構造の解析、2) 動作温度・雰囲気における結晶構造の解析を実施する。また、リチウム二次電池の特性に大きな影響を及ぼすと考えられる電解質と電極材料との界面の

モデルを取り上げ、高輝度放射光などの透過力の大きなビームを用いた「埋もれた」界面のナノメートルオーダーの領域における結晶構造の解析を試みる。

本年度は、高温で動作する燃料電池等に用いる固体電解質の候補であるプロトン導電体材料、 $\text{BaY}_{0.2}\text{Zr}_{0.8}\text{O}_{3-y}(\text{H}_2\text{O})$ 、及び $\text{BaY}_{0.2}\text{Zr}_{0.8}\text{O}_{3-y}(\text{D}_2\text{O})$ の昇温 XAFS 測定による局所構造解析を行い、金属周りの局所構造と導電特性の関係について検討した。その結果、導電性向上のためにドーピングされた Y 原子周りの局所構造の昇温による変化が顕著であることが分かった。また、 H_2O 体と D_2O 体の間で局所構造の差違が認められた。

また、リチウム二次電池の電解質と電極材料との界面のモデルを *in-situ* で作成する方法を検討し、欧州放射光施設 (The European Synchrotron Radiation Facility, ESRF) のビームライン ID32において、リチウム電極材料 (炭素負極、金属被覆炭素負極) の表面 X 線回折に関する共同利用実験を実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】結晶構造解析、表面回折、イオン導電体、ナノ材料、電気・電子材料

【研究題目】多層型銅酸化超伝導体におけるキャリア不均衡調節による物性制御

【研究代表者】伊豫 彰 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】伊豫 彰、P.M. Shirage
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ユニットセルに多数の CuO_2 面を有する多層型銅酸化超伝導体について、キャリア不均衡調節による物性制御を行うことにより、高温超伝導の本質的な物性解明、 T_c の向上、新現象発見を目標に研究を行っている。平成18年度は下記の成果を得た。

1. 高圧合成による多層型高温超伝導体の高品質試料作製

高温超伝導の本質的な物性解明を行うため、阪大と共同研究を行っている。試料の善し悪しが決めてとなる NMR 測定用に、頂点フッ素系多層型超伝導体 (CuO_2 面3~5枚系)、Hg 系多層型超伝導体 (CuO_2 面5、8枚系) 及び参照物質として無限層 CaCuO_2 の高品質試料を高圧合成法により作製した。また、角度分解光電子分光 (ARPES) 測定のための頂点フッ素系の単結晶を高圧下で育成した。

2. 元素置換や酸素量変化によるキャリア濃度及び物性制御

ほとんど報告例のない CuO_2 面を2枚含む頂点フッ素系銅酸化超伝導体 (F-0212) について研究を行った。その結果、F-0212 の T_c は、酸素/フッ素仕込量を最適化することで最高108K まで上昇することが明らかとなった。この T_c は、毒性のある Hg や Tl を含む超伝導体を除く CuO_2 面を2枚含む系としては最高

記録となった。また、酸素/フッ素仕込量を系統的に変化させたときの、 T_c 、格子定数の変化を明らかにした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高温超伝導、多層型銅酸化超伝導体、高圧合成法、角度分解光電子分光

【研究題目】超臨界二酸化炭素中でのメソ構造有機-無機ハイブリッド触媒を用いた高選択的酸化反応

【研究代表者】生島 豊

(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】生島 豊、

DAPURKAR Sudhir Eknathrao

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、超臨界二酸化炭素 (scCO_2) の特性とメソ構造有機-無機ハイブリッド触媒機能のシナジー効果を利用し、これまで極めて困難とされてきたアルカン類の高選択的酸化反応を中心として検討を行う。さらに、化学構造の異なる基質を用いて種々の酸化反応を行うとともに、超臨界状態に依存した触媒活性発現機構、反応メカニズムを理論・実験の両面から系統的に明らかにする。具体的には、開発したナノスケールでの有機-無機ハイブリッド触媒調整法と、蓄積された超臨界二酸化炭素反応に関する多くの知見、経験を融合することにより、全く新しい“超臨界二酸化炭素を用いる高選択的酸化反応”を創製する。また、超臨界状態特有の触媒活性発現機構、反応メカニズムを明らかにするために、超臨界二酸化炭素中での酸化反応について、溶解した基質、触媒 (Co、Mn、Cr、Ti 等)、並びに反応生成物の相関関係について *ab initio* 法によりエネルギー計算を行うとともに、NMR、ATR、FT-IR、紫外・可視等の分光学的高圧 *in situ* 測定によって、 scCO_2 との親和性、溶解性の大きさを理論的、実験的に検証する。

今年度においては、有機-無機ハイブリッド触媒として Cr 触媒を選定し、110~190 °C、6~72時間の水熱反応条件下で様々なナノポーラス型固体触媒を合成した。得られた触媒は XRD、TEM、ICP-EAS、DRUV-Vis を用いて解析し、その構造を確認した。得られた固体触媒の触媒活性は、反応基質としてベンジルアルコールを用い、 scCO_2 -酸素ガス共存下で酸化反応を行うことにより評価した。その結果、触媒活性はやや劣るものの、触媒の酸素酸化反応は進行しベンズアルデヒドが生成することが認められた。また、オレフィン類の不斉エポキシ化を検討するため、Mn-Salen 型不斉金属錯体触媒を合成するとともに、本触媒をナノポーラス材料に担持する方法について検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超臨界二酸化炭素、ハイブリッド触媒、

ナノポーラス材料、高選択的酸化反応

〔研究題目〕新規水素貯蔵材料の研究

〔研究代表者〕徐 強

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕徐 強、□ 俊敏

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

来る水素エネルギー社会を支えるキーテクノロジーとして、高効率水素貯蔵・発生技術の確立が求められている。特に、ポータブル水素発生システムが携帯電話やパーソナルコンピューターなどの燃料電池電源の燃料として多様なニーズに対応できるため、安全、便利、確実な水素発生システムの確立が強く求められている。本研究はタングステンカーバイド等の貴金属代替（非貴金属）触媒は、アンモニアボラン及びその誘導体化合物の加水分解反応に高い活性を示し、室温という温和な温度において、制御可能な条件下で効率よく水素ガスを発生させることができることを見出した。貴金属触媒のみならず、これらの非貴金属触媒は、同反応に有効であることを発見したことは、本ポータブル水素発生システムの低コスト化と高効率化に可能性を見出し、実用化の可能性を高めた。本システムの水素発生量は、反応物に対して9重量%に達し、水素発生システムの中で最高の値となっている。さらに、強アルカリによる溶液の安定化が必要という弱点を持つ既知のナトリウムボロハイドライドの加水分解による水素発生システムと比べ、溶液が中性であるという大きなメリットを持つ。また、アンモニアボランの加熱分解による他の水素発生システムと比べ、反応が室温という温和な条件下で効率よく進行するというメリットを持つ。同反応は、新しい、安全、便利なポータブル燃料電池用水素発生方法として、高い可能性を持っている。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕エネルギー、水素、水素貯蔵

〔研究題目〕人間型ロボットの円滑な動作実行手法の研究

〔研究代表者〕横井 一仁（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕Samer MOHAMMED

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

人間型ロボットは、人に類似した機能・形状を有するため、人が行っている様々な作業を代替することが求められている。近年、人間型ロボットは、いくつかの作業を実行するにいたってきたが、まだ、基本動作をシーケンシャルに実行するレベルにとどまっている。例えば、机の上の缶を取るという作業の実行を考えると、「缶を見つけて→机の傍まで歩いて→手を伸ばして缶を取る」といった具合に基本動作を組み合わせて作業を実行して

いる。ここで、矢印で表された部分で基本動作は分断されており、このことが、作業の断続性をもたらし、また作業の実行に時間を要する原因となっている。この作業を「机の方に歩きながら缶を見つけて手を伸ばして缶を取る」といった具合に、複数の基本動作を滑らかに連続実行・並列実行することにより、目標作業を円滑に行う人間型ロボットのための動作実行手法を確立することを目的とする。

平成18年度は、人間型ロボットに人が行うような作業シーケンスで作業を実行させるために、人間型ロボットが作業実行のために行わなければ低レベルの動作に実行優先順位をつける手法を検討した。これと同時に、作業空間での拘束運動とロボット自体の姿勢の制御を同時に行うことのできる動作制御アルゴリズムをシミュレーションにより検討するために、枝分かれした構造を持つ冗長ロボットモデルを用いた動力学シミュレータを開発した。これを使用して、作業空間での拘束の優先順位が高い場合には、ロボットの姿勢制御は作業空間のゼロ空間で行うといった、既に提案されている手法について検討を加えた。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕人間型ロボット、ヒューマノイド、行動計画

〔研究題目〕循環型社会における非鉄金属リサイクルのライフサイクルでの二酸化炭素排出量評価

〔研究代表者〕匂坂 正幸（ライフサイクルアセスメント副研究センター長）

〔研究担当者〕匂坂 正幸、田原 聖隆、田代 恭一
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

近年、特に需要の変化による価格変動が大きなニッケル、インジウムを対象に、需給の状況、技術動向を調査し、リサイクルに伴うライフサイクルでの環境負荷の推定を行ないました。

(1) フロー解析

ステンレス鋼が多様な素材を原料として受け入れ、多量に生産されることから、ニッケルのリサイクルはカスケード的にステンレス鋼原料として利用される場合が多いことがわかりました。いっぽう、インジウムは透明電極の材料としての需要が多いが、極めて微量のインジウムが電極に利用されて液晶パネルとして市場に提供されることから、回収が困難でリサイクルはほとんど進んでいないことがわかりました。

(2) リサイクル評価

ニッケル、インジウムを単体としてリサイクルすることによる二酸化炭素排出面からの試算を行ないました。その結果、ニッケルではめっき廃液、使用済み触媒、使用済み電池、インジウムでは使用済み液晶パネ

ルからのリサイクルとも、二酸化炭素排出削減に寄与する可能性があることがわかりました。回収ニッケル量あたりの二酸化炭素排出削減効果は、使用済みの大型電池が大きく、使用済み触媒は比較的少ない結果になっています。しかし、大型電池の流通、回収量は少なく、二酸化炭素排出削減総量としては、めっき廃液、使用済み小型電池のリサイクルによる効果が大きくなると予想されました。また、使用済み液晶パネルからのインジウムのリサイクルでも二酸化炭素排出削減効果があることが試算結果として示されました。

リサイクルが経済面から成立する過程を、埋蔵量、消費量、リサイクルコスト、リサイクル製品価格から単純に推定する手法を組み立て、使用済み電池からニッケルを回収する例で運用を行いました。入力情報は多くの仮定、想定を含んでいますが、リサイクルがコスト優位になる時期が数年後に得られる事例も得られました。

(3) 問題点

ライフサイクルでの二酸化炭素排出量推定では、実際のインベントリデータを入力できたプロセスは数少なく、主に報告書、論文、公開情報、推定値等を積上げて試算を行っている例がほとんどです。リサイクルプロセスが確定していないものについては、プロセス自体も独自に想定して評価を行ないました。そのため、結果は今後、新たなデータの確定、手法開発により大きく変化する可能性もあります。また、経済面の評価も手法や利用データの妥当性を検証する必要があると思われる。

(4) まとめ

使用済み製品からのニッケル、インジウム単体へのリサイクルは二酸化炭素排出削減効果が予想されていますが、リサイクル技術の一層の進展、市場からの液晶パネルの回収などシステムの確立が必要です。今回の評価を高精度化するためにデータ収集の継続が望まれます。また、二酸化炭素排出だけでなく、枯渇性資源の有効利用、土地利用、その他排出物も含めた総合的な環境側面からリサイクルを評価することが必要であると思われる。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] LCA、リサイクル、ニッケル、インジウム、二酸化炭素

[研究題目] 超分子ナノチューブアーキテクニクスとナノバイオ応用

[研究代表者] 清水 敏美

(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

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

[研究内容]

本研究では、脂質ナノチューブ特有の資質、言い換えれば、10~100 nm 幅、アスペクト比が100以上の特異的な親水性中空シリンダー部に着目したメソスケール系ホスト-ゲスト科学を探索し、そのナノバイオ応用を開拓することを目的としている。平成18年度は、電荷やサイズの異なる球状タンパク質などの生体巨大分子を効率的に中空シリンダー内部へ包接するための脂質ナノチューブ内外表面の非対称化、包接に対する表面電荷の影響を検討した。さらに、球状タンパク質などのナノチューブ中空シリンダー中への包接、流動過程を時間分解蛍光顕微鏡を用いてその場観察した。第二に、水中で合成脂質分子の自己集合によって形成するナノファイバーやナノチューブ構造などが、生体巨大分子である DNA やタンパク質に対して一次元ナノ構造篩あるいは一次元ナノ構造鞘として機能発現するかの可能性を検討した。第三に、金属カチオン層がナノチューブ膜中に存在する金属配位型ナノチューブの開発、さらには、CdS などの金属半導体ドットが膜中に分散したハイブリッド型ナノチューブの開発に挑戦した。

その結果、アミノ基で被覆され、プロトン化度が水溶液の pH で制御できる非対称型内表面を有する脂質ナノチューブを創製することに成功し、反対電荷を表面に持つ球状タンパク質を効率的に包接できることを見いだした。さらに、初めて、球状タンパク質や金ナノ粒子のナノチューブ中でのナノ流動挙動を可視化することに成功し、拡散定数を定量的に評価することに成功した。最後に、金属配位型ナノチューブがグリシルグリシン型脂質と金属カチオンとの2成分系自己集合により、創製した。さらに、CdS が膜中にナノ分散して蛍光発光機能をもつナノチューブを初めて開発した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 有機ナノチューブ、ホスト-ゲスト科学、ハイブリッドナノチューブ

[研究題目] 日米サイエンスグリッドにおけるセキュリティ基盤の構築

[研究代表者] 田中 良夫(グリッド研究センター)

[研究担当者] 谷村 勇輔(常勤職員2名)

[研究内容]

本研究においては、日米間で大規模科学技術計算のために定常的に利用可能なサイエンスグリッドの実現を目的とした研究を実施し、日米間で大規模科学技術計算のために定常的に利用可能なサイエンスグリッドを実現する。

平成18年度は、平成17年度に開発した Peer-to-Peer 技術に基づく認証基盤システム(AUBReX)の改良を進めるとともに、日米グリッド上での実証実験に向けたテストを行った。また、AUBReX の認証プロトコルの安全性及び脆弱性の有無について、プロトコルレビューを

行ない、その安全性を検証した。また、平成17年度の研究成果をもとに、複数のクラスタシステムにより構成されるグリッド環境上に複数の管理ドメインにおけるPKIアーキテクチャを実装し、ユーザ及び計算資源等のエンドエンティティの識別、認証及びその権限の判断などにおける実用性、有効性などの検証を進めた。

また、米国側との議論の結果、PKIに加え、ShibbolethなどのID管理システムとグリッドにおけるPKIをベースにした認証システムを融合させた新たな認証基盤に関する研究を研究テーマとして組み込むという点に合意し、Shibbolethの調査及びそれをういたグリッドの認証基盤の構築に関する研究を開始した。複数の組織により構成される仮想組織(Virtual Organization)における認可としては、いくつかのシナリオを元に認可に対する要求条件を洗い出し、それを如何に実現するかについて検討を行い、VOMSなどのVO認可ツールを利用することとした。

【分野名】情報通信

【キーワード】グリッド、セキュリティ、仮想組織

【研究題目】Peer-to-Peer技術に基づく広域コラボレーションソフトウェア

【研究代表者】田中 良夫(グリッド研究センター)

【研究担当者】関口 智嗣、中田 秀基、谷村 勇輔
(常勤職員4名)

【研究内容】

本研究においては、Peer-to-Peer技術を用いた広域環境におけるデータ共有に関する研究開発を行う。

平成18年度はグリッドにおける高性能ファイルシステムのひとつであるグリッドデータファーム(Gfarm)を用いた研究を実施した。本研究においてはGfarmを安定動作させるためにメタデータサーバの多重化を検討した。フランスINRIAと共に多重化の実現のために必要なメタデータサーバ間での情報の一貫性を保持する機能を付加した。Peer-to-Peer技術を用いたデータ共有のためのシステムであるJuxMemシステムを用いて実現するため、JuxMemシステムのアーキテクチャ、実装及び提供されているプログラミングインタフェースに関する調査を進めた。Peer-to-Peer技術を用いてメタデータサーバを多重化する場合の一貫性制御の方法に関して検討した。実際にJuxMemを用いた情報共有プロトタイプシステムを実装し、また、フランスのグリッドテスト環境であるGrid5000にGfarmをインストールし、評価環境を整えるとともに予備的な動作検証を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】Peer-to-Peer、データグリッド、Gfarm

【研究題目】シミュレーションコードのグリッド化

【研究代表者】田中 良夫(グリッド研究センター)

【研究担当者】宗 応文、谷村 勇輔、武宮 博

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究においては、複数の高性能計算機が高速ネットワークで接続されたグリッド環境上で大規模ハイブリッドシミュレーションを長時間実行するために、開発されたナノスケール用及びマイクロ・メゾスケール用ハイブリッドコードのグリッド化を行なう。

我々はシミュレーション自身が実行中に必要に応じて計算資源を動的に予約によりコアロケーションするインタフェースAPIの設計及び実装(“GRPLib”と名づけた)を行った。簡単な計算資源割当手法を実装し、その有効性の予備的評価を行った。

また、具体的な応用プログラムとして同時並列型ハイブリッド手法を適用したNudged Elastic Band法のシミュレーションコードをグリッド化した。GridRPCとMPIを組み合わせたプログラミング手法に加え、GridRPCを階層的に呼び出すことにより、グリッド上で複数のハイブリッドシミュレーションコードを実行する新たな方式のプログラムを開発した。実験においては、グリッド上の各計算資源上でのサブプログラムの実行性能の変動が予想以上であり、静的に予測不可能であることを検証した。負荷を均衡化するためには事前に小規模なベンチマークテストを行い、その結果をヒントとして用いてスケジューラと連携する手法を提案した。

【分野名】情報通信

【キーワード】グリッド、GridRPC、連成シミュレーション

【研究題目】知識循環型サービス主導アーキテクチャ(AIST SOA)の開発

【研究代表者】関口 智嗣(グリッド研究センター)

【研究担当者】伊藤 智、田中 良夫、小島 功、
工藤 知宏、小林 克志、中田 秀基、
児玉 祐悦、竹房 あつ子、小川 宏高、
谷村 勇輔、横井 威、Said Mirza、
的野 晃整、横山 昌平
(常勤職員15名)

【研究内容】

知識をサービスの形態に具現化し、誰もが容易に登録・利用可能な次世代情報基盤を、情報技術研究部門と協力して開発している。それぞれのサービスを実行するために必要なリソースをオンデマンドに提供するSOI(Service Oriented Infrastructure)と、登録したサービスやリソースをセマンティクスを活用して検索可能なRDF(Resource Description Framework)データベースの仕組みを開発している。SOIでは、ソフトウェアを自動配備する仕組みをベースにし、VMware、iSCSI、VLANなど既存の技術を活用して、必要なCPU性能、ストレージ容量、ネットワーク構成を有する仮想サーバ群を、物理サーバ群の中から切り出すシステムを開発し

た。RDF データベースは、データベース統合の枠組みとして OGSA-DAI (Data Access Integration) をベースに RDF 形式を持つデータを取り扱う仕組みを開発している。利用可能なサービスやリソースが、どのような内容であるかをオントロジーを用いて定義し、利用者の意図を柔軟に受け付けることを可能とする。平成18今年度は、RDF 形式のデータベースを扱うソフトウェアを開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】グリッド技術、SOA、Web サービス

【研究題目】糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入哺乳類細胞の性状解析とノックアウトマウスの調製と解析

【研究代表者】中村 充 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】野々村 智尋 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ショウジョウバエの系でスクリーニングし、哺乳動物細胞の系で機能解析をする重要性が認められた糖鎖関連遺伝子の RNA 干渉を、哺乳動物細胞の系で実現するとともに、哺乳動物細胞の系で機能解析をする重要性が強く認められた標的糖鎖関連遺伝子のうち、特に重要な遺伝子一つを選んで、遺伝子破壊マウスを作製している。Cre-loxP システムによってコンディショナルに遺伝子破壊する戦略を採用することにし、全身性に Cre を発現している Ayu1-Cre マウスと交配し、全身性のノックアウトを調製したところ、生まれてくるマウスの中にはホモ個体が観察されなかった。週産期致死か胎生致死かを明らかにするため、妊娠日齢を遡って調べてみると、胎生9.5日まではホモマウスが全く認められなかった。原腸陥入と中胚葉分化に異常が観察され、胎生7.5日では既に epiblast の形成不全、8.5日目では分化成熟異常が起こって発生が完全に停滞し、胎生致死に陥っていた。本遺伝子の機能としては、組織・形態形成のボトルネックとして働き、発分化誘導シグナルの伝達をコントロールしていることが強く示唆された。本遺伝子の機能は同様な生化学的機能を有する別の類似遺伝子によって代償されることはなかった。胎生期においては本遺伝子と類似遺伝子との使い分けが何らかの形でなされているものと考えられた。今回の解析により、本遺伝子がモデル生物であるショウジョウバエだけでなく哺乳動物でも、発生・分化に重要な役割を果たしていることが示された。これらの結果とともに、本遺伝子がかかわるタンパク質翻訳後修飾の重要性を解析し、関連する分子標的を同定するためのモデルマウスを作成することに成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖関連遺伝子、RNA 干渉、ウィルスベクターシステム、遺伝子破壊マウス、モデル生物

【研究題目】糖鎖機能を利用した組換えリソソーム酵素の脳内補充療法の開発

【研究代表者】地神 芳文

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】千葉 靖典、明星 裕美、笠原 由子

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

これまでにメタノール酵母 *Ogataea minuta* を宿主として組換え HexA を生産し、患者由来培養細胞に対する補充効果を確認することができた。今年度は更にマンノース6リン酸含量が高い組換え HexA の生産を試み、得られた酵素の補充効果を従来の組換え酵素と比較した。

出芽酵母では、マンノースリン酸転移酵素制御遺伝子 (*ScMNN4*) の構成発現株より発現した糖タンパク質のマンノース6リン酸 (M6P) 含量が高くなることが報告されている。そこでメタノール産性酵母でも同様の効果を期待して以下の実験を行なった。

*ScMNN4*ホモログを *O. minuta* ゲノム配列より検索した。検索の結果、*ScMNN4*と約16-27%の相同性を示す遺伝子が複数個得られたので、これらと *ScMNN4*を含む各遺伝子を組換え HexA 発現株に導入した。うち *OmMNN4-I*遺伝子導入株の糖タンパク質糖鎖はリン酸含量が未導入株のものに対して多いことを確認した。導入株のリン酸化糖鎖の量をアルシアンブルー染色で、また NativePAGE での移動度により各株より発現した組換え HexA の M6P 含量を比較した。その結果、特に *OmMNN4-I*導入株は他の株よりもリン酸含量が高いことが示唆された。次に *OmMNN4-I*導入株より生産された HexA を用いて、TS 細胞への酵素補充効果を検討した。まず、レセプターとの親和性を M6P レセプターブロッティングで比較した。*OmMNN4-I*導入株由来の酵素に強いシグナルが得られ、リン酸化糖鎖の割合が増加していることが示唆された。さらに TS 患者由来細胞で両酵素の添加効果を調べた結果、*OmMNN4-I*導入株由来の酵素は低い添加量でも高い取込みが認められ、蓄積した GM2 を効率良く分解した。更に、TS 細胞の培地中の残存活性も導入株由来酵素の方が未導入株より高く、酵素安定性の向上が示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】HexA、リソソーム、メタノール酵母

【研究題目】デジタルヒューマン基盤技術

【研究代表者】金出 武雄

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】松井 俊浩、持丸 正明、河内 まき子、加賀美 聡、西田 佳史、堀 俊夫、宮腰 清一、宮田 なつき、中田 亨、本村 陽一 (常勤職員10名、他30名)

【研究内容】

人を見守るデジタルヒューマン、人に合わせるデジタ

ルヒューマンの具体的事例研究を通じて、生理解剖的機能、運動機械的機能、心理認知的機能を含んだ統合的な人間モデルの構築を目指す。また、この具体的事例研究に必要となる人間機能の基礎的知見のうち、まだ、明らかになっていない運動制御機序や知覚認知機能については、人を知るデジタルヒューマンの枠組みの中で基盤研究を進める。研究は、人体機能モデルを計算機内に構築するモデル化研究が主体である。ただし、既存の観察技術が不十分である場合（居室内の人間行動計測、運動中の体表面変形計測）には、観察技術そのものの開発も行う。提示技術に関しては、CGだけでなく、人間の反応・運動を実体提示できるヒューマノイドの研究を進める。これらの研究の共通基盤は、ヒューマンシミュレータとして整備し、知的資産を形成していく。平成15年度では、人を知るデジタルヒューマン研究を拡充し、生理・心理・知覚・認知に関する研究を加速的に推進する。これらは人を見守る・人に合わせるデジタルヒューマンとして、具体的な出口イメージに繋がっていくものである。

【分野名】情報通信

【キーワード】デジタルヒューマン、シミュレーション、人間計測、ヒューマノイドロボット

【研究題目】分野戦略実現のための予算「データストレージ用薄膜材料の光学及び熱定数の計測に関する研究」

【研究代表者】富永 淳二
（近接場光応用工学研究センター）
馬場 哲也
（計測標準研究部門）

【研究担当者】（兼）深谷 俊夫、（兼）桑原 正史
竹歳 尚之、八木 貴志（計測標準研究部門）（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

近接場光応用工学研究センターの保有する薄膜技術と計測標準研究部門が保有する精密計測技術を融合し、重点的にデータストレージ関連企業が必要としている次世代光ディスク及び磁気ディスクの開発・設計に必須となるナノメータ薄膜の光学物性及び熱物性を精密に測定し、そのデータベースを構築すると共に、データブックとして外販することを目的とする。平成18年度は平成17年度に設置した薄膜熱物性測定装置を用いて、試料として25種類を対象に、それぞれの光学定数、熱伝導率、比熱を測定し、データベース化を行った。また、比熱容量の測定も開始し、融点までの比熱温度依存性を求めた。これらの値はデータベースとして登録を行い、外販体制を整えた。熱物性及び電磁場特性を融合させたシミュレーションソフトを開発し、実際の実験結果との整合性を確認した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ナノテクノロジー、先進光技術、光ストレージ

【研究題目】2次元培養細胞マニピュレーション装置の開発

【研究代表者】金森 敏幸
（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】金森 敏幸、須丸 公雄、高木 俊之、
杉浦 慎治、枝廣 純一、大島 裕貴
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

21世紀はバイオの時代と言われ、産業や医療などの幅広い分野においてバイオテクノロジーの応用が期待されている。特に、分子生物学、分子遺伝学あるいは細胞工学の発展により、動物細胞の利用が益々盛んになっている。動物細胞の多くは足場依存性細胞であり、何らかの固体表面上に接着・増殖して機能を発揮することから、研究代表者らは、機能性材料表面上において細胞を接着・増殖させ、細胞に特定の機能を発現させた後、個々の細胞あるいは細胞群をマニピュレーションする技術の開発を精力的に進めている。その中で、光・温度・pHに応答する高分子材料により作製した材料表面において、個々の細胞を光により遠隔的に接着・脱着させることに成功した。この技術を用いると、当該材料表面において細胞の選抜やパターンニングなどを、光学顕微鏡により観察しながら簡便かつ自在に行うことが可能となる。

本研究課題では、当該技術に基づき細胞の2次元マニピュレーション装置を開発し、細胞選抜用途における実用化に向けた性能及び操作性の向上を進めるとともに、展示会等で積極的に公開して広く用途開拓を行う。そして研究課題終了時には想定されるそれぞれの用途に特化した製品を開発し、起業化への展開を図る。

2次元培養細胞マニピュレーション装置の汎用デモ機についてはほぼ開発を終了し、ビジネスモデルを勘案しながら汎用型製品機の仕様を固めつつある。汎用機用の細胞培養キュベットについてもプロトタイプを開発し、所定時間内の細胞の自動洗浄が可能であることを確認している。細胞培養キュベットに用いる光応答性材料についても、光照射による細胞接着性変化のメカニズムを明らかにすることにより、新たに数種類の材料及び方法を開発し、より高精度で安定した細胞接着性制御が可能となった。

一連の検討結果に基づき、細胞1個単位で細胞パターンニングができること、様々な細胞に対して適応可能であること、及び複数の細胞の共培養が精密に行えること、を様々な学会及び展示会で発表し、その一部は国際誌に論文として掲載された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】光応答性材料表面、光誘起細胞接着制御技術、光応答性細胞培養キュベット、光

応答性細胞培養表面、パターン培養、細胞選抜

〔研究題目〕検証における記述量爆発問題の構造変換による解決

〔研究代表者〕木下 佳樹

(システム検証研究センター)

〔研究担当者〕木下 佳樹、渡邊 宏、武山 誠、
中原 早生、竹内 泉、清野 貴博、
高村 博紀、西澤 弘毅、岡本 圭史、
高井 利憲、高橋 孝一、大崎 人士、
田辺 良則、関澤 俊弦、湯浅 能史、
武山 誠、池上 大介、尾崎 弘幸、
西原 秀明、加藤 紀夫、山下 伸夫、
山形 頼之、齋藤 正也、水口 大知
(常勤職員24名、他1名)

〔研究内容〕

本研究は

抽象化シナリオ 与えられた具象システムの検証が記述量爆発によって困難であるため、より検証しやすい抽象システム、及びそれと具象システムとの間の関係を設定し、その関係が、抽象化関係：「抽象システムでの検証が具象システムでの検証を導く」を満たすことを前提として、抽象システムの検証に具象システムの検証を帰着させる

に関する研究をおこなうものである。理論研究を行なう一方で、このような検証手法を支援するツールを研究試作する。

研究プロジェクトの成果を提示するために、検証ツールを試作して抽象化シナリオの実例を1つ具体的に示すこととし、本2006年度にはこの目的で並行プログラム検証研究グループを新設した。並行プログラムの実例として MPI 規格の実装 YAMPII をとりあげ、開発グループの協力をえて、このソースコード検証を目指した。1年間の試行錯誤の結果、当初目標としていた並行性に関する性質ではなく、ポインタ操作に関する性質を検証する例を提出することとした。当プロジェクトの成果の1つである MLAT はポインタ操作の検証のためのものなので、並行性を検証するよりも、我々の成果をよく活かせる事例となった。また、ソースコード検証にあたっては、当プロジェクトの成果である抽象化の技法を縦横に使うこととなる。

各研究グループの研究活動の概略を記す。数理モデル研究グループでは、多値モデル検査のための抽象化に関する理論を、亀山幸義（筑波大）との共同研究により構築したほか、一階様相 μ 計算の一般モデルに関する完全性を鹿島亮（東工大）と共に証明した。支援ソフトウェア研究開発グループでは MLAT によってより大きなプログラムを扱えるよう、応答速度を改善すべく、発見的な手法で効率化を進める一方、定理証明研究グループ及

び並行プログラム検証研究グループと共同で Agda を用いて部分問題に分割し、部分問題を MLAT で自動検証する手法を研究し Pvalid/Agda と呼ぶツールを開発した。定理証明研究グループは、Chalmers 工科大と共同で次期証明支援系 Agda2の α 版を稼働させたほか、Agda の普及のためにホームページを大幅に拡充した。並行プログラム検証研究グループでは、YAMPII の一部をとりだして BLAST や Spin などの既成ツールによる検証を行い、自動ツールの可能性を探った。この結果、Pvalid/Agda を YAMPII に利用する事例を作ることとした。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕リアクティブシステム、抽象化、ポインタシステム、Agda

〔研究題目〕新世代カーボンナノチューブの創製及び分光学的評価（戦略的創造事業）

〔研究代表者〕岡崎 俊也

(ナノカーボン研究センター)

〔研究担当者〕岡崎 俊也（常勤職員1名）

〔研究内容〕

エルビウム (Er) 金属内包フラーレンからの発光強度が包まれるフラーレンケージによって大きく異なるメカニズムを解明するために、極低温蛍光測定をおこない、そのスペクトル変化を詳細に調べた。その結果、約50~100倍強い発光強度をもつ (Er₂C₂)@C₈₂-C_{3v}(No. 8) のスペクトルは Er₂@C₈₂-C_{3v}(No. 8)にくらべてほとんど違いがないことがわかった。

また、C₆₀、C₇₀及び金属内包フラーレンを内包した単層カーボンナノチューブ（ナノピーポッド）の高内包収率合成法を確立し、世界で初めてナノピーポッドからの発光信号を得た。そして、2次元発光スペクトルをもとに、フラーレン内包による単層カーボンナノチューブのバンドギャップ変調メカニズムの詳細を解析した。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料

〔キーワード〕金属内包フラーレン、発光スペクトル

〔研究題目〕SWNT 量産用自動直径制御合成システムの構築と SWNT 加工プロセス基礎技術の開発

〔研究代表者〕齋藤 毅（ナノカーボン研究センター）

〔研究担当者〕齋藤 毅、小林 明美、大和田 貴子、
荅 昌子（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

改良直噴熱分解合成 (e-DIPS) 法による単層カーボンナノチューブ (SWNT) 合成は反応条件が刻々と変化していく気相中で反応が行われているため、反応器内部での反応メカニズムは非常に複雑であり、反応温度が 1200 °C と高温であることもあって、詳細な反応メカニズム解明は極めて困難である。しかし、今後更なる量産

性の向上や、精密合成手法の開発を行うためには、反応メカニズムについて何らかの知見を得る必要があると予想される。そこで、本研究では反応器内部を分光学的手法を用いて解析し、反応メカニズムの評価を行った。反応器出口付近での反応ガス気流を近赤外マルチチャンネル分光装置を用いてダイレクトにモニタして反応器中のガスを分析したところ、反応条件による SWNT の直径制御をモニタできることを確認した。また、本研究では e-DIPS 法で合成した高純度 SWNT の薄膜を基板に成膜する装置の開発も並行して行った。この装置が完成することによって今まで困難であったプラスチックやパイレックス、ソーダガラスなどの熱に弱い基板にも SWNT を溶媒などへの分散過程を経ずに薄く均一に成膜することが可能になる。実際に石英や Si 基板上に SWNT を蒸着したサンプルを AFM で観察したところ、数本から数10本の SWNT からできた極めて細い SWNT の束で構成されていることが示唆され、また SWNT 分子1本と見られる部分も比較的多く観測されたことから、本手法が SWNT の成膜方法として非常に有効であることが確認された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、大量合成、透明導電性薄膜

【研究題目】 低加速高感度電子顕微鏡の開発とソフトマターの分子・原子レベル観察実験への応用

【研究代表者】 末永 和知
(ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】 末永 和知、佐藤 雄太、劉 崢、
廣瀬 香里 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

通常の200 kV 級電子顕微鏡に比べて、ほぼ10倍の信号検出能を持ち電子線ダメージを最小限にとどめながら、分解能や輝度には遜色のない30-60 kV の低加速高感度電子顕微鏡を開発し、これまでの電子顕微鏡では極めて困難であった「軽元素からなる非周期性物質 (ソフトマター) の動的観察」を可能にする。これにより単分子の構造解析、単原子の元素分析や電子状態解析だけでなく、それらの実時間観測を含む化学反応の直接観察に向けた基盤技術を構築し、単分子・単原子計測技術の飛躍的向上を目指す。これにより「各種触媒反応機構の原子レベルでの解明」や「生体分子中の軽元素 (カリウムやカルシウムなど) の単原子レベル元素分析」などを可能にする。

低加速高性能電子顕微鏡開発においては、他の研究機関と協力しながらその仕様・設計について検討し決定する。とくに色収差補正機構の導入に関しては、その動作する加速電圧などを決定する。

各種の有機分子や生体分子の高分解能観察の問題点や、

官能基やヘテロ原子の識別に必要な分解能や検出感度、加速電圧と試料の照射損傷の相関などのデータを既存の通常型 TEM を用いて収集する。また分子性物質に特化した電顕試料作成法を検討し、高分解能・高感度の単分子観察を容易に行うための試料の固定・支持法を探索する。とくに単層グラファイトやアモルファスカーボンなど最適の試料支持材の開発を行う。

高感度検出システムに関しては、特に低圧で最適なシンチレータやその厚みなどを検討する。また光学カップリングの有用性やシンチレータによる発光効率の違いについて定量的に解析する。また電子線分光器の動作電圧についても30 kV 程度の加速電圧で確認する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電子顕微鏡、収差補正技術、単分子イメージング

【研究題目】 核酸ポリメラーゼ解析と DNA1分子シーケンスへの応用

【研究代表者】 平野 研 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 平野 研 (常勤職員1名)

【研究内容】

アナログ基質を効率的に取り込む DNA ポリメラーゼの機能解析を行い、当該酵素を1分子レベルでの DNA 合成反応リアルタイム観察に応用し、DNA1分子による高速 DNA シーケンスや1分子解析を行うことを目標とする。今年度は、DNA ポリメラーゼ1分子の合成反応を直接かつリアルタイムに観察するために、高 S/N 比で4色検出のための光学系を改良し、構築した。当該構築系を用いて蛍光色素1分子を検出することで22種類の塩基情報の取得に成功した。また、アナログ基質を効率的に取り込む DNA ポリメラーゼの機能解析を行い、1分子シーケンスにおける精度に関する検討を行った。来年度は、4種類の塩基を検出を試み、DNA1分子シーケンス達成に向けて検討を進める。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 DNA シーケンス、1分子、DNA ポリメラーゼ、蛍光、リアルタイム

【研究題目】 SERS 強度の定量性及び SERS を用いた疾病マーカー検出に関する調査

【研究代表者】 石川 満 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 石川 満、二又 政之 (界面ナノアーキテクトニクス研究センター)、伊藤 民武 (常勤職員3名)

【研究内容】

表面増強ラマン散乱 (SERS: Surface-Enhanced Raman Scattering) のスペクトル強度と試料濃度の定量的関係を検証し、さらに分子の種類を特定できるかどうかを検証すること、及び SERS 技術の応用への展開を具体的に示すことが本研究の目標である。応用への展

開では、疾病マーカ候補分子の測定を試みた。

SERS 活性を有する銀ナノ構造体の作成法として、作成が容易かつ再現性の高い Nanosphere overlayer (NSO) 法を用いること。そして、疾病マーカ候補分子の測定では、これまで SERS 測定がほとんど試されていないものの、マイクロチップの流路内における試料分子を SERS 測定するために有効であることが期待される新規な“光捕捉法”を用いることを基本計画とした。今年度の進捗は以下の通りである。

NSO 法を用いて作製した銀のナノ構造を用いて、金及び銀との親和性が高いことが予想される p-ニトロチオフェノール (PNTF)、チオフェノール (TP) を試料に選び、SERS 法の定量分析の可能性を調べた。その結果、PNTF では 10^{-11} – 10^{-7} M、TP では 10^{-8} – 10^{-5} M の範囲でほぼ濃度に比例した SERS 強度が得られた。以上、SERS 強度の定量性を確認した。

当初の計画では、疾病マーカ候補として、細胞膜上に存在する糖脂質の1種 GM3及び LacSer の SERS を測定する予定であった。しかしながら、これらの糖脂質分子はラマン増強効果を示さなかった。この理由として、銀表面と GM3及び LacSer との親和性が低いことが考えられる。すなわち、銀ナノ粒子に GM3及び LacSer が吸着せず、銀ナノ粒子表面に生じる増強電場によるラマン増強効果を得ることが出来なかったと考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 表面増強ラマン散乱、糖脂質

【研究題目】 進化学を利用した機能糖タンパク質高生産酵母の取得と関連遺伝

【研究代表者】 安部 博子 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 安部 博子 (常勤職員1名)

【研究内容】

酵母による糖タンパク質の生産では、ヒト生体内で高い抗原性を示す酵母型の糖鎖を取り除くために、酵母の糖鎖合成に関連する複数の遺伝子を破壊した遺伝子改変酵母が宿主として用いられている。このような遺伝子破壊株は増殖能及び物質生産能の低下を示し、タンパク質生産の宿主としては不十分な形質を示した。これらの問題を解決するために、通常の変異導入法とは異なった新規な変異導入技術である不均衡変異導入法を用いて、ヒト型糖鎖が付加されたタンパク質を効率よく生産する酵母の取得を試み、高効率タンパク質生産糖鎖変異株を取得することに成功した。不均衡変異導入法は DNA 複製酵素である Pol3の複製エラーを校正する機能を欠損させた変異 pol3遺伝子を利用する。本手法は進化を人為的に加速させることによって変異を導入するので、より生育環境に適した宿主株を取得することが可能となる。上記株取得に成功したことによって、本方法の有効性も明らかにすることができた。

【分野名】 ライフサイエンス分野

【キーワード】 酵母、糖タンパク質生産、不均衡変異導入法、DNA ポリメラーゼ

【研究題目】 並列同期検出によるイメージング・エリプソメーターの開発とマイクロアレイへの応用

【研究代表者】 大槻 荘一 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 大槻 荘一 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、試料の前処理を必要とせず、血しょうや細胞抽出液などをそのまま分析することができる DNA マイクロアレイの新規測定法の開発を目指し、提案者が発案し理論的に動作予測を行った偏光変調型イメージング・エリプソメーターについて、試作機の構築及び性能確認を行うことを目的に行った。

測定システム及び駆動回路を設計・製作した。変調子のドライバの制御信号をシステムの基本クロックとし、高周波トランジスタをドライバとして LED を点滅させることにより連続パルス光を発生させることができた。CCD の垂直同期信号をトリガとして LED の点滅を開始することにより、特定の連続パルス光による測定光のみを CCD に最大限取り込むことができた。

LED からの光を擬平行光とし、試料からの反射光を CCD に結像させることにより、試料面におけるエリプソメーターの計数の分布を画像として観測した。CCD の信号から得られる値が計算値と一致するように、変調子の動作と LED の点滅の位相を調整した。CCD で検出した信号の精度を調べるため、光信号処理装置を用い、別途測定光の一部を検出・解析した。基板上にオクタデシルシロキサン単分子膜を形成させた試料を用いて測定を行った結果、観測されたオクタデシル部分の厚さは計算値や過去の実測値とよく一致した。計数の場所によるばらつきは膜厚換算 ± 0.08 nm 程度であり、時間変化に伴う計数のノイズは膜厚換算 ± 0.015 nm 以内であった。装置の実用性能を確認するための試料として、金コート基板上に末端アミノ化 DNA を1.5 nm の厚さに固定化した。金属酸化物コート基板上においてもわずかではあるが DNA が固定できた。

【分野名】 ライフサイエンス分野

【キーワード】 DNA、マイクロアレイ、イメージング、エリプソメーター

【研究題目】 均一相で磁性を発現する硝酸イオン選択吸着剤の合成に関する研究

【研究代表者】 手束 聡子 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 苑田 晃成、手束 聡子 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究は、層状複水酸化物(LDH)の層内に磁性体が分散する均一相を生成し、アニオン交換可能な層間アニ

オンを保持することで、磁性と硝酸イオン選択的吸着性という二つの機能を同時に発現する LDH を合成することを所期の目的に行った。

塩化ニッケル及び塩化鉄を用いた共沈法により、Ni/Fe モル比の異なる無機試料を合成した。合成した試料の粉末 X 線解析を行ったところ、ピーク強度は Ni/Fe のモル比の低下と共に弱くなり、Ni/Fe モル比率 3 以下ではフェリ磁性を示す NiFe_2O_4 のピーク強度が増加した。これらの結果から、Ni/Fe モル比率が 0.8~4 では Ni-Fe LDH と NiFe_2O_4 が混在することが分かった。Ni-Fe LDH の含有率が高くなるほど NiFe_2O_4 の含有率は低くなる結果を得た。アニオンの分配係数は Ni/Fe モル比が 0.4~1 のとき、 $\text{HPO}_4^{2-} > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^-$ の順となり、硝酸イオン選択性は低いことが分かった。一方、Ni/Fe モル比が 2~5 のとき、 $\text{NO}_3^- > \text{HPO}_4^{2-} > \text{SO}_4^{2-}$ となり、硝酸イオン選択性を示した。硝酸イオン選択性は Ni/Fe モル比とともに向上した。

磁化測定の結果、Ni/Fe モル比が 3 以下の試料でヒステリシスカーブを得た。飽和磁化の値は Ni/Fe モル比が 0.4 のときに最大値の 46.4 emu g^{-1} を示し、飽和磁化の値は NiFe_2O_4 の含有率の増加と共に増大した。従って、Ni-Fe LDH に混在したフェリ磁性体の NiFe_2O_4 が磁性の発現に関与していると考えられる。

FE-SEM 観察の結果、Ni/Fe=0.4 の写真では 50 nm 以下の NiFe_2O_4 ナノ微粒子が観察され、Ni/Fe = 5 の写真では Ni-Fe LDH が観察された。Ni/Fe = 2 の写真では Ni-Fe LDH に NiFe_2O_4 のナノ微粒子が分散し、ナノコンポジットを形成していることが観察された。

これらの結果から、ニッケルと鉄のモル比が 2 及び 3 の試料は硝酸イオン吸着性 (Ni-Fe LDH) と磁性 (NiFe_2O_4) とを同時に発現する有望な磁性吸着剤であることを見出した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 磁性、層状複水酸化物、硝酸イオン、吸着剤

[研究題目] 原子レベル平坦化表面に結合させた高配向高耐食性防食膜の開発

[研究代表者] 南條 弘
(コンパクト化学プロセス研究センター)

[研究担当者] 南條 弘、XIA Zhengbin
(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

5回のサイクリックボルタモグラムにおいて最後の電位をカソード領域で終わらせることにより、不安定な部分が還元されて安定な部分だけが残るため、走査型トンネル顕微鏡 (STM) で観察したところ、高配向高耐食性防食膜として期待される原子レベルで平坦で明瞭な原子像やステップテラス構造が形成されやすくなることが分かった。このサイクリックボルタモグラム法では最

大アノード電位を銀塩化銀規準でわずか -50 mV に設定しており、従来 1,000 mV 以上の高電位が必要であったのに比べて非常に低電位で結晶化が可能になっている。これは不働態皮膜の形成と還元溶解の繰り返しにより、凸部が凹部に比べて溶解速度が高く、その結果、相対的に凸部が平坦化したことによると考えられる。また、酸化チタンのアナターゼ型結晶とアモルファスの光学定数 (屈折率) がそれぞれ 2.52 と 2.20 と明らかに違うことを利用して、生成した陽極酸化膜の結晶性を分光エリプソメータで計測し、サイクリックボルタモグラム法の最大電位を 1,000 mV と 1,500 mV にした場合を比較すると、アナターゼ型結晶の割合がそれぞれ 22 % から 53 % と高電位で処理した場合ほど結晶度が高くなることを明らかにした。X 線光電子分光法 (XPS) により、-50 mV と 1,500 mV で生成した酸化膜中におけるチタンの価数を計測すると、高電位では 2 価と 3 価のチタンの強度が低下し、4 価のチタンの原子濃度が 77 % から 88 % に増加した。また高電位で処理するほど、水酸化物や水の混入が減少し、結晶性酸化チタン TiO_2 の形成が促進されることが分かった。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 原子レベル、平坦化、チタン、粗さ、分光エリプソメトリ、陽極酸化

[研究題目] 水素の分離反応用合金薄膜リアクターの開発

[研究代表者] 鈴木 敏重
(コンパクト化学プロセス研究センター)

[研究担当者] 鈴木 敏重、GORA Artur
(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

合金薄膜を開発し、水素の選択透過膜としての利用に加え、膜表面での水素活性化能力に着目して、新規な合金膜触媒、膜型反応器としての利用を目指す。次世代のクリーンエネルギーである水素の安定確保は、重要な課題であり、水素の分離・精製はその基盤技術となる。膜分離技術は、水素の連続分離技術として着目されている。高い水素透過性と選択性並びに耐久性は、実用化の基本要件となる。本研究では、水素の分離精製の基盤技術を確認するため、1)パラジウムを素材とした水素分離膜の開発、2)水素分離膜を膜型リアクターとした脱水素反応への応用について検討し、水素の貯蔵と分離の基盤を確立する。

水素分離膜を膜型反応器としてメチルシクロヘキサンの脱水素反応に応用した。メチルシクロヘキサンは、触媒存在下での過熱により水素とトルエンを生成する水素キャリアーとして有望視されている。この反応は平衡反応であるため、水素分離膜により、生成する水素を連続して反応系外に分離することにより、反応はいつそう促進される。これにより通常 300 °C 以上での反応がより低

温で行うことが可能となり、省エネにつながる。一方、300℃以下においては、パラジウム膜が水素脆化を起こし、膜の損傷を起こす。新規に開発した、パラジウムナノ粒子が基材セラミックの粒子空隙に充填された構造の水素分離膜では、250℃以下での使用においても破損が起こらない。脱水素反応膜として600時間以上の使用においても性能の低下が認められず、上記の膜構造の優位性が確かめられた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】脱水素反応、パラジウム膜、水素貯蔵と放出

【大項目名】ヒートアイランド現象の抑制を目指した都市型地中熱利用システムの開発

【小項目名】佐賀平野における水文調査

【研究代表者】内田 洋平（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】内田 洋平（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

地中熱を利用した Geo-Heat Pump システムを効率よく使用するためには、地下水流動や地下の温度分布を知る必要がある。本研究では、(1) 水理水頭分布・一般水質・環境同位体を用いた、筑紫平野の地下水の涵養源や流出に至る地下水流動系と地下温度分布の把握、(2) フィールドデータに基づく3次元地下水流動・熱輸送シミュレーションモデルの作成、(3) 熱交換井モデルを用いた、地中熱利用適地マップの作成を目的とした。現地水文調査を通じて、白石地域と佐賀地域における地下水流動は、後背山地周辺で涵養され沿岸部へ流動すること、筑後地域では地下水の涵養が山間部周辺のみでなく、平野の広範囲に及んでいることなどが判明した。現地調査結果を踏まえ、3次元地下水流動・熱輸送シミュレーションモデルによって解析したところ、筑紫平野において地中熱利用を実施しようとする場合には、粘土層が少なく地下水の流れが速く、地下の温度が比較的低い北部及び北東部の平野周辺部が適していることが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地下温度、地中熱利用、佐賀平野、地下水流動・熱輸送モデル

【研究題目】重金属類による地圏環境のリスクを客観的に評価するための新たな方法論の開発及び社会工学問題への適用

【研究代表者】駒井 武（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】駒井 武、M. A. ラハマン（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究では、地圏環境における汚染物質、特にヒ素やクロムなどの重金属の有害化学物質を対象として、土壌、地下水及び飲料水の汚染調査及び化学分析データに基づ

いて、実際の汚染問題に適用するための融合科学的な研究を行った。この手法をもとに、実際の汚染サイトの調査データを用いて曝露・リスク評価を行い、地下水・土壌汚染による地域住民への健康影響について検討した。また、これらの環境問題を緩和するためのリスク低減の方策について検討し、実際に行うべき環境対策について社会工学的な研究を行った。

本年度は、地下水汚染の現場調査及び化学分析、曝露・リスク評価手法の開発を行い、現実に行っている地下水汚染に対して地圏環境リスク評価システムの適用をはかった。また、分析データや地理情報システムを用いた解析には、具体的な地下水汚染フィールドを設定して、GIS データの解析を行った。社会工学的なリスク分析手法については、東京工業大学、愛知学院大学ほかの専門家と研究打ち合わせを行い、最適なリスク低減措置のあり方について検討した。さらに、パキスタン国内の健康被害の実態を把握するため、ラホール大学やパキスタン女子大学などを訪問し、本研究で得られた様々な知見や方法論を汚染現場に適用する場合に必要な社会工学的な資料やデータ類を取得することができた。これらの成果は、飲料水の安全な確保や環境汚染物質の曝露低減のための技術指針として普及させた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】重金属、リスク評価、地下水汚染、社会工学

【研究題目】自然浄化能を活用した有機塩素化合物汚染土壌の原位置修復（基盤A）

【研究代表者】川辺 能成（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】川辺 能成（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本年度は、昨年度の調査において自然減衰が進行している山形県高島町における有機塩素化合物汚染の地下水データについて年変動や季節変動などから自然減衰の挙動や減衰パターンを解析し、さらに有機塩素化合物以外の地下水の水質特性や各種成分及びサイトに棲息する微生物について分解特性を検討した。

井戸 No.9では、cisDCE が、2005年8月くらいに急激に上昇していた。また、PCE、TCE 及び VC についても同様にその時期に濃度が上昇しており、土壌中にトラップされていた VOC が何らかの原因により地下水に流出したものと考えられた。一方、井戸 No.8及び No.14では、No.9と同時期に濃度の上昇は認められないものの、2006年の3月から9月にかけて濃度の上昇が認められた。

地下水質については、塩化物イオン、第一鉄イオン、全有機炭素量（TOC）及びメタンは、VOC 濃度と正の相関、溶存酸素（DO）及び ORP については負の相関があることが示唆された。

微生物分解試験では、どの井戸においても PCE が完

全分解されることが明らかになった。この際、副生成物としては TCE や cisDCE が検出されたが、井戸 No. 及び地下水を採取した時期によってその減衰挙動は異なっていた。VOC 濃度上昇前では、分解速度は異なるもののすべての井戸で完全分解が確認された。一方、VOC 濃度が上昇した時期（2005.9）では、PCE の分解速度はそれほど VOC 濃度上昇前と変わらないものの、cisDCE の分解速度が低下していた。これは、地下水質が変化し、微生物の活性が低下したためと推測される。

〔分野名〕環境

〔キーワード〕自然減衰、地下水浄化、有害化学物質、微生物

〔研究題目〕熱水性鉱物の化学組成変化を利用した鉱床探査法（元素比マッピング法）の開発

〔研究代表者〕村上 浩康（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕村上 浩康（常勤職員1名）

〔研究内容〕

鹿児島県に位置する菱刈金鉱床の含金石英脈を胚胎する鉱床母岩について、その帯磁率及び熱水性緑泥石の化学組成分析を行った。その結果、本坑鉱床では、変質鉱物による分帯では一様に見える熱水変質帯においても、帯磁率や緑泥石の化学組成が数10 m の範囲で変化することが明らかとなった。特に、EPMA を用いた変質鉱物の化学組成分析では、堆積岩中の熱水性緑泥石やイライトなどの組成が鉱化に伴う熱水活動の影響を受けて化学組成が変化していることが明らかとなった。特に緑泥石組成を用いた地質温度計によれば、熱水活動の温度履歴を追跡できる可能性がある。

また、鉱脈周辺の変質母岩の王水溶解成分の ICP 分析を行い、K/Na 比や As/Sr 比を組み合わせた指標により鉱化作用並びに鉱化に関連する変質情報を抽出できる実用的な解析手法を提案した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕浅熱水性金鉱床、緑泥石、帯磁率、EPMA、岩石組成比、王水溶解

〔研究題目〕タービダイトの形成機構とその石油・天然ガス資源探査への応用に関する研究

〔研究代表者〕中嶋 健（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕中嶋 健（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

石油・天然ガス探査にとって重要な3次元地震探査記録の解析手法を習得し、その手法をタービダイト貯留層形成機構の研究に適用することを目的に英国リーズ大学及びアバディーン大学において在外研究を行った。

リーズ大学において、トレーニングコース等を利用し、3次元地震探査手法の基礎解析手法とソフトウェアの習得を行った。その技術をもとにして、リーズ大学のタービダイト研究グループが主催する民間との産学共同研究

プロジェクトの中で、民間石油開発企業から提供されたブラジル沖の3次元地震探査記録の解析を行い、海底チャネルの発達様式の解明を行った。その結果、海底チャネル中の貯留層として有望な堆積物の分布が、チャネルの蛇行地形の影響を受けて、蛇行カーブの外側に分布すること、さらに海水面変動の影響により、海面上昇の最終時期に限ってこの堆積物が堆積したことを明らかにした。

アバディーン大学・リーズ大学との共同研究では、海底チャネルの自然堤防の形態が海底斜面傾斜や堆積物粒度によりどのように変化するかについて、世界各地の海底から得られた音波探査・地震探査記録を解析した。その結果、自然堤防の厚さは海底チャネルからの距離に応じて減少し、その減少の仕方は急傾斜の海底斜面ではべき乗則に従い、緩やかな海盆底では指数関数則または対数関数則に従う。両者の間には閾値となる傾斜が存在するが、この閾値は堆積物粒度によって変化し、泥質自然堤防では砂質自然堤防にくらべて、閾値が大きいという特徴があることを明らかにした。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地震探査解析法、タービダイト、堆積地質学

〔研究題目〕人間型ロボットの行動記述手法の研究

〔研究代表者〕横井 一仁（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕Francois SAIDI

（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、人間型ロボットに意味ある作業、特に指示された物体を指示された場所に運ぶ、物体搬送作業を行わせるために必要不可欠な行動記述手法を確立することを目的とする。物体搬送作業で重要となるのは、指示された物体を未知環境下で見つけ出すことである。ロボットの行動環境として、平らな床面に様々な物体が置かれている屋内環境を想定する。見つけ出したい物体のモデルはロボットに事前に与えるが、環境内に何がどのような配置で置かれているか、環境のどの位置で見つけ出すべき物体が置かれているかはロボットに与えない。ロボットはステレオビジョンを用い環境を探索し、環境に関する知識を増加し、指示された物体を見つけ出すために移動する。そのためには、環境情報を追加できる期待あるいは、物体を見つける確率を高めるために、どこにいくか、どこを見るかを定める多次元の Next Best View 計画法を確立する必要がある。この実現ために、新しいコンセプトとして6次元のセンサ位置・姿勢空間を制限する可視地図を導入するとともに、注視点制御法及び、環境と物体の存在に関する確率的表現手法を確立し、視野内に物体が存在するかを確率的に表現するための評価関数を導入し、本評価関数と視野角、焦点等のカメラパラメータとの関係を明確化し、物体の存在確率を

評価し、新たに取得すべき視野画像を選定する多次元の Next Best View 計画法を確立した。人間型ロボット HRP-2を用いた環境の探索と地図作製に関する実験及び、物体探索に関するシミュレーション実験を行いそれぞれ良好な結果を得た。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間型ロボット、ヒューマノイド、行動計画、行動記述手法

【研究題目】障害物回避をとまなうヒューマノイドロボットの歩容計画

【研究代表者】横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】Bjorn VERRELST

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

人間型ロボット（ヒューマノイドロボット）は、人に類似した形状を有するため、人が働く環境のなかで人に代わって、また人とともに働くことが期待されている。ヒューマノイドロボットは、車輪型の移動ロボットと異なり、小さな障害物であれば跨ぎ越えることができることが大きな特長であり、これを生かすことが重要である。そこで本研究では、障害物が散乱する環境においてもヒューマノイドロボットが歩行を継続するために必要不可欠な障害物回避をとまなうヒューマノイドロボットの歩容計画法を確立することを目的とした。

平成18年度は、前年度、2次元平面問題として確立したヒューマノイドロボットの腰の高さを跨ぎ越え動作中に変動させることにより、障害物と脚の干渉を防ぎながら、動的に安定した歩行動作を生成できるアルゴリズムを、3次元空間での歩行動作を生成できるものに拡張した。開発したアルゴリズムをヒューマノイドロボットのシミュレーションソフトウェア OpenHRP に実装し、3次元空間での動歩行により障害物を跨ぎ越える動作が生成できる跨ぎ越え動作生成ソフトウェアを構築した。ヒューマノイドロボット HRP-2を用いた実験を行い、跨ぎ越え動作生成ソフトウェアの有効性を実験的に検証した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間型ロボット、ヒューマノイド、行動計画

【研究題目】障害物のある空間における人間型ロボットの3次元動作計画

【研究代表者】横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】Sylvain MIOSSEC

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

人間型ロボットは、人に類似の形状を有するため、人の生活空間での活躍が期待される。人の生活空間は工場などのように整備された環境ではないため、人間型ロボ

ットの行動を妨げる様々な障害物が存在することが予想される。一方、人間型ロボットは車輪移動型ロボットと異なり、障害物を跨ぎ越えるといった空間を3次元的に利用する障害物回避行動をとることができる。本研究では、人間型ロボットの3次元空間での障害物回避行動計画手法を確立し、人間型ロボットの行動範囲を拡大することを目的とする。

平成18年度は、前年度までに得られた研究成果を基に、歩行動作にも関係する足を後ろから前に振り出す動作について検討を行い、人間型ロボットの最適な動作を生成するアルゴリズムを確立した。開発した人間型ロボットの最適な動作を生成するアルゴリズムを用いて最適な動作を生成し、それを人間型ロボットシミュレータ OpenHRP に実装し、人間型ロボット HRP-2の計算機モデルを用いた計算機シミュレーションを行い、提案手法により計画された最適な動作の有効性を確認するとともに、産総研の保有する人間型ロボット HRP-2を用いた実験を行い、実験的にも提案手法の有効性を検証した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間型ロボット、ヒューマノイド、動作生成、最適化

【研究題目】蛋白質電顕画像を用いた自動 in silico 擬似結晶構造解析法の開発

【研究代表者】小椋 俊彦（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】小椋 俊彦（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

電子顕微鏡画像から蛋白質の3次元構造を解析する単粒子構造解析法は、結晶サンプルを必要としない汎用性の高い方法である。しかし、多くの処理に手作業が介在するため、2年以上の解析期間が必要とされる。本研究では、これまでの処理スキームから脱却した新たな解析アルゴリズムを開発することで、手作業を排除した完全な自動化の達成を目標とする。これにより、1ヶ月以内での蛋白質構造解析を可能とし、様々な蛋白質の構造や複合体構造の解明を目指す。

研究計画：

3次元オイラー角度自動推定アルゴリズムの確立と、全体の電子顕微鏡画像内から自動的にタンパク質粒子を認識し3次元モデルを構築する完全自動アルゴリズムの開発を進める。さらに、開発されたアルゴリズムの並列化を行い、解析速度を向上させる。様々な膜タンパク質や複合体に対して、これまで開発したアルゴリズムや今後開発する方法を用いて3次元構造解析を進める。

年度進捗状況：

2次元平均画像の3次元オイラー角度の自動推定アルゴリズムを確立し、この論文が国際誌に1本出版された。さらに、完全自動アルゴリズムの開発を進めており、モデル画像と電顕画像にて精度検証や並列化を検討中であ

る。こうしたアルゴリズムの高速動作を可能とするため、8 CPU ワークステーションを2台購入し、並列化の検討を進めている。

温度や化学物質、機械刺激等の外部刺激により、細胞外から細胞内へのカルシウムイオンの流入を行う TRP チャネルの解析を行い、世界に先駆けて15 Å分解能で3次元構造を決定した。この研究では、氷包埋サンプル画像に対してこれまで開発した自動解析アルゴリズムを駆使することで、粒子画像14万枚規模での解析が可能となった。この成果は、論文として国際誌に発表された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 単粒子構造解析、画像処理、アルゴリズム、3次元構造解析

【研究題目】 再生医療評価研究開発事業／3次元複合臓器構造体研究開発

【研究代表者】 山根 隆志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 山根 隆志、本間 一弘、三澤 雅樹、新田 尚隆、谷川 ゆかり、小阪 亮、鎮西 清行、小関 義彦、鷲尾 利克、葭仲 潔（常勤職員10名）

【研究内容】

目標：

作製過程あるいは移植後生体内での変化が連続モニタリング可能なプロセス評価を実現する非侵襲・低侵襲の評価法の確立を図る。

研究計画：

再生組織の無侵襲・低侵襲計測評価技術及び in situ 生化学分析・評価技術の in vitro 評価を行う。

年度進捗状況：

再生骨・軟骨に関して、マイクロフォーカス X 線源とフラットパネル検出器を組合せて、空間分解能が数 μm のマイクロ X 線 CT を構成し、白色 X 線に起因するビームハードニングを補正して、骨補填材構造が高精度で評価できることを確認した。組織の経時変化を追跡できるよう、X 線照射下でも継続して培養可能な実験設備を整えた。また磁気共鳴イメージング装置（MRI）を用いて、細胞境界領域でのスピン拡散を q 空間で測定することにより、微細スケール現象（10 nm～100 μm ）を画像に反映させる高い空間分解能を実現できた。

再生血管に関して、超音波カテーテルと圧力センサを同所で使用する血管弾性率の生体内計測アルゴリズムを考案し、ゴム管を用いたファントム実験及びイヌ下大静脈を対象とした動物実験を行い、10 %程度の誤差で血管弾性率を計測可能であることを確認した。また再生血管網を非侵襲でモニタリングするため、近赤外光源と冷却式 CCD カメラを組合せた撮影装置を試作した。生体の血管網を撮影した結果、血液が流れている血管網の撮影が可能になった。

in situ 再生組織分析に関して、侵襲・超高感度生化学計測用プローブとして、ファイバ・エバネッセント分光分析技術を導入した。赤外域光ファイバの検出部位でのしみ出し光をフーリエ変換分光し、生化学情報を取得できることを確認した。また分析カテーテル先端部の微小操作部のプロトタイプを、MRI 適合性を考慮してセラミック製圧電素子及びアクリル製弾性体機構で製作し、マスタアーム用リニアモータの MRI 適合性を確認した。MRI 装置内使用の高倍率内視鏡を試作し、100倍程度の倍率が実現できた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 3次元複合臓器、低侵襲評価、移植後評価

【研究題目】 FFRP 立体構造の決定・解析及び古細菌 FFRP の分子識別機能の解析

【研究代表者】 鈴木 理（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 鈴木 理、小池 英明、

Lester Clowney、石島 早苗、鈴木 恵美、横山 勝志¹、川嶋 剛¹、岡村 英保¹、鈴木 悠¹、野口 満美子¹、栗原 千登勢¹、野上 英起¹、下和佐 亜衣¹、橋本 けい子、海老原 園美、小林 智恵子、大久保 光枝、近貞 直美、岡田 奈保子、牧野 耕三²、小山田 智哉²、荒牧 弘範³、石岡 裕美³

※ 1. 科学技術振興機構、2. 防衛大学校、3. 第一薬科大学（常勤職員2名、他22名）

【研究内容】

パイロコッカス OT3由来の FFRP、FL11を標的 DNA とともに共結晶化し、その塩基配列特異性を確認した。この結果をもとにゲノム中の全プロモーター配列を検索し、被制御遺伝子を系統的に同定した結果、FL11によるゲノムワイドな転写制御の全貌が明らかになった。

パイロコッカス OT3は、沖縄海溝の熱水チムニーにふりそぐ魚の死骸を食糧として増殖する。ポリペプチドを分解して ATP を合成するとともに様々な物質を生産する機構の全体を FL11は制御しており、栄養状態をアミノ酸のリジンの濃度で感知する。代表的な FFRP である大腸菌の Lrp のように、古細菌においても FFRP は Feast（宴会）・Famine（飢餓）制御をおこなっていたのである。細胞あたり数千分子も FL11が存在し、コールド・ショックによりさらに10倍程度にも誘導される事も明らかになった。平成15年度に決定したシリンドラ型 FL11会合体のような一種のクロマチン構造が低温化に形成され、低温への抵抗性を発揮する機構も明らかになりつつある。

別の FFRP、DM1とリガンド2種の複合体の解析をもとに各 FFRP のリガンドの予想、同定が可能になった事、FFRP の DNA 結合ドメインの多重リン酸化の解明、イン・ビトロ転写系を用いた FL11による転写抑制実験、アルギニン存在下に DM1と FL11がヘテロ会合体を形成する事実の解明、サーモプラズマ・ボルカニウムの好気・嫌気適応を制御する FFRP、TvFL1の同定など、話題に事欠かない1年であった。今後はこれらの成果をいっそう発展させるとともに、成果を戦略的に発信していく事が重要と考える。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 蛋白質、DNA-蛋白質相互作用、蛋白質-リガンド相互作用

〔研究題目〕 脳動脈瘤及び脳内疾患における手術シミュレーションの研究開発

〔研究代表者〕 鎮西 清行（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 鎮西 清行、葭仲 潔、太田 信
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

脳の血管が詰まる塞栓や脳動脈瘤の治療のために、開頭せずに足の大腿部内側から血管にアプローチし、頭部まで細長い管状のカテーテル／ガイドワイヤを挿入して血管内で治療する低侵襲治療法が盛んに行われている。しかしながら、この手法は熟練した医師の高度な技術を必要とする。血管内治療の安全性向上のため、我々は、術前、術中におけるカテーテル経路予測用シミュレーションのために、実体モデル及び血管、カテーテルの挿入時の計算シミュレーションの開発を行っている。

現在、擬似モデル血管及び医師の協力による臨床データをコンピュータ上に再現し、ガイドワイヤの挿入手技のシミュレーションを試行できるようになっている。また、血管及びガイドワイヤの基本的な特性である血管の間の摩擦係数、血管の弾性係数、ガイドワイヤの曲げ剛性等も随時計測を行った。実体モデルでのカテーテルの挙動と同様の動きを計算機シミュレーション上でも再現できる事を学会にて報告を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 低侵襲、シミュレーション、カテーテル、血管、治療

〔研究題目〕 Na⁺チャンネル開閉機構の電子顕微鏡による解析

〔研究代表者〕 佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 主税、柳原 真佐子、阿部 幸絵
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

目標：

Na⁺チャンネルは生体内の微小な膜電位の変化を感じて開くチャンネルであり、我々の神経興奮の主体である

神経や筋肉での興奮の伝達に重要である。この局所麻酔薬のターゲットでもある Na⁺チャンネルの構造を解明し、心臓等に関する疾患の遺伝病解明、臨床薬開発に貢献する。

研究計画：

結晶を用いずにタンパク質構造を決定する単粒子解析において分解能を規定する最も重要な条件の1つは、粒子画像の枚数である。我々はこれまでに情報科学の焼きなまし法（SA法）を用いた完全自動拾い上げ法である auto-accumulation 法を開発し、ニューラル・ネットワーク（NN）法を組み合わせることで、高効率画像自動的拾い上げプログラムの作成に成功した。本研究ではこれらの自動拾い上げ法を Na⁺チャンネルに適用して、10万枚の画像から、その詳細構造さらには部分的に開きかけた構造を決定する。

年度進捗状況：

auto-accumulation 法とニューラル・ネットワーク（NN）法を Na⁺チャンネルの拾い上げに適合するように改良して、組み合わせることで、高効率で画像を自動的に拾い上げることに成功した。これによって、それまで10年以上かかる粒子画像の拾い上げが、1週間程度へと短縮された。現在、さらに画像を増やして13万枚の画像を分類することによって Na⁺チャンネルの構造を計算しているところである。様々の遺伝病の原因遺伝子としてこの種類のチャンネルが同定されており、さらに分解能を高めることで、関連疾患の治療法の開発・創薬に貢献したい。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、Na⁺チャンネル

〔研究題目〕 単一試行神経活動から意思決定の情報を復号するアルゴリズムの開発

〔研究代表者〕 松本 有央（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 松本 有央（常勤職員1名）

〔研究内容〕

最近脳活動から運動に関する情報を抽出して、ロボットの腕やコンピュータ上のカーソルを操作するブレイン・マシーン・インターフェイスに関する研究が世界中で盛んになっている。これは事故や病気などで四肢が動かせなくなった患者に対する運動機能の補填技術として注目されている。本研究では認知機能特に、YES/NOの意思を脳活動から取り出すアルゴリズムの開発を目的とする。脳活動は、サルの脳の上丘と呼ばれる部位から記録された神経活動を使用する。上丘では、眼球運動の指令だけではなく、眼球を動かすかどうかの意思決定も行っている可能性が示唆されている。眼球を動かすかどうかを YES か NO の意思に対応させると、神経活動から意思決定の信号を抽出することが可能になるであろう。動物実験の手順を以下に示す。始めに、スクリーンの中

心に円が現れサルはその円を注視するよう求められる。次に円が消え、スクリーンの周辺部に正方形が現れる。正方形の色が緑のときは、サルはその正方形の場所に眼球を動かす (GO)。赤色の正方形のときは、サルはスクリーンの中心を注視したままである (NOGO)。スクリーンに円が現れている期間では、サルは GO 試行であるか NOGO 試行であるか分からない。GO 試行と NOGO 試行について神経活動をそれぞれ平均すると、正方形がでてからしばらく (0-100 ms) は GO 試行と NOGO 試行の神経活動はよく似ているが、それから両者の活動は異なることが分かった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ブレイン・マシーン・インターフェイス、眼球運動、神経活動解析

【研究題目】哺乳類脊髄フィードバック回路のワイヤリング機構の解明

【研究代表者】西丸 広史 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】西丸 広史、清末 和之
(常勤職員2名)

【研究内容】

神経回路のなかで、ある機能を持つ1つのニューロンが何個のニューロンと機能的に結合しているのかを知ることはその動作原理を知る上で重要な基盤となる。しかし実際に哺乳類の機能的な神経回路においてこの点はほとんどわかっていない。本研究では脊髄の運動ニューロンと Renshaw 細胞からなる反回抑制回路において主にその量的な結合関係を解明することを目標とする。抑制性ニューロンが蛍光蛋白を発現する遺伝子改変マウスの脊髄摘出標本を用いてカルシウム・イメージング法及び電気生理学的手法 (主にホールセルパッチクランプ法) を用いて複数の Renshaw 細胞への運動ニューロンからの興奮性入力を多点同時計測することにより、この回路におけるそれぞれの細胞の量的な結合関係を明らかにすることを目指している。こうしたフィードバック回路は哺乳類の他の中枢神経系部位でも広範にみられ、脳機能の発現に重要な活動の基礎となる部分と考えられているが、本研究ではその結合様式と発達分化を明らかにすることによって、その作動メカニズムの基本原理に迫ろうとするものである。本研究を脊髄損傷後の軸索再生の後の回路の再ワイヤリングを基盤とした治療法の開発に応用することにつなげて行くことができると考えている。

【分野名】ライフサイエンス

【研究題目】幼児における前頭連合野の抑制機能を高める知的教育プログラムの開発

【研究代表者】長谷川 良平 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】長谷川 良平、長谷川 由香子
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目標：

本研究の目的は、前頭連合野の発達が不十分と考えられている年代の幼児を対象に行動実験を行なうことで、抑制機能の発達を調べると同時にその機能を高める訓練法を開発することである。

研究計画：

行動抑制機能の発達を他の認知機能の発達との比較によって理解するために、go/no-go 課題 (抑制機能テスト) に加え、見本合わせ課題 (図形弁別機能テスト) をタッチパネルで用いて簡便に検査するシステムを製作し、実際に健常児、健常成人に対してテストを行った。

年度進捗状況：

提携教育機関に通う幼児 (3歳から6歳)、小学校低学年児童 (6歳から8歳)、及び健常成人の各グループ約10名ずつを被験者にして、上記、2種類の課題を行った。その結果、go/no-go 課題の成績に比べて、見本合わせ課題の成績の方が全般に高いこと、また、見本あわせ課題の成績の方が、若い年齢から高くなる傾向が強いことが明らかとなった。これらの結果から、本研究で用いた絵柄を手掛かりにした go/no-go 課題の遂行には、見本あわせ課題で必要となる視覚弁別機能の発達が不可欠であること、しかしながら、たとえ視覚弁別機能が十分でも、抑制機能が必ずしも備わっていないことが示された。このことから、抑制機能の訓練には視覚弁別など他の認知機能の訓練も重要であると同時に、抑制機能独自の訓練につながる課題要素の特定が重要であることが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】行動抑制機能、知的教育プログラム、前頭連合野

【研究題目】不適切な行動の抑制に関わる神経機構の解明

【研究代表者】長谷川 良平 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】長谷川 良平、長谷川 由香子
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

本研究の目的は、霊長類の動眼系をモデルとして、不適切な行動の抑制に関わる神経機構を調べることである。

研究計画：

視覚刺激の色の違いに基づいて眼球運動をするかしないかを意思決定する課題 (go/no-go 課題) を遂行中のサルの上丘から記録されたニューロン活動を解析し、課題関連活動を調べた。

年度進捗状況：

Go/no-go 課題において、上丘のニューロンの活動を解析したところ、行動抑制時よりも実行時の方が高い活動をするものばかりであった。ただし、行動抑制時における手掛かり刺激提示後の急速な活動の減少は、運動の

準備や実行に関わる上丘ニューロンの活動レベルを直接的あるいは間接的に制御する別システムの抑制信号が存在することを明らかにした。また、go と no-go で明確に異なる活動を示す個々の上丘ニューロンに着目することによって、条件間のニューロン活動の平均値比較をすることなしで単一試行活動から go/no-go の意思決定を予測できることが明らかとなった (Hasegawa et al., *Newral Networks*, 2006)。このような結果から、行動の抑制に関わる意思決定の研究が、認知型 Brain-machine Interface (BMI)のような脳内情報を読み取る技術の開発につながる可能性が示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 行動抑制機能、上丘、ニューロン活動、Brain-machine interface

【研究題目】 上肢機能の代償にともなう遺伝子発現の in situ hybridization による解析

【研究代表者】 肥後 範行 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 肥後 範行、村田 弓
(連携大学院学生)(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

大脳皮質から脊髄への投射を担う皮質脊髄路の損傷後に、運動機能の回復を示すことがある。その背景となる神経基盤を明らかにするために、霊長類を用いた動物実験モデルにおいて、回復途中または回復直後の脳組織における組織学的解析を行った。神経回路の構造変化にかかわる神経成長関連タンパクである GAP-43の遺伝子発現を in situ ハイブリダイゼーション法によって検出したところ、大脳皮質第一次運動野において発現の亢進が見られた。発現は損傷と反対側の運動野の、特に皮質間結合を担う3層で高い傾向があったが、損傷と同側の運動野においても発現の亢進が認められた。特に損傷と同側の第一次運動野では3層の錐体細胞に加え、皮質脊髄路の起始細胞である5層の大型ニューロンに顕著な発現が認められた。発現の亢進は損傷後2週間から1ヶ月の時期に顕著であり、損傷後数ヶ月経つとそれほど顕著ではなかった。また発現の更新は第一次運動野のみならず、運動前野背側部、腹側部、及び第一次体性感覚野においても見られた。以上の結果は、皮質脊髄路の損傷後に大脳皮質の感覚と運動にかかわる複数の領野においてGAP-43の関わる可塑的な神経回路変化が生じ、これが運動機能回復の基盤の1つとなっている可能性を示唆する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子発現、霊長類、皮質脊髄路、機能回復、神経可塑性

【研究題目】 海洋微生物群集の解析と利用

【研究代表者】 丸山 明彦 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 丸山 明彦、ホサム エルセイド、他

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

海洋は、地球表層の約2/3を占め、陸上とは異なる様々な特徴を有している。中でも、海底熱水活動域やガスハイドレート海域、油田や石油汚染海域などには様々な未知微生物の存在が期待されるが、分離培養困難なものが多いためその機能の多様性や有用性についてはほとんど不明なままである。そこで本研究では、従来の標的遺伝子特異的プライマーを用いる PCR 法に加え転移制御遺伝子領域を標的とした新しい機能遺伝子探索手法の導入、改良を図り、上述した海洋の極限・汚染環境微生物試料を対象に安価で効率的なメタゲノム解析手法として確立するとともに、新規な機能遺伝子情報の収集や解析、利用を図ることを主な目的とした。今年度は、前年度までに開発した新しいプライマーセットを用い、海底熱水活動域試料よりさらに多くの機能遺伝子情報を取得した。その中には、Transporter, Transferase, Oxidoreductase, Aminopeptidase, Glutamate synthetase 等に近縁な機能性タンパク質遺伝子が含まれ、その計40個余りのほとんどが既存のものとの相同性が低い新規なものであることを明確にした。また、この転移を制御している酵素 (Integrase) 遺伝子についても、見いだした11個の内のほとんどが新しいタイプのもので推定された。前者の一部遺伝子については、大腸菌での発現も可能であった。これらの結果は、これまで人間活動周辺環境試料で蓄積されてきた知見を大きく塗り替えるものであることから、さらにその信頼性や特殊性等についての検討を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物、遺伝子、多様性、機能、メタゲノム、海洋、環境、海底熱水系

【研究題目】 骨髄高転移性マウス乳癌細胞の樹立

【研究代表者】 岡田 知子 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 岡田 知子 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

近年日本人女性に増えて来た乳癌は、高率に骨髄への転移を起こす事が知られている。骨髄に対する転移は、激しい痛みを伴ない、患者の生活の質 (QOL) を低下させるため、大きな社会問題となっている。にも関わらず、現在乳癌の骨髄転移モデルは非常に数が少なく、骨髄転移機構解明の遅れの1つの原因となっている。そこで本研究では、乳癌細胞をマウスに投与してその骨髄から癌細胞を採取し、再びマウスに投与する操作を繰り返す事により、高率に骨髄に転移する乳癌モデルを樹立し、これを元の癌細胞 (親株) と比較して性状解析を行なった。その結果、樹立した乳癌細胞は、静脈内投与した場合でも皮下投与した場合でも、親株に比べて有意に骨髄転移能が増強している事が判明した。また樹立した乳癌細胞は、通常の増殖能は親株とほとんど変わらないが、軟寒天培地中における増殖のような足場非依存的増殖能

が著しく亢進しており、さらに骨髄由来血管内皮細胞への接着及び運動能が親株より大きく亢進している事が明らかとなった。良い骨髄転移モデルの樹立は、乳癌の骨髄転移マーカーの解析に繋がり、骨髄転移の予想、診断薬・診断キットの開発、更には転移抑制薬開発の基盤となると期待される。今後このような骨髄転移能亢進に密接に関わる分子の解明を行なっていく予定である

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】乳癌、骨髄転移、足場非依存的増殖能、運動能

【研究題目】RNAと蛋白質の協同による塩基認識特異性切り替えの分子基盤研究

【研究代表者】富田 耕造 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】富田 耕造 (常勤職員1名)

【研究内容】

tRNAの末端に普遍的に存在するCCA配列はCCA付加酵素とよばれる鋳型非依存性RNA合成酵素によって付加、合成される。この酵素は全生物に普遍的に存在し、唯一、核酸性の鋳型を用いることなく定まった配列を付加、合成できる酵素である。CCA付加酵素の分子機構は30年にわたって謎であった。本研究では、この30年の謎を解き明かすことを目的とした。古細菌由来のCCA付加酵素がRNAの末端へRNAを付加していく過程の、酵素、RNA、ヌクレオチドからなる複数の二者(酵素、RNA)、三者(酵素、RNA、ヌクレオチド)複合体のX線構造解析を行い、CCA付加反応の「動画」の作製を試みた。鋳型非依存性RNA合成酵素CCA酵素と4種類のRNAの二者複合体、及び2種類のCCA酵素とRNA及びヌクレオチドの三者複合体の、計6種類の複合体の構造決定を行ない、RNA合成反応における酵素、RNAの動的变化を解析した。その結果、CTPの付加反応において、RNAの結合した「酵素-RNA」の二者複合体では、酵素は「開いた」構造をとっており、RNAの3'末端は活性触媒残基から離れており、仮に活性触媒ポケットへヌクレオチド(CTP)が結合しても、ヌクレオチドの付加反応ができない「不活性型」であった。ところが、その二者複合体へCTPを加えた「酵素-RNA-ヌクレオチド」の三者複合体では、酵素は「開いた」構造から「閉じた」構造へと変化し、それに伴い、RNAの3'末端が「ひっくり返り」、CTPの付加反応が進行できるように酵素は「活性型」へ移行した。一方、最後のATPの付加反応においては、RNAの結合した、「酵素-RNA」の二者複合体ではRNAの3'末端は活性触媒残基から近いところに位置し、酵素はすでに「閉じた」「活性型」の構造をとっていた。また、活性触媒ポケットの形、大きさはATPに適したものになっており、ATPが結合すれば、そのまま付加反応が進行する状態であることがわかった。これらの結果は、鋳型非依存性RNA合成酵素CCA酵素の反応機

構は、ヌクレオチド結合によって誘発される酵素及びRNAの「動的」な作用によってCTP選択、付加が行われ、一方、酵素にRNAのみが結合した状態での「静的」な状態でATP選択、付加が行われるといったユニークな分子機構であることが明らかになった。本研究は、鋳型非依存性RNA合成反応の開始、伸長、終結の動的变化を世界ではじめて詳細に記述したものであり、この研究結果により、過去に詳細に研究されてきた鋳型依存性RNA/DNA合成酵素の動的反応機構と比較が可能になり、他の鋳型非依存性RNA合成酵素の動的反応機構の基盤となるものである。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】RNA合成、鋳型非依存性、結晶構造解析、動的反応

【研究題目】生体分子検出用ナノ構造電極の開発

【研究代表者】丹羽 修 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】栗田 僚二、佐藤 縁、吉岡 恭子、平田 芳樹、加藤 大、関岡 直行、岩崎 弦、鈴木 孝治 (常勤職員5名、他4名)

【研究内容】

機能性の薄膜電極を走査型電気化学顕微鏡のプロープに用いることを目的として、各種のスパッタ法を用いて、ナノ構造を制御した電極薄膜を開発し、生体分子の検出を検討した。具体的には、電位窓の広いECRスパッタカーボン電極の性能向上を行い、DNAや神経抑制物質であるγアミノ酪酸(GABA)など生体分子に対する定量性や電極の安定性を評価した。また、ITO薄膜電極を用いてドーパミンなどの神経伝達分子の検出を行う際の、その代謝物(DOPAC)、や妨害物質(L-アスコルビン酸)に対する選択性とそのメカニズムの検討を行った。これまでに電位窓が広く、平坦性に優れるECRスパッタカーボン薄膜電極を開発し、特に酸化電位が高く吸着性の高いオリゴヌクレオチド、NAD(P)H、ヒスタミンなどの生体分子を電極の汚染を抑制し直接電気化学的に極めて安定に定量できることを実証してきた。さらに、ECR薄膜電極上にデヒドロゲナーゼを固定化し神経抑制物質であるGABAの検出を検討したところ、従来のカーボン電極を凌駕する検出限界が得られ、生体分子計測に関して高い感度が得られることを確認した。また、ITO薄膜電極では、ドーパミンに対するDOPACなど多くの妨害分子に対してリン酸緩衝溶液中で100倍以上の高いドーパミン選択測定が可能であることを報告してきた。この原因として、本ITO電極では、従来のITO薄膜と異なりリン酸イオンが表面に多く吸着することで、アニオン性の妨害分子を電極表面から静電的に除去していることを見いだした。さらに本特性はペンシル型のガラスファイバーナノプローブ上へ薄膜形成した場合でも示される事が明らかとなった。平成19年度は、

ナノプローブ電極を走査型電気化学顕微鏡の探針としての特性を評価する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 カーボン電極、ECR スパッタ法、ITO 電極、 γ アミノ酪酸、NADPH、電気化学測定、オリゴヌクレオチド、走査型電気化学顕微鏡 (SECM)、探針

【大項目名】 食草・薬草・香草を生きた品質で長期保存できる OK 迅速乾燥法の実用化

【中項目名】 食草・薬草・香草を生きた品質で長期保存できる OK 迅速乾燥法の実用化

【研究代表者】 三田 直樹 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 三田 直樹、三輪 一典、岡崎 智鶴子 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

乾燥ユニットとマイクロ波を用いることにより、乾燥サンプルの品質劣化を起こすことなく乾燥を完了し、乾燥物の長期保存性を向上させる新規な乾燥法の実用化について検討した。乾燥による劣化現象を最小限に抑制するため、各種パラメーターの最適化を行い、①酵素による変退色、②有効成分の消失、③ストレスによる変形・破断、④たんぱく質等の変性 (DNA 損傷等) 等の評価を行った。なお本研究は (独) 科学技術振興機構の委託研究 (平成17大学発ベンチャー創出推進) として実施した研究である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マイクロ波、乾燥法、酵素、DNA

【研究題目】 位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開

【研究代表者】 大村 英樹

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 大村 英樹 (常勤職員2名)

【研究内容】

レーザー光を用いて物質の量子状態を直接操作し、物性や機能を制御しようとする量子制御に関する研究が近年精力的に行われている。研究代表者は波長の異なるフェムト秒光パルスを重ね合わせ、その相対位相を精密に制御した位相制御光による分子配向の量子制御技術を世界に先駆けて実現し、位相制御光と分子との相互作用は位相に強く依存する多彩な量子現象を示すことを明らかにした。位相制御光は従来の光とは本質的に異なった性質を持っているため、光の位相に関わる新しい量子現象の観測、さらに位相制御光を用いた物質制御の新しい方法論を提示できる可能性がある。

研究計画：

本研究提案の目的は、(1) 位相制御光と分子との相互作用によって引き起こされる量子効果を系統的に探索・分類し、総合的な理解をすること (2) 位相制御光を用

いた新しい方法論に基づく極限計測手法として、位相制御光により気体分子を配向整列させ、分子の質量と立体構造を同時に決定できる配向分子質量分析装置の開発を行うことである。光による高度な分子操作技術の基礎研究から計測装置の開発まで連続的な研究を行い、日本発の革新的な計測装置の開発を目指す。

年度進捗状況：

構成原子数が20原子であるヨウ化ヘキサン ($C_6H_{13}I$) を用いて、比較的大きな分子を対象としたフェムト秒位相制御光による実験を行った。その結果、構成原子数が20原子程度の比較的大きな分子でも、波動関数と位相制御光の相互作用による異方的なトンネル効果に起因した配向分子選択効果が観測できることがわかった。

これらの結果は、位相制御光を用いた新しい方法論に基づく計測手法である配向分子質量分析装置の開発にも非常に有利な知見である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 位相制御、コヒーレント制御、量子制御、分子配向

【研究題目】 質量分析用超高感度粒子検出技術

【研究代表者】 大久保 雅隆

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 大久保 雅隆、板谷 太郎、陳 益鋼、浮辺 雅宏、黒河 明、佐藤 浩昭、陳 銀兒、志岐 成友、清水川 豊、鈴木 宏治 (常勤職員6名、他4名)

【研究内容】

プロテオミクスにおける質量分析のために、超伝導現象に基づく粒子検出技術を開発する。イオン源から放出されたイオンを、飛行時間型質量分析法 (TOF-MS) にて、イオン、粒子 (中性粒子を含む) 毎に飛行時間と粒子の運動エネルギーを、1,000,000 Da 以上の巨大分子まで数え落としなく検出 (検出効率100%) する。飛行時間、運動エネルギー、粒子カウントの3次元質量分析を実現する。これを実現するために、センサー開発、極低温冷凍器極低温半導体アナログ増幅器、室温動作のシリコン系データ処理装置の開発を行う。

100素子の超伝導アレイ検出器を作成し、従来20%程度の素子のみが動作可能であったのに対して、作製プロセスの改良により最高80%以上動作可能になった。このアレイ検出器の有感面積は、量子型超伝導検出器で世界最大である。また、超伝導検出器の動作に必要な極低温を得るために、液体ヘリウムの供給を必要としない機械式冷凍器にて0.3 K以下のベース温度を実現した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 先端分析機器、超伝導、質量分析

【研究題目】 AFM 探針形状評価技術の開発

【研究代表者】 一村 信吾

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 一村 信吾、井藤 浩志、藤本 俊幸
(常勤職員3名)

【研究内容】

原子間力顕微鏡 (AFM) により測定した画像情報は、1 nm 以下の分解能を持ち、ナノテクノロジー分野での標準的なツールとして使われている。しかしながら、その絶対値の信頼性については、探針形状の依存性を強く受けるため、必ずしも高いとはいえない。特に100 nm 以下の形状を測定する場合には、AFM 画像データは、探針形状との畳み込みになるため、探針形状を考慮することが必須となる。最新の AFM 探針は、先端曲率半径 10 nm 以下のものが供給されており、これに対応可能な、AFM 探針の先端曲率半径に比べて同等以下の、探針評価用ナノ構造が必要である。これを実現するために、化合物半導体超格子断面をエッチングする方法を開発した。この方法では、仕上がり線幅が成膜された膜厚に対応することを利用して、線幅を2 nm 以下の精度で作成可能である。この方法の限界を探索し、線幅4 nm、高さ120 nm、エッジ曲率1.5 nm、アスペクト比30のナノ構造の作成を可能にした。この構造を利用した探針評価方法を検討し、探針のアスペクト比の変化を図示する表示方法 (解像度曲線) を提案し、AFM 画像と測定した探針形状から、画像データの信頼性を判定する方法を開発した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 原子間力顕微鏡、探針、カンチレバー、チップキャラクタライザ

【研究題目】 透過型陽電子顕微鏡

【研究代表者】 鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 鈴木 良一 (常勤職員1名)

【研究内容】

電子加速器を用いて高強度低速陽電子ビームを発生し、効率よく集束して透過型陽電子顕微鏡として利用する研究を進めている。陽電子ビームの初期ビーム径は10 mm 程度もあるために、そのままでは陽電子顕微鏡等への応用が困難である。そこで、透過型陽電子顕微鏡等への応用が可能な0.1 mm の径の単色陽電子ビームを得るための技術開発を行っている。電子加速器で発生した高強度低速陽電子ビームを、ソレノイド磁場により低放射線レベルの部屋にまで輸送するが、輸送磁場内ではビーム径を集束することは困難であるため、一旦ビームをソレノイド外の弱磁場領域に10 keV 程度で引きだす。弱磁場領域に引き出した陽電子ビームを磁気レンズにより径1 mm 程度に集束する。このビーム集束効率は90 % 以上を実現した。このビームの質 (エミッタンス) を向上させるため、集束ビームを金属薄膜を透過させて減速することにより、ビームの発散角を小さくし、

その後ビームを再度加速して集束する高輝度化手法の開発を行い、径を0.1 mm 程度にまで縮小することに成功した。また、陽電子ビームの集束と同時に短パルス化を行うことにより、微小領域(1 mm²以下)の陽電子寿命を測定することに成功した。さらに試料を走査することにより、開発した技術を走査型陽電子プローブマイクロアナライザーとして用いることが可能であることを実証した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 陽電子、顕微鏡、ビーム集束

【研究題目】 中性子捕獲実験用レーザー逆コンプトン光の研究開発

【研究代表者】 山田 家和勝

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 山田 家和勝、豊川 弘之、小川 博嗣
(常勤職員3名)

【研究内容】

ウランを効率的に利用し、マイナーアクチノイド(MA)の燃焼を可能とする革新的高速炉システム技術の核設計や安全性評価のためには、MA 核種や超寿命核分裂生成物の中性子捕獲断面積測定が重要課題の1つとなっているが、測定サンプル入手が困難な同位元素も存在する。この場合、中性子捕獲の逆反応である光核反応の断面積を測定し、その結果と理論計算から中性子捕獲断面積を予測することが可能となる。産総研では、電子蓄積リング TERAS の高エネルギー電子ビームにレーザー光を集光照射することにより、レーザー逆コンプトン散乱エネルギー可変単色γ線ビームを発生させることが可能である。当該課題では、光核反応断面積測定を効率良く行うために当所のレーザー逆コンプトン光発生をより安定化させる技術開発し、供給することを目標としている。

平成18年度は、TERAS の蓄積可能電流の変動を抑え、発生できるγ線光子収量を安定化させるため、ビーム入射用電子線型加速器 TELL に電子ビームのマイクロ波ローディングをモニターするためのカプラ付きダミーロードを導入した。また SF₆ガスをマイクロ波供給用導波管の内部に充填し、導波管内の放電を抑制した。加えて線型加速器用電源の最適化作業を行った。これらによって、入射電子ビームの電流値とエネルギー安定性が向上し、蓄積リングへの高電流の蓄積も安定に行えるようになった。この結果、今年度予定された光核反応予備実験を順調に終えることができた。次年度は同実験装置の長期間の信頼性を向上させるための技術開発を行う予定である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 電子蓄積リング、電子線型加速器、レーザー逆コンプトン光、光核反応、革新的高速炉、中性子捕獲断面積

〔研究題目〕 シリコン酸化膜形成プロセスにおける高濃度オゾンの効率的利用

〔研究代表者〕 黒河 明（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 黒河 明（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、直径200 mm シリコン基板を高濃度オゾンガスで酸化して基板表面に酸化膜を形成するとき、その酸化膜形成速度を向上させること、及びオゾンガス利用効率の最適化を図ることを目的とする。

この目的達成のために本研究では以下の手段をとることとした。まずオゾンガス供給流量増大化技術を用いて、オゾン濃度90 vol%を超える超高濃度オゾンガスを大流量で流下し、オゾンガスによるシリコン酸化膜形成試験を行う。この大流量化試験に耐えるようにオゾン対応酸化炉の改造を行う。これにより酸化膜の形成時間の短縮化を目指す。次にオゾン濃度計測技術を利用して、供給オゾンガス濃度のリアルタイム計測を実現する。これによりオゾンの利用効率の実時間計測システムを開発し、最適なガス流量やガス濃度など効率的なオゾン利用技術の開発とその顕在化をめざす。

本年度は超高濃度オゾンの大流量流下を安全に実現するためのオゾン発生装置の運転技術の探索、並びにオゾンガスを大流量で流下するための酸化炉の改造点について諸問題の抽出を行った。この結果を基に次年度の大流量流下実験実現に向けた見通しを得た。また酸化炉の安定運転のためのモニター方法について検討を行い、オゾンの異常分解を検出する方法を見いだした。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高濃度オゾンガス、200 mm 径シリコン基板、酸化膜形成速度

〔研究題目〕 反応性プラズマを利用した生体活性ナノ複合皮膜の開発と応用

〔研究代表者〕 稲垣 雅彦

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 稲垣 雅彦（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究の目的は、①反応性プラズマを利用してチタン粒子を表面処理すると同時に基材上に堆積し、皮膜を形成することにより、生体活性、耐腐食性、強度を兼ね備えた人工骨、人工関節用、新規生体材料を低い環境負荷、省プロセスで形成する、②当該皮膜のナノレベルの微構造を明確にし、その生体活性の発現並びに耐腐食性との関係について明らかにする、③動物用のインプラント形状への加工技術を確立する、④埋植試験を行う事で、生体内におけるインプラントの固定性、安定性や骨伝導能について挙動を明らかにすることにある。

平成18年度は反応性プラズマ溶射により表面加工を行った動物実験用インプラントの作製を試み、インプラント形状に容易に加工可能であることを確認した。作製し

たインプラントを用いた予備的な動物実験も行った。約100 μmの膜厚を有する複合皮膜を有する3×4×5 mmのインプラントを作製し、ウサギ脛骨に移植し、4週後に摘出して、非脱灰標本作製し、組織学的評価を行ったところ、表面加工面では骨梁の形成が確認され、骨伝導能を有することが示唆された。非加工面では骨梁の形成は観察されなかった。当該、反応性プラズマで作製した皮膜は基材への密着性が高いが、窒素を添加して作製した皮膜の内部においては～200 nm幅の針状の組織の形成が確認された。皮膜の強度の増加はそのような組織の分散強化材的な作用によるものと思われる。本試験の結果から、反応性プラズマで作製した皮膜に骨伝導能を付与できることが分かった。また動物インプラント形状への加工も容易であったことから、人工歯根や人工関節等への表面加工も容易であることが予想される。今後、実用化に向けては、生体骨に対する引き抜き強度など、骨固定性の評価などの動物実験結果を充実する必要がある。

〔分野名〕 ナノテクテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 造反応性プラズマ溶射、コーティング、生体適合性、生体材料、人工関節

〔大項目名〕 セラミックリアクター開発

〔中項目名〕 ミクロ集積化におけるマイクロ・マクロ構造構築技術の開発、セルキューブ集積及びモジュール構築連続プロセス技術の開発

〔研究代表者〕 淡野 正信

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 藤代 芳伸、鈴木 俊男、山口 十志明、吉澤 友一、平尾 喜代司、宮崎 広行、周 游、福島 学、濱本 孝一、El-Toni M.Ahmed、胡 穎、佐藤 緑、在原 香代、小林 美佳、丹下 典子、桜木 里美（常勤職員9名、他8名）

〔研究内容〕

本研究は、電気化学的に物質やエネルギーを変換する高効率の次世代型セラミックリアクターを創製することにより、エネルギー・環境問題の解決に有効な手段を提供すると同時に、我が国の産業競争力の強化に資することを目的とする。その実現へ向けて当所では、ミクロ集積化及びセルスタックモジュール化技術の開発及び評価解析技術開発を進め、革新的な製造プロセス技術として確立することを目指す。平成21年度末の最終目標として、径0.5 mm以下のセルが100本以上/キューブで集積したモジュールを、一連の連続行程により製造可能とする等のプロセス技術を開発し、ミクロ集積化セラミックリアクターの高効率物質・エネルギー変換機能を実証する（作動温度650℃以下での発電出力密度2 W/cm³以上の達成等）。

平成18年度は、マイクロチューブ集積やマイクロハニカム

化等の機能集積構造化へ向けた技術課題の解決を図り、ミリメートル径以下の高性能マイクロ SOFC チューブを角砂糖1個の大きさに集積して、世界で初めて出力約 2 W/cm^3 を $550 \text{ }^\circ\text{C}$ の低温作動で可能とする発電ユニットの実現に成功した。また、電気化学リアクターとしての構造と性能を有し画期的な高集積度 (250セル/cm^3 以上) を示す、マイクロハニカム SOFC 型リアクターを世界で初めて実現した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電気化学、リアクター、エネルギー変換、マイクロ部材集積化、マイクロ SOFC、セラミックプロセス、物質変換、機能モジュール、小型高効率化、ロバスタ化

【研究題目】 セロミクスを指向したプラズモン共鳴ナノ粒子合成における超音波応用

【研究代表者】 砥綿 篤哉

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 砥綿 篤哉、飯田 康夫

(常勤職員2名)

【研究内容】

プラズモン共鳴ナノ粒子 (PRP) を用いるバイオアッセイでは、PRP の粒径や形状の均一性が重要であり、PRP を作製するために検討されてきたプロセスの中ではコロイド化学的な手法が有力であると考えられる。本研究課題ではさらに超音波化学的な手法を適用することにより PRP の高機能化、製品化を視野に入れたプロセス開発を行った。

プラズモン共鳴ナノ粒子 (PRP) の合成を、数 nm オーダーのシード粒子の合成とそれを添加して所望の大きさ、形状の PRP に成長させるという、2段階のステップで行った。その結果、超音波照射によってシード粒子を分散させることが可能であり 50 nm 以上の粒径をもつ大きな粒子の生成を抑制する効果があることが分かった。また、合成と成長を1段で行う1段階法では、超音波照射によってシャープな吸収スペクトルが得られ、粒子が長期間分散安定となることが分かった。還元手法、表面修飾剤などの合成条件の検討では、超音波照射による還元で粒子が生成できることを確認し、仕込んだ銀濃度が小さいほど、粒子が大きく成長し、吸収スペクトルのピークが長波長側にシフトすることを確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、プラズモン共鳴、ナノ粒子、液相合成

【研究題目】 縮合ケイ酸塩骨格を基本構造とするメソ多孔体の合成

【研究代表者】 木村 辰雄

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 木村 辰雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、ケイ酸骨格中に周期構造を有するメソポーラスシリカの合成手法を開発することを目的としており、その実現は結晶性メソポーラスシリカ合成という未踏分野を開拓すると同時に、マイクロ構造からナノ構造に至るまで高度に制御した高機能メソポーラスシリカ触媒の開発へと発展するものと期待される。

層状ケイ酸塩由来の構造ユニットをケイ酸骨格中に保持した新規なメソポーラスシリカの生成過程では、層内縮合反応、ケイ酸層の折れ曲がり、層間縮合反応、熱処理過程の脱水縮合反応によってケイ酸骨格内の周期構造が低下するため、有機修飾技術を利用した層内縮合反応及び脱水縮合反応の抑制技術の開発を行う。

平成17年度までに、マイクロ構造からナノ構造に至るまで高度に制御したメソポーラスシリカの製造技術及び機能発現を誘起する異種ユニットのケイ酸骨格中への導入技術を開発し、有害化学物質であるアセトアルデヒド分子が非常に速くメソ孔表面に吸着することを確認した。

平成18年度は、有機チタン化合物を用いた表面修飾技術の開発を目的として、シクロペンタジエンル環を有する有機チタン化合物を用いた修飾法を検討した結果、メソ構造を完全に保持したままチタン種の骨格表面への固定化が可能であるとの知見を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 メソポーラスシリカ、ケイ酸骨格、周期構造保持、有機修飾

【研究題目】 温暖化対策の技術選択モデルに関する調査

【研究代表者】 増井 慶次郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 増井 慶次郎、近藤 伸亮、松本 光崇、李 賢映、木村 博道

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

これまで当所で開発してきた製品普及予測モデルをもとにモデルの精緻化を行った。具体的には、マルチエージェントモデルの枠組みにロジスティック曲線モデル、コンジョイント分析モデル、学習曲線モデルを組み入れた普及予測モデルを定式化することで、消費者の嗜好をエージェントの属性として記述し、これにより新しい技術・製品の普及モデルを開発した。また本モデルを汎用的なものにするため、価格等の嗜好が異なる製品 (家電製品、ガス使用機器、及び家庭用エネルギー供給システム等) を対象として事例研究を行い、汎用モデルを作成した。さらに以上の普及予測モデルと収集したデータをコンピュータ上のツールとして実装した。

本ツールにより、クリーンエネルギー自動車、省エネ型エアコン、高効率照明、高効率給湯器、太陽光発電

システムが普及した際の CO₂ 排出削減効果を算出した。普及完了時点では現在と比較し、クリーンエネルギー自動車で3,000万 t-CO₂、省エネ型エアコン1,000万 t-CO₂、高効率照明150万 t-CO₂、高効率給湯器1,200万 t-CO₂、太陽光発電システム3,000万 t-CO₂程度の CO₂削減効果をもつことを明らかにした。CO₂排出量削減効果は普及速度に依存するため、普及時期を評価するとともに、消費者選好のデータに基づき今後製品の省エネ性能や初期価格に変化があった場合の普及速度への影響分析も合わせて実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】環境配慮製品、製品普及予測モデル、マルチエージェントモデル

【研究題目】ネットワーク MEMS デバイスの開発

【研究代表者】池原 毅（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】池原 毅、一木 正聡、張 毅、小林 健（他4名）

【研究内容】

動物の健康状態や行動を無線ネットワークでモニターするセンサでは、極めて低消費電力であることが求められる。本研究では、MEMS 技術を利用し、消費電力を限りなくゼロに近づけた加速度センサ及び温度センサを実現することを目標としている。加速度センサでは圧電素子による発電型センサ、温度センサではバイメタルによるスイッチ型センサを研究開発する。また、デジタル型出力とすることで、信号処理回路での消費電力も抑制する。さらに、圧電素子の特性を生かしセンサノードでの発電及び機器の小型化を行うため、発電素子及び受動素子内蔵基板についても並行して研究を行う。

加速度センサについては、圧電型加速度センサの設計を行った。はじめに、鶏から発生する加速度のデータから、加速度センサの測定レンジを決定した。そして、理論計算、有限要素法構造計算によって、要求測定レンジを満たす加速度センサの形状及び製造プロセスを決定した。温度センサについては、まず、薄膜のバイメタル材料として適した金属を選定した。次に、鶏の体温でスイッチング可能な構造の検討を、有限要素法構造計算等を利用して行い、マスクと製造プロセスを設計した。同時に、カンチレバーの温度変位特性を測定する装置を開発した。発電デバイスについては、発電性能を評価するために特性評価装置の試作設計・開発を行い、発電特性を計測することに成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】MEMS、センサネットワーク、温度センサ、加速度センサ、発電デバイス、低消費電力

【研究題目】可視光応答高機能マスクメロン型光触媒とその応用住宅部材の開発

【研究代表者】埴田 博史

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】埴田 博史（常勤職員1名）

【研究内容】

酸化チタン光触媒は紫外線しか利用できず、また、ほぼすべての有害有機化学物質を分解・無害化することができるが、繊維や紙、プラスチックも分解するため、それらに使用することができなかった。そこで、可視光で働く光触媒を母材として表面を不活性な多孔質セラミックス膜で被覆した繊維やプラスチックに使用可能な高機能マスクメロン型光触媒の製造技術を確立する。そして、それをを用いて室内住宅部材（光触媒塗料、カーテンなどの繊維製品、手すり、壁材などの内装品）を開発する。

今年度、コスト的に安価な通常の紫外線タイプの光触媒を出発原料として簡単な加工で可視光応答型の光触媒を開発することができ、それをを用いて低ストレス加工や乾式加工によって目標とする母材機能の7割程度をクリアし、ガス分解性や樹脂劣化抑制（紫外線タイプのマスクメロンと同等）などの目標を満たす可視光応答高機能マスクメロン型光触媒を開発することができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】光触媒、可視光応答高機能マスクメロン型光触媒、室内住宅部材、光触媒塗料

【研究題目】水中汚染物質分離用メソ孔性炭素吸着材の開発とオンライン水晶振動子微小天秤への応用

【研究代表者】山本 拓司（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】山本 拓司、中岩 勝、遠藤 明、大森 隆夫（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究の目的は、水中における環境ホルモン（PCB やテトラクロロエチレン（TCE）、ダイオキシン類）の濃度をオンラインかつ高感度に測定できる水晶振動子微量天秤を開発することである。申請代表者のグループ（日本側）では、ホモジナイザーや多孔質セラミック膜を用いた逆相乳化重合法によって、従来の逆相乳化重合法で作製した微粒子よりもさらに微細で均一な粒度を有する多孔質炭素「カーボンプライオゲル微粒子」を開発した。微粒子の粒子径と細孔構造を、レーザー回折式粒度分布計と全自動窒素ガス吸脱着量測定装置を用いてそれぞれ評価した結果、乳化重合条件を調節することで粒子径と細孔構造をそれぞれ独立して詳細に制御可能であることが分かった。また水中に溶存した低濃度のモデル有機物（フェノール、p-クロロフェノール、ノニルフェノール）の吸着挙動と微粒子の細孔構造との因果関係を、高速液体クロマトグラフィーにより明らかにした。その結果、カーボンプライオゲル微粒子が水晶振動子センサー用の吸着材として有用であることを確認し、セン

サーの感度向上には粒子のさらなる微細化と細孔径の拡張が鍵であることを示唆する結果が得られた。相手国（大韓民国）側では、水晶振動子基板へのカーボンクライオゲル微粒子の新規担持方法を検討した結果、工業用フェノール樹脂を用いて微粒子を基板上に安定に担持する方法を考案した。さらに、開発した水晶振動子センサーを用いて、フェノールや色素（Reactive Red や Black 5）等のモデル有機物の液相吸着実験を実施し、モデル有機物の吸着量と水晶振動子センサーの振動数の変化幅との相関関係を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水晶振動子微量天秤、カーボンクライオゲル微粒子、環境ホルモン

【研究題目】プラスチック類と固体燃料の混合水素化分解によるクリーンガス製造

【研究代表者】安田 肇（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】安田 肇（常勤職員1名）

【研究内容】

有害物質を排出することなく廃プラスチックをクリーンガスへ転換し、CNG(圧縮天然ガス)自動車や都市ガス等、地域の輸送用・民生用エネルギーに有効利用する技術の実現を目的として、廃プラを固体燃料と共に800℃前後で水素化急速熱分解し、メタンを主とするクリーンガスを製造するプロセスを開発するため、以下の試験項目を実施した。1) 急速水素化分解反応における水素濃度・分圧の影響について、小規模装置の実現には、石炭の大規模処理を念頭に設定された従来の反応条件を緩和することが有効であり、装置上耐圧条件が大幅に緩和され、プラントコストの抑制に寄与する。反応条件緩和の影響を調べるため、水素濃度を従来の1/3程度に、分圧を1/7以下に下げた反応条件で急速水素化熱分解試験装置を用いて試験を行った結果、原料混合効果の寄与により物質収支上プロセスが成立しうると判断でき、プラントコスト低減による小規模装置の実現可能性が認められた。2) 廃プラスチック中の主な成分である3P(ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、ポリスチレン(PS))について反応挙動を調べた。固体燃料である石炭との混合効果において重要な因子と考えられる熱的影響を3P相互に比較したところ、化学構造は異なるものの、急速水素化分解時にはPP、PSもPEと類似の熱挙動を示す事がわかった。PPについて生成物の面からも原料混合効果の発現を認め、PE固有の現象でないことを確かめた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃プラスチック、石炭、分解、メタン

【研究題目】光技術・ナノ構造・認識分子の癒合による環境診断素子の開発

【研究代表者】周 豪慎（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】周 豪慎、祁 志美、魏 明灯
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

ゾル・ゲル法と分子テンプレート法をあわせて、ガラスの表面に3次的にナノポーラスを有する薄膜をコーティングし、対象ガスに対して認識性を有する認識分子をナノ細孔に導入し、高感度・高選択性を有するガスセンサーを開発している。バッファー層と光導波層の厚み、屈折率の組み合わせでプリズムの表面に蒸着した、光リーク型光導波路センサーを考案し、具体的にバッファー層に超薄い金の蒸着膜、光導波層にナノポーラス膜を用いて、ナノポーラス構造との融合により光リーク型光導波路化学センサーを構築した。ナノポーラス膜の厚みにより、表面プラズモン共鳴(SPR)と光リークスペクトルを両方測定することも可能である。ナノポーラス層に蛋白質や酵素などが吸着されるたときの光リークスペクトルのシフトを利用して、ナノポーラス膜に吸着されている蛋白質などを調べることができ、リーク型光導波路バイオセンサーはSPR型バイオセンサーより高い感度を有することが確認された。さらに、ナノポーラス膜の厚みを調整して、吸着されている蛋白質、生体分子などの性質を調べることのできるリーク型光導波路バイオセンサー兼表面プラズモンバイオセンサーを開発した。

【分野名】環境・エネルギー、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】光導波路、認識分子、ガスセンサー、ナノポーラス膜

【研究題目】太陽光発電利用促進技術調査マイクロ波の植物への影響調査

【研究代表者】村上 寛（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】村上 寛、戸田 義継、岩田 敏彰、阿部 宜之、佐藤 千恵子
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

将来技術として期待されている宇宙太陽発電において、静止軌道から地上へのマイクロ波による送電が想定されているが、環境へのマイクロ波の影響について未知な部分が多い。本研究では主として植生に及ぼすマイクロ波の効果を長期暴露実験により、マイクロ波の効果の把握を図る。従来の2.45 GHzのマイクロ波に加え、新たに5.8 GHzのマイクロ波を用いた屋外実験を実施した。また、土壌温度を制御した屋内実験システムを構築した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロ波送電、宇宙太陽発電、植生

【研究題目】しきい値電圧をプログラム可能な超低消費電力FPGAの開発

【研究代表者】小池 帆平

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 小池 帆平、日置 雅和、河並 崇、
松本 洋平、堤 利幸
(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

スーパーコンピュータ(Cray XD1など)から各種情報家電まで幅広い分野で大量に利用され、その重要度が増す FPGA(Field Programmable Gate Array:プログラム可能論理素子)において、デバイスの微細化スケールに伴う漏れ電流によって発生する静的消費電力を最小限にするための技術を開発する。本研究課題では、まず、FPGA の静的消費電力を最小化する手法として、FPGA を構成するデバイスのしきい値電圧を細粒度でプログラム可能とした超低消費電力 FPGA「Flex Power FPGA((FP)²GA)」を提案する。そして、(1) Flex Power FPGA アーキテクチャの検討、(2)既存デバイス(バルク MOS)及び将来デバイス(ダブルゲート MOS 等)を前提とした内部回路の検討、(3)LSI 試作サービスによる実証チップの設計・試作、(4)クリティカルパス上のデバイスのしきい値を適切に割り当てる省電力 CAD ソフトウェアの開発までを統合的に進め、1年目の基本動作を確認し概念を実証する基本チップの開発、次の2年間での段階的な改良を加えた一連の改良チップの開発を通じて、Flex Power FPGA の低消費電力性能を実証する。さらに、後半2年間では、動的リコンフィギュラブル技術、制御性の高いデバイスの採用等の新たな技術と融合した発展チップを開発することによって、FPGA の消費電力を100分の1以下に低減させ、低消費電力型高速大容量情報処理システムの基盤技術の確立を目指す。

平成18年10月からの研究開始に先立ち、研究用ソフトウェアツール Flex Power VPR の開発、これを用いたシミュレーション評価、基本構成要素のみを集積した実験チップの開発などを行ってきた。平成18年度は、実験チップの性能測定、基本構成要素の性能を測定するための TEG チップの開発、基本チップアーキテクチャの検討、今後開発するチップのための実験環境の構築など基本チップ開発の準備を進めてきており、今後、基本チップの開発へと進む見通しである。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、しきい値調節

2. 研究関連・管理業務

産総研発足時から研究を支援する業務を担う機能を東京及びつくばに集中した。これは、各所に分散していた研究関連業務、管理業務等を可能な限り集中し、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い組織、制度を確立させたものである。統合において、各業務は、先進的に電子化を導入し、ネットワークを活用した事務処理により効率化・迅速化を図り、無駄のない業務運営を行っている。また、各業務の実績と運営状況を常に把握し、評価結果、社会状況を踏まえた経営判断により、コンプライアンス対応体制や産学官連携体制の強化、個人情報保護のための体制整備等最適な体制に向けて不断の見直しを行っている。

18年度は、第2期中期目標期間の研究関連・管理部門の効率化及び戦略的機能の強化等を図ることとして、男女共同参画室、標準物質認証管理室及び研究業務推進部門（業務推進部門を改組）を新設した。また、我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすことを目的として、イノベーション推進コア、産業技術アーキテクト及びイノベーション推進室を設置し、イノベーション推進のための体制の強化を図った。

【研究支援体制】

1. 理事長直属部門

理事長直属部門は、企画本部、業務推進本部、評価部、環境安全管理部、広報部、法務室、情報公開・個人情報保護推進室、男女共同参画室、次期情報システム研究開発推進室、イノベーション推進室及び監査室を置き、産総研の総合的な経営方針及び研究方針の企画を行うなど理事長を直接的に補佐する部門として、業務を遂行している。

2. センター

センターは、先端情報計算センター、特許生物寄託センター、ベンチャー開発戦略研究センター、地質調査情報センター及び計量標準管理センターを置き、研究所情報基盤の高度化等、産総研ミッションのうち特別の任務を担った業務を遂行している。

3. 研究関連部門

研究関連部門は、技術情報部門、産学官連携推進部門、知的財産部門及び国際部門を置き、政策提言、産総研の基本方針に係る中長期的視点での研究戦略の立案に資する調査研究や産学官連携活動及び成果の普及等、研究に直接関連した業務を遂行している。

4. 管理部門

管理部門は、研究業務推進部門、能力開発部門、財務会計部門及び研究環境整備部門を置き、職員の日常的職務環境の維持や職員の能力向上に向けた業務等により組織運営の基盤となる研究に間接的に関わる業務を推進している。

<凡 例>

研究管理・関連部門名 (English Name)

所在地：つくば中央第×、△△センター

人 員：職員数 (研究職員数) 又は実効人員数 (職員数)

概 要：部門概要

機構図

(3/31現在の役職者名、各部署の人数 総人数 (職員数))

○○部 (○○English Name Division)

(つくば中央第○、△△センター)

概 要：業務内容

××室 (××English Name Office)

(つくば中央第○)

概 要：業務内容

△△室 (△△English Name Office)

(△△センター)

概 要：業務内容

業務報告データ (表等で報告)

(1) 企画本部 (Planning Headquarters)

所在地：東京本部、つくば中央第2

人員：54名 (32名)

概要：企画本部は、理事長を補佐し、研究所の総合的な経営方針の企画及び立案、研究所の業務の実施に係る総合調整並びに業務合理化の推進等に係る業務（業務推進本部の所掌に係わるものは除く）を行っている。

具体的には、理事長の執務補佐を行うとともに、研究所の経営企画業務として、経済産業省と密接なコミュニケーションをとりつつ、法人運営全体に係わる企画調整、経営方針の企画立案、中期計画及び年度計画の取りまとめ、研究資源の配分、研究センター・研究部門・研究ラボの新設及び改廃案の策定等を行っている。研究企画業務として、研究方針の企画立案、研究戦略の策定、分野融合による重点研究テーマの設定、研究スペースの調整、研究計画の取りまとめ等を行っている。

また、国会、経済産業省、総合科学技術会議や独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構等の外部機関への総括的な対応を担っている。

機構図 (2007/3/31現在)

【企画本部】

企画本部長	吉海 正憲
企画副本部長	福島 章
	瀬戸 政宏
総括企画主幹	宇都 浩三
	堀尾 容康
	渡部 芳夫
	角口 勝彦
	高辻 利之
	新井 優
	久保田喜嗣
	四元 弘毅
総括主幹	竹原 淳一
	宮本 晃之
【特別事業推進室】	室 長 堀尾 容康

特別事業推進室 (Special Project Promotion Office)

概要：特別事業推進室は、研究所の特別事業として推進する建設物及び連携研究等の総合調整に関する業務を行っている。

(2) 業務推進本部 (General Administration Headquarters)

所在地：東京本部・つくば本部

人員：0名

概要：「適正かつ効率的にその業務を運営するよう努めなければならない。」(独法通則法第3条第1項) という独

立行政法人の使命にのっとり、産総研の業務運営の効率化を図ることを目的とし、理事長直属部門として平成13年7月10日に発足。

当本部では、「研究所の業務効率化に係る基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること。」及び「研究所の業務効率化の推進に関すること。」(組織規則第5条)の各業務を担当。

【平成18年度の主な業務内容】

(研究関連・管理部門等の業務効率化)

○第2期中期目標期間の業務効率化目標を達成するため、平成17年度に業務効率化アクションプランを策定。平成18年度は、このアクションプランについて、平成17年度の実施状況の把握(モニタリング)と更なる業務効率化(深堀り)の検討を実施した。

○研究支援業務の効率化を図るため、産学官連携関連業務の業務フロー分析を行い、改善方針を取りまとめた。

○予算配分や組織・人員の見直しに当たってアクションプランとの連携を図り、実効性を高めた。

(研究実施部門の業務効率化)

○研究実施部門においても、ユニット経営計画書に各研究ユニットの業務効率化に対する取り組み計画及び前年度実績を記載するようにし、業務効率化に対する意識向上と取り組みを促進した。

(地域センターにおける業務のあり方)

○地域センターにおける今後の業務のあり方に関して地域センターと意見交換を行い、地域における予算要求のあり方や人材の確保、環境安全管理機能の強化等の改善の方向性を取りまとめた。

(業務効率化及び時間外労働縮減キャンペーン)

○平成17年度に引き続き、10月に業務効率化及び時間外労働縮減キャンペーンを実施し、時間外労働の縮減や事業所内の不要文書の一斉廃棄等を促進した。

(業務品質向上推進運動)

○職員の業務品質向上の意識醸成を目指して平成18年度から業務品質向上推進運動を開始し、毎年6月を業務品質向上推進運動強化月間と定め、普及啓発用ポスターの掲示や各部門内において改善方策の検討を実施した。

(ワンストップサービス推進体制)

○ユニット支援体制検討委員会報告を踏まえ、より質の高いユニット支援を提供するとともに、業務の更なる効率化を図るため、業務推進部門を研究業務推進部門に、事業所ごとに設置されている業務室を研究業務推進室に改組した。併せて、研究支援に関する情報共有の促進と相互支援体制を強化し、円滑で迅速に事務処理をワンストップサービスで行えるように新たに総括事務マネージャーを設置した。

【業務運営効率化の取り組み】

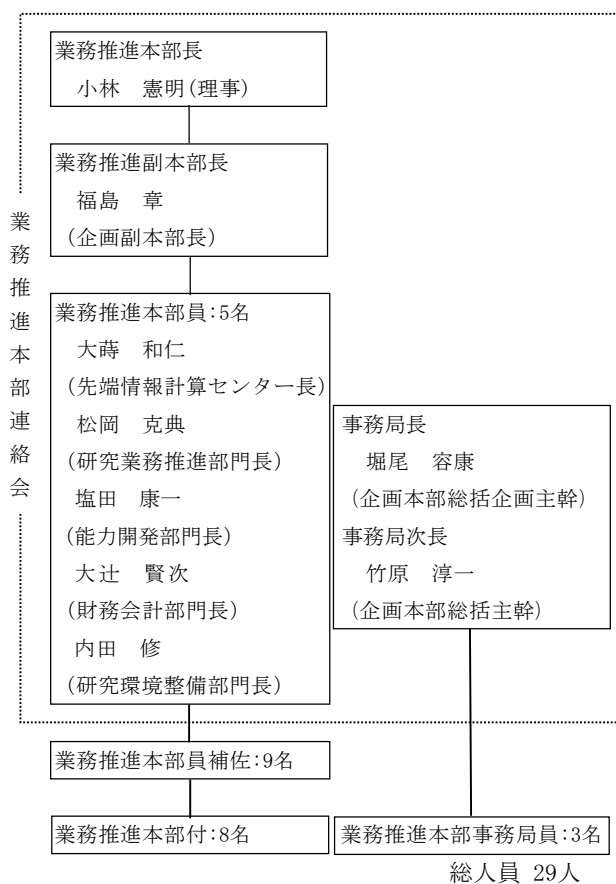
独立行政法人の使命である効率的かつ効果的業務の運営にあたり、中期目標、中期計画及び年度計画にのっと

り、業務の効率化に向けた取り組みを行っている。すなわち、サービスの質や研究環境の向上と業務経費削減の両立を目指し、国研時代の旧習に代わる独法としての新しい経営のあり方を提示し、自己評価制度や監査業務との密接な連携を通して効率的な業務運営の実現に取り組んでいる。

【今後の計画】

第2期中期目標期間中の業務効率化目標を達成するために、第2期における支出増加要因等を考慮して、産総研としての業務効率化に関する取り組み方針の策定・調整を行う。また、引き続き組織再編に関する検討、アウトソーシングの推進、地域センターにおける研究支援業務の効率化に関する計画を策定する。

機構図 (2007/3/31現在)



(3) 評価部 (Evaluation Department)

所在地：つくば中央第2

人員：19名 (16名)

概要：評価部は、研究ユニット及び研究関連・管理部門等の組織評価を行うこととしている。その評価の目的は、①研究ユニットの研究活動の活性化・効率化を図ること、②研究関連・管理部門等におけるサービスの向上・業務の効率化・活性化を図ること、③経営に資するデー

タの提供や提言を行い、産総研のマネジメントへの反映を促すこと、④独立行政法人評価委員会 (経済産業省) や国民に対する説明責任を果たすことである。

評価結果は、理事長に報告されるとともに、社会や国民への説明責任と併せて産総研の活動のより広い理解が得られるよう、評価報告書としてとりまとめ、刊行及びホームページ上で公開される。

1. 研究ユニット評価

社会・経済的価値の創出をもたらす成果を着実に上げるため、研究計画の妥当性、研究実施体制の適切性等について、アウトカムの視点からの研究ユニット評価を行った。研究ユニット毎に研究ユニット評価委員会 (外部委員5名程度と内部委員3名程度で構成) を設置して、評価 (成果評価、スタートアップ評価) ・モニタリング意見交換を行った。本年度の外部委員は延べ294名、内部委員は延べ122名であった。

1) 成果評価

成果評価では、アウトカムの視点からの評価として、ロードマップ・アウトプット評価、マネジメントの評価を実施し、評点とコメントによる評価を行った。本評価は隔年度実施であり、本年度は31の研究ユニットを対象とした。

2) スタートアップ評価

スタートアップ評価では、ロードマップ評価及びマネジメント評価を実施し、評点付けないコメントによる評価を行った。本年度に新設された3つの研究ユニットを対象とした。

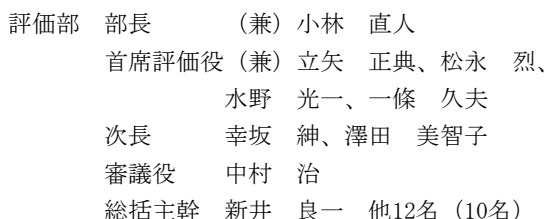
3) 研究ユニットモニタリング意見交換

研究ユニット評価の信頼性を向上させるものとして、成果評価等を実施しない年度に当たっている研究ユニットに対して、研究ユニット評価委員との意見交換を行い、コミュニケーションをとることを促した。本年度は23の研究ユニットを対象に実施した。

2. 研究関連・管理部門等活動評価

研究関連・管理部門等活動評価委員会の下に、目標管理型形式で部門等の活動について評価を行った。本年度は、特許生物寄託センター、ベンチャー開発戦略研究センター、地質調査情報センター、計量標準管理センター、及び各地域センターを対象に評価を実施した。本評価は隔年度実施であり、活動評価を実施しない年度に当たっている部門等については、モニタリングを実施した。

機構図 (2007/3/31現在)



業務報告データ

平成17年度研究ユニット評価報告書（平成18年4月28日）

平成17年度研究関連・管理部門等業績評価結果報告書
（平成18年5月31日）シンポジウム「戦略的な研究評価について」報告書
（平成18年12月22日）*産総研公式ホームページの評価部のページから閲覧可能
（<http://unit.aist.go.jp/eval/ci/report.html>）

(4) 環境安全管理部（Safety and Environmental Protection Department）

所在地：つくば中央第1

人員：16名（8名）

概要：環境安全管理部は、理事長を補佐し、研究所の環境及び安全衛生の管理並びに防災対策等に係る業務を行っている。環境・安全管理は、産総研で働く職員のみならず周辺住民の環境・安全にも関わる重要な事柄である。また、産総研自体にとっても生命線であり、あらゆる種類の事業の前提となる最優先事項であると位置付けている。

環境安全管理部は、産総研環境安全憲章に記載された基本的活動理念を実現・遂行するために、他の関連部門との密接な協力のもと、安全で快適な研究環境を創出し、これを確保することを最上の活動目的としている。この目的を実現するため、安全ガイドラインやマニュアル等の整備と普及、環境・安全関連の施設・設備整備と改善等のハード・ソフト面での積極的活動を行うとともに、環境影響低減化に向けた活動及び事故発生数抑制のため全職員の環境・安全に対する意識の向上のための活動を重点的に行っている。

機構図（2007/3/31現在）

[環境安全管理部]	[安全衛生管理室]
部長 曾良 達生	室長 寺平 豊
次長 宮寺 達雄	室長代理 中島 秀記
審議役 大和田 一雄	総括主幹 寒川 強
部総括 古谷 紳次	総括主幹 白波瀬 雅明
総括主幹 石川 樹	[環境対策室]
部付 (兼)飯田 光明	室長 関河 敏行
	室長代理 飯村 一清
	主幹 木下 好司
	主幹 北川 由紀子
	職員 太田 祥子
	[生命倫理管理室]
	室長
	(兼)大和田 一雄
	総括主幹 細矢 博行

主幹 石村 美雪
職員 高塚 弘行

平成18年度の主な活動

- 安全衛生管理体制の確立・維持
第2期中期計画の2年度目で、昨年度に引き続き安全衛生管理体制の見直し・高度化を図った。
 - 安全衛生委員会（月1回）、衛生管理者巡視（週1回）及び産業医巡視（月1回）
 - グループ・チーム安全衛生会議（最低月1回）の実施状況把握及び徹底
 - 高圧ガス、エックス線、危険薬品等安全講習会、準幹部級研修及び一般研究系職員研修の実施
 - 巡視研修実施、巡視月間テーマの設定及びユニット長巡視（最低年2回）実施状況の把握と同行
 - 実状に即した安全ガイドラインの改定
 - 資格取得講習会や安全講習会の企画・開催
 - 環境・安全マネジメントシステムの運用（2事業所）並びに適用（4事業所）を開始
 - 事業所間相互巡視の実施
 - ヒヤリハット報告の様式簡素化、ヒヤリハット・事故報告の分析と活用方法の再周知
 - 事故注意のポスター作成と配布
- 法遵守のための施設・設備・システムの整備・運用
環境や化学物質関連法規を遵守するため、危険物、高圧ガス、放射線等の個別事項の管理監督、薬品・ボンベのデータベースによる管理、環境測定等を実施した。
 - 薬品・ボンベ管理システムの利便的、効率化対応の改修
 - 上記システムによる危険物・高圧ガスの保管量の監視と削減指導並びに PRTR 報告書作成など
 - 有機溶剤、特定化学物質等の作業環境測定実施（年2回）及び局所排気装置等整備の管理監督
 - 北海道センター廃水処理設備高度化調査
 - ライフサイエンス規程類の整備周知、実験計画審査の徹底並びに試料等の定期的な巡視
 - 動物実験講習会の開催、産総研統一の動物実験管理体制の構築
- 環境影響低減化対策
環境影響低減化対策については、環境・安全マネジメントシステムの適用を開始、環境報告書の作成・公表を実施した。
 - 環境保全規程の制定、環境管理委員会発足によるエネルギー使用量削減等の活動
 - 「環境報告書2006」を作成・公表
 - つくば東、中部センター、四国センターの ISO14001 認証の更新・継続を支援
 - 環境・安全マネジメントシステムの運用（2事業所）並びに適用（4事業所）を開始

4. 防災及び地震対策

大規模災害や地震等の発生に備え、防災規程等の見直し、防災訓練を実施した。

- ・防災マニュアル等の見直し
- ・全事業所で防災訓練の実施
- ・防災用備品、消耗品、食料など備蓄用品の補充
- ・什器類やボンベの転倒防止策の指導

5. その他

- ・カルタヘナ法違反に係る動物施設等の実地調査、再発防止策等の検討並びにライフサイエンス実験管理センターの発足準備
- ・放射性物質の不適切な使用等の法令違反に係る一斉点検の実施と外部有識者等による再発防止策等の検討、放射線管理区域への入退室を一部鍵カード化

(5) 広報部 (Public Relations Department)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第7、つくば中央第1
 人員：36名 (7名)

概要：広報部は、産業技術や国民生活の向上に貢献することを目的として、報道発表、ホームページ、広報誌、パンフレット、所内公開、イベント出展、地質標本の保存・展示、見学等の広報活動を通じ、広く国民に対して研究所の研究成果を分かりやすい情報として提供している。

機構図 (2007/3/31現在)

[広報部]	部長	(兼) 小野 晃
	次長	高木 潔
	審議役	玉田 紀治
	総括主幹	上榎 勇、下村 正樹
[広報企画室]	室長	助川 友之 他
[CC 推進室]	室長	馬場 正行
[広報業務室]	室長	梶原 茂 他
[e 広報室]	室長	小松崎 実 他
[出版室]	室長	藤田 茂 他
[展示業務室]	室長	田中 伸一 他
[地質標本館]	館長	青木 正博 他
	総括主幹	酒井 彰、田代 寛、 古谷 美智明

広報企画室 (Public Relations Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：広報企画室は、広報の基本方針の企画・立案、並びに広報部の業務を総括している。

CC 推進室

(Office of Corporate Communications Development)

(つくば中央第2)

概要：CC 推進室は、コーポレート・アイデンティティ (CI) を基本とした、産総研ブランドの確立に関する業務を行っている。

広報業務室 (Press Office)

(つくば中央第2)

概要：広報業務室は、報道発表を中心にマスメディア対象の広報活動に関する業務を行っている。

e 広報室 (Website Office)

(つくば中央第2)

概要：e 広報室は、産総研公式ホームページ・メールマガジンなどインターネットを通じた最新研究成果等の発信、広報のための映像・画像の作成、旧工業技術院各研究所ホームページを含めたアーカイブ・データの整理、ウェブマスター宛の問い合わせ等の対応に関する業務を行っている。

出版室 (Publication Office)

(つくば中央第2)

概要：出版室は、成果の普及を図るため、広報誌、刊行物その他印刷物の編集、発行及び頒布、広報のための画像作成に関する業務を行っている。

展示業務室 (Exhibition Office)

(つくば中央第2、つくば中央第1)

概要：展示業務室は、所内公開等の催し物、外部イベントへの出展、見学対応などの広報活動に関する業務を行っている。つくばセンターに設置された「サイエンス・スクエアつくば」においては、土・日・祝日も開館し、一般向けに産総研の最新研究成果の展示を行っている。

地質標本館 (Geological Museum)

(つくば中央第7)

概要：地質標本館は、日本で唯一の地学専門の総合博物館として、地質標本、地学全般と地球の歴史・変動のメカニズム、人間生活との関わりについて展示し、土・日・祝日の開館を実施している。また、地球科学を普及するための展示会、講演会、野外観察会などのイベントの他、地質相談業務、試料調製業務、並びに地質標本の整備・管理に関する業務も行っている。

1) 報道関係

平成18年度プレス発表件数（ユニット別）

所 属 名	発表件数
企画本部	5
環境安全管理部	2
男女共同参画室	1
次期情報システム研究開発推進室	1
イノベーション推進室	2
活断層研究センター	1
化学物質リスク管理研究センター	1
パワーエレクトロニクス研究センター	2
生物情報解析研究センター	3
強相関電子技術研究センター	2
次世代半導体研究センター	2
界面ナノアーキテクニクス研究センター	1
グリッド研究センター	2
糖鎖工学研究センター	1
ダイヤモンド研究センター	3
ナノカーボン研究センター	6
健康工学研究センター	1
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	1
コンパクト化学プロセス研究センター	1
地圏資源環境研究部門	2
知能システム研究部門	5
エレクトロニクス研究部門	3
光技術研究部門	2
人間福祉医工学研究部門	1
ナノテクノロジー研究部門	6
生物機能工学研究部門	2
計測フロンティア研究部門	3
ユビキタスエネルギー研究部門	1
先進製造プロセス研究部門	9
サステナブルマテリアル研究部門	2
地質情報研究部門	1
環境管理技術研究部門	1
環境化学技術研究部門	3
エネルギー技術研究部門	3
情報技術研究部門	3
研究コーディネータ	1
ベンチャー開発戦略研究センター	1
産学官連携推進部門	3
中部センター	3
九州センター	1
その他	1
総 計	95

※発表件数は87件。

※所属別発表件数95件のうち、8件は複数の研究ユニットが共同でプレス発表を行った。

作成にあたっての考え方

- ・複数の研究ユニットによる共同のプレス発表はそれぞれ個別にカウントした。
- ・複数名での管理関連部門のプレス発表（イベント等）は案件毎に判断した。
- ・新組織に移行している研究ユニット、管理関連部門があるが、発表当時の組織名で掲載した。

平成18年度取材対応件数（所属別）

所属名	発表
理事	4
企画本部	5
広報部	55
男女共同参画室	1
イノベーション推進室	1
深部地質環境研究センター	3
活断層研究センター	93
ライフサイクルアセスメント研究センター	7
パワーエレクトロニクス研究センター	3
生命情報科学研究センター	2
生物情報解析研究センター	2
ヒューマンストレスシグナル研究センター	7
次世代半導体研究センター	7
デジタルものづくり研究センター	3
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	8
グリッド研究センター	9
爆発安全研究センター	14
糖鎖工学研究センター	5
年齢軸生命工学研究センター	2
デジタルヒューマン研究センター	16
ダイヤモンド研究センター	1
バイオニクス研究センター	6
水素材料先端科学研究センター	2
太陽光発電研究センター	9
ナノカーボン研究センター	9
健康工学研究センター	7
情報セキュリティ研究センター	9
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	1
コンパクト化学プロセス研究センター	6
バイオマス研究センター	3
計測標準研究部門	7
地圏資源環境研究部門	19
知能システム研究部門	50
エレクトロニクス研究部門	10
光技術研究部門	31
人間福祉医工学研究部門	22
脳神経情報研究部門	11
ナノテクノロジー研究部門	26
計算科学研究部門	3
生物機能工学研究部門	10
計測フロンティア研究部門	9
ユビキタスエネルギー研究部門	5
セルエンジニアリング研究部門	14
ゲノムファクトリー研究部門	20
先進製造プロセス研究部門	17
サステナブルマテリアル研究部門	14

所属名	発表
地質情報研究部門	37
環境管理技術研究部門	17
環境化学技術研究部門	12
エネルギー技術研究部門	35
情報技術研究部門	18
メタンハイドレート研究ラボ	17
バイオセラピューティック研究ラボ	1
研究コーディネータ	4
ベンチャー開発戦略研究センター	3
地質調査情報センター	9
計量標準管理センター	4
技術情報部門	9
産学官連携推進部門	74
研究環境整備部門	1
東北センター	3
総計	812

平成18年度マスコミ等報道数

媒体名		件数
新聞	朝日新聞	86
	読売新聞	78
	毎日新聞	75
	産経新聞	34
	日本経済新聞	131
	日刊工業新聞	317
	フジサンケイ ビジネスアイ	68
	日経産業新聞	236
	化学工業日報	208
	科学新聞	69
	電波新聞	50
電気新聞	17	
他	406	
計	1,775	
雑誌等	150	
TV/ラジオ	NHK	33
	民放 他	43
	計	76
WEBその他	157	
合計	2,158	

2) 主催行事等
平成18年度講演会等実施一覧

開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
				会場都道府県	会場名
2006/4/1	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2006 年度第 2 回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
2006/4/1~2007/3/31	次世代医療システム産業化フォーラム 2006	大阪商工会議所	協力	大阪府	大阪商工会議所 他
2006/4/6	国際計量標準シンポジウム-産業界の海外活動を支える計量標準-	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	東京都	東京ビッグサイト
2006/4/7	第 16 回 NMIJ セミナー 計量標準「質量および流量分野の研究開発紹介」	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	東京都	東京ビッグサイト
2006/4/7	第 17 回 NMIJ セミナー 法定計量「国際的な動向」	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	東京都	東京ビッグサイト
2006/4/7	国土と地質と観光と	特定非営利活動法人地質情報整備・活用機構	後援	東京都	日本財団ビル
2006/4/14	技術交流会	(独)産業技術総合研究所、りそな銀行近畿大阪銀行	主催	大阪府	りそな銀行本店
2006/4/14	平成 18 年度第 1 回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/4/17	東北大学客員教授 ロイ・バリア氏講演会-次世代地熱利用の現状と将来-	東北大学大学院環境科学研究所、(独)産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門、日本地熱学会企画委員会	主催	東京都	産総研秋葉原オフィス
2006/4/17~4/19	Computational Science Workshop2006(CSW2006)	(独)産業技術総合研究所 計算科学研究所	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/4/19	ヒューマンストレスシンポジウム研究センター第 49 回セミナー	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシンポジウム研究センター	主催	大阪府	産総研関西センターMOL 棟
2006/4/20	実環境計測・診断システム協議会講演会	(独)産業技術総合研究所 九州センター 実環境計測・診断システム協議会	主催	福岡県	(財)福岡県中小企業振興センター
2006/4/21	素子協フォーラム 2006	(財)新機能素子研究開発協会	後援	東京都	虎ノ門パストラル
2006/4/27	ヒューマンストレスシンポジウム研究センター第 50 回セミナー	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシンポジウム研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター産学官研究交流棟
2006/5/8	第 11 回九州センター連携ブラザ	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	佐賀県	産総研九州センター本館大会議室
2006/5/12	ナノカーボン応用製品創製プロジェクトシンポジウム～ナノカーボン技術が拓く未来～	(財)アインセラミックスセンター	協賛	東京都	東京国際交流館
2006/5/13	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2006 年第 3 回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
2006/5/14~5/18	日本地球惑星科学連合 2006 年大会	日本地球惑星科学連合	後援	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
2006/5/19~2007/3/31	ケミカルリサーチ研究会	(社)日本化学工業協会ケミカルリサーチ研究会、(独)産業技術総合研究所 化学物質リスク管理研究センター	共催	東京都	ケミカルリサーチ研究会
2006/5/20	技術講演会「環境浄化機能材料シンポジウム」	光触媒環境産業実行委員会、(独)産業技術総合研究所	共催	愛知県	ポートメッセなごや
2006/5/22	産業技術総合研究所男女共同参画室設立記念講演会	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/5/25	技術戦略マップ 2006 講演会	中部経済産業局、(独)産業技術総合研究所 中部センター、名古屋工業大学	主催	愛知県	名古屋工業大学
2006/5/26	シンポジウム「エネルギー・環境と人類の未来-日本の脱石油戦略を考える-」	日本学術会議材料工学委員会、(社)日本工学会、(社)先端技術産業調査会 (社)日本工学会	協賛	東京都	日本学術会議講堂
2006/5/26	Jean Le Bideau 教授 講演会	(独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/5/26~5/28	ロボティクス・メカトロニクス講演会 2006	(社)日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門	協賛	東京都	早稲田大学理工学部大久保キャンパス
2006/5/30~5/31	Hokkaido University AIST collaborative conference "A Nanobiotechnology Research ---The Perspective of Artificial Muscles" (The Third Conference on Artificial Muscles) 北大・産総研包括連携コンファレンス「ナノフレックとバイオの融合研究-人工筋肉開発の展望」(第 3 回人工筋肉コンファレンス)	北海道大学、(独)産業技術総合研究所	共催	東京都	秋葉原コンベンションホール

開催日	開催名	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
				会場都道府県	会場名
27	2006/6/1	2005年度実施研究プロジェクト報告会	主催	大阪府	三井住友海上千里ビル
28	2006/6/5	平成18年度第1回ラボシンポジウム「新しい保守・診断技術を目指して」	主催	福岡県	九州地域産学官交流センター
29	2006/6/5	公開シンポジウム「超GWシリコン太陽電池製造への技術革新と戦略」	協賛	東京都	日本化学会 化学会館
30	2006/6/6	ヒューマンシステム産学技術研究会 第9回講演会「酸化ストレスマーカーの開発と応用」	主催	大阪府	産総研関西センター基礎融合材料実験棟
31	2006/6/8	計算機言語談話会(CLC)6月第1回	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
32	2006/6/9	平成18年度第2回年齢軸生命工学研究センターセミナー	主催	茨城県	産総研つくばセンター
33	2006/6/10	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2006年第4回例会	共催	大阪府	産総研関西センター
34	2006/6/13	平成17年度極端紫外線露光技術研究成果報告会	共催	東京都	コクヨホール
35	2006/6/15	本格研究の実践セミナー「ベンチャー創出の実践」	共催	茨城県	産総研つくばセンター
36	2006/6/15	計算機言語談話会(CLC)6月第2回	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
37	2006/6/16	International Workshop on Power Electronics New Wave パワーエレクトロニクスのニューウェーブ国際ワークショップ	主催	千葉県	成田ビュールホテル
38	2006/6/21	第59回新技術動向セミナー	主催	愛知県	名古屋商工会議所
39	2006/6/21~6/23	ISO TC229 国際標準化ナノテクノロジー技術専門委員会 第2回総会	協力	東京都	産総研臨海副都心センター
40	2006/6/22	ヒューマンシステムシンポジウム研究センター第51回セミナー	主催	大阪府	産総研関西センターMOL棟
41	2006/6/22	計算機言語談話会(CLC)6月第3回	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
42	2006/6/27	セミナー「光軸媒応用最新線」-北海道ステーション	主催	北海道	札幌市教育文化会館
43	2006/6/27	平成18年度第3回年齢軸生命工学研究センターセミナー	主催	茨城県	産総研つくばセンター
44	2006/6/30	実環境計測・診断システム協議会 遠隔モニタリング研究会 研究講演会	主催	佐賀県	産総研九州センター
45	2006/7/1	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2006年第5回例会	共催	大阪府	産総研関西センター
46	2006/7/4	計算機言語談話会(CLC)7月第1回	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
47	2006/7/4~7/5	バイオワイーク in Sapporo 2006 - 特殊環境微生物の最新研究動向と産業応用 -	主催	北海道	ホテルモントレエーデルホルツ札幌
48	2006/7/5	第5回半導体プロセス研究会	主催	福岡県	産総研九州センター福岡サイト
49	2006/7/5	シンポジウム「戦略的評価評価について」	主催	東京都	産総研臨海副都心センター別館
50	2006/7/6	第6回東北産学技術研究会交流会	主催	福島県	ウエディング エルティ
51	2006/7/6	システム設計検証技術研究会 平成18年度第1回講演会	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
52	2006/7/6	高機能建築材料研究会	主催	愛知県	第二豊田ビル西館
53	2006/7/7	第19回バイオ交換セミナー	共催	東京都	産総研臨海副都心センター
54	2006/7/10	第2回ホロボック・エネルギーシステム学講座シンポジウム	共催	東京都	東京大学武田ホール

産業技術総合研究所

No.	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
55	2006/7/11	「ミニマル・マニフェアチャタリング」シンポジウム	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	ウ・タント国際会議場
56	2006/7/12～7/13	第16回環境工学総合シンポジウム2006	日本機械学会、日本音響学会、廃棄物学会、(独)産業技術総合研究所	共催	東京都	産総研臨海副都心センター
57	2006/7/13	計算機言語談話会(CLC)7月第2回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
58	2006/7/20	計算機言語談話会(CLC)7月第3回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
59	2006/7/20	ロボット技術戦略マップ・技術セミナー	経済産業省、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(財)製造科学技術センター	後援	東京都	経済産業省本館
60	2006/7/22	地質標本館特別講演会普及講演会 11:30～砂の世界へようこそ 講師:須藤定久 12:00～美しい砂と楽しく遊ぼう! 講師:有田正史(ありた まさふみ)	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター
61	2006/7/24～7/25	第10回NMRマイクロイメージング研究会	NMRマイクロイメージング研究会	後援	大阪府	基礎融合材料実験棟
62	2006/7/25～7/27	オルガテックノ(ORGATECHNO)2006	有機テクノロジー実行委員会	後援	神奈川県	パシフィコ横浜
63	2006/7/27	システム設計検証技術研究会 平成18年度第2回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
64	2006/7/31～8/4	浜松医科大学21世紀COEプログラム第15回浜松医科大学メデイカルホトニクス・コース	浜松医科大学メデイカルホトニクス・コース COE 運営委員会	共催	静岡県	浜松医科大学
65	2006/8/2	計算機言語談話会(CLC)8月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
66	2006/8/2～8/4	第3回日本加速器学会年会・第31回リニアック技術研究会	日本加速器学会	後援	宮城県	仙台市民会館
67	2006/8/12	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論話会 2006年第6回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
68	2006/8/17～8/18	「The 3rd International Workshop on Biochips and Environmental Monitoring (August. 17-18, 2006)」	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研基礎融合材料実験棟
69	2006/8/17～8/19	Tsukuba Satellite Symposium on Single Molecule and Tipenhanced Raman Scattering 「単一分子感度及びチップ増強ラマン分光」に関するつくば国際シンポジウム	「単一分子感度及びチップ増強ラマン分光」に関するつくば国際シンポジウム組織委員会、(独)産業技術総合研究所 界面ナノ研究センター及び健康工学研究センター、日本分光学会後援	共催	茨城県	産総研つくばセンター
70	2006/8/21	システム設計検証技術研究会 平成18年度第3回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
71	2006/8/23	第2回光応用新産業創出フォーラム	日本光学会(応用物理学会分科会) 産学官連携委員会	協賛	東京都	慶應義塾大学三田キャンパス北館ホール
72	2006/8/24	産総研四国センター研究講演会-夜液界面、気液界面研究の最前線-	(独)産業技術総合研究所 四国工業研究会	共催	香川県	産総研四国センター
73	2006/8/24～8/25	平成18年度九州・沖縄地域公設研及び産総研若手研究者合同研修会	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	佐賀県	城内閣
74	2006/8/25	中国地域産総研技術セミナー&交流会 in 広島市	中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所、広島市工業技術センター	主催	広島県	広島市工業技術センター
75	2006/8/25	表面・界面技術研究会第2回講演会-最新の表面・界面技術の紹介-	実業坑計測・診断システム協議会 表面・界面技術研究会	主催	佐賀県	産総研九州センター
76	2006/8/26	2006GUPIGEOFORUM 「J-GEOPARKS-日本版ジオパークと地質遺産」	特定非営利活動法人地質情報・整備活用機構	後援	東京都	日本大学文理学部学部百年記念館
77	2006/8/31	「メタボリック・プロファイリングの実践」～医療応用から品質管理まで～(2006分析展 JAIMA コンファレンス)	メタボリック・プロファイリング研究会	共催	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
78	2006/8/31	第18回NMIJセミナー「確かな分析に必要な標準物質」(2006分析展 JAIMA コンファレンス)	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター、(社)日本分析機器工業会	主催	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
79	2006/8/31	産学交流サロン ～ひびきのサロン～	(財)北九州産業学術推進機構	後援	福岡県	北九州国際会議場

開 催 日	名 称	主 催 等 名 称	産 総 研 と の か か わ り	開 催 地	
				会 場 道 府 県	会 場 名
80	2006/9/1	中国地域産総研技術セミナー&交流会 in 鳥取	中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所、鳥取県産業技術センター	鳥取県	米子市文化ホール
81	2006/9/1	平成18年度第4回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	茨城県	産総研つくばセンター
82	2006/9/4	第1回次世代バイオナノ研究会	四国工業研究会次世代バイオナノ研究会、(独)産業技術総合研究所健康工学研究センター、(独)産業技術総合研究所四国産学官連携センター、(財)四国産業・技術振興センター	香川県	産総研四国センター
83	2006/9/6	ヒューマンストレスシグナル研究センター第52回セミナー	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	大阪府	産総研関西センターMOL棟
84	2006/9/6	JEMIC フォーラム 2006	日本電気計器検定所	東京都	きゅりあん 小ホール
85	2006/9/6	ガラスサイクリングシステムワークショップ 2006	(財)製造科学技術センター	東京都	慶應義塾大学三田キャンパス北館ホール
86	2006/9/8	つくばビジネスマッチング会	(株)つくば研究支援センター、(株)三井物産	東京都	(株)三井物産地下ホール
87	2006/9/12	産総研 省エネルギー・シンポジウム 2006: 研究所の消費エネルギー削減を目指して- 持続型社会の構築のためにまず自らの足もとから-	地球温暖化対策推進委員会	茨城県	産総研つくばセンター
88	2006/9/13	産総研ランチョン・セミナー-extra	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター、(独)産業技術総合研究所 技術情報部門	茨城県	産総研つくばセンター
89	2006/9/13	「科学技術と産業」国際シンポジウム 2006	日本学術会議、日本貿易振興機構 (ジェトロ)	東京都	東京全日空ホテル
90	2006/9/13	技術戦略マップ 2006 講演会	関東経済産業局	埼玉県	さいたま新都心合同庁舎 1号館
91	2006/9/16~9/18	日本応用数理学会 2006 年年度年会と合同特別企画 筑波地区研究者交流研究会	日本応用数理学会	茨城県	筑波大学春日キャンパス
92	2006/9/19	産業技術研究開発戦略セミナー (技術戦略と研究戦略) 「経済産業省技術戦略マップ 2006」 vs 「産業技術総合研究所第二期研究戦略」	九州経済産業局	福岡県	福岡合同庁舎新館大会議室
93	2006/9/19	産業技術研究開発戦略セミナー (技術戦略と研究戦略) ~ 「経済産業省技術戦略マップ 2006」 vs 「産業技術総合研究所第二期研究戦略」 ~	九州大学	福岡県	九州大学創立五十周年記念講堂大会議室
94	2006/9/19~9/20	次世代スーパーコンピュータ・シンポジウム 2006	(独)理化学研究所	東京都	MY PLAZA HALL 及び MY PLAZA 会議室
95	2006/9/20~9/21	機能性酸化物ワークショップ~強相関電子系材料の不揮発性メモリ応用~	(独)産業技術総合研究所	東京都	虎ノ門パストラル
96	2006/9/21	産総研・NPO バイオものづくり 中部講演会	(独)産業技術総合研究所	愛知県	名古屋銀行協会
97	2006/9/21	計算機言語談話会(CLC)9月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	大阪府	産総研関西センター千里サイト
98	2006/9/21	産業技術研究開発戦略セミナー (技術戦略と研究戦略) 「経済産業省技術戦略マップ 2006」 vs 「産業技術総合研究所第二期研究戦略」	九州経済産業局	熊本県	熊本県庁本館
99	2006/9/22	平成18年度第5回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	茨城県	産総研つくばセンター
100	2006/9/22	ヒューマンストレス産業技術研究会第10回講演会 「生活管理とストレス」	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレス産業技術研究会	大阪府	産総研関西センター基礎融合棟
101	2006/9/25	シンポジウム 「二酸化炭素海洋隔離: 適切な環境影響評価のあり方について」	(独)産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門	愛知県	名古屋大学農学部
102	2006/9/25	ヒューマンストレスシグナル研究センター第53回セミナー	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	大阪府	産総研関西センターMOL棟

開催日	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
2006/9/25～9/28	2006/9/25～9/28	ジョイントシンポジウム 2006 第 10 回日欧複合材料会議および 21 世紀 COE プログラム Joint Symposium 2006 of The 10th Japanese-European International Conference on Composite Materials and The 21st Century COE Shinshu University Program	日欧複合材料会議実行委員会 21 世紀 COE 信大プログラム	共催	長野県	信州大学繊維学部
2006/9/27	2006/9/27	組込みシステム研究会 第 2 回研究発表会	情報処理学会組込みシステム研究会、システム制御情報学会組込みシステム研究分科会、(独)産業技術総合研究所	共催	大阪府	産総研関西センター基礎融合材料実験棟
2006/9/29	平成 18 年度第 6 回年齢軸生命工学研究センターセミナー		(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/9/30	2006/9/30	日本音響学会関西支部職責基礎理論談話会 2006 年第 7 回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
2006/10/2	2006/10/2	産総研レアメタルシンポジウム	(独)産業技術総合研究所 サステナブルマテリアル研究部門	主催	東京都	石垣記念ホール
2006/10/2	2006/10/2	京都商工会議所 電機・機械金属部会 産総研出張セミナー (仮称)	京都商工会議所、電機・機械金属部会、(独)産業技術総合研究所	主催	京都府	京都商工会議所
2006/10/4	2006/10/4	アキバテックノック SNS ラウンドテーブル『ネットコミュニティを生かしたビジネスの方向性を探る』	アキバテックノック事務局	共催	東京都	秋葉原ダイビル産学交流ゾーン
2006/10/4	2006/10/4	「全国的・産業クラスターフォーラム」及び「知的・産業クラスターセミナー」	経済産業省、文部科学省、日本経済新聞社	共催	香川県	サンメッセ香川
2006/10/9～10/13	2006/10/9～10/13	再生可能エネルギー 2006 国際会議	再生可能エネルギー 2006 国際会議組織委員会	共催	千葉県	幕張メッセ
2006/10/9～10/13	2006/10/9～10/13	第 7 システムバイオロジ国際会議 The 7th International Conference on Systems Biology (ICSB-2006)	第 7 システムバイオロジ国際会議開催委員会	共催	神奈川県 東京都	パシフィコ横浜、日本科学未来館、産総研臨海副都心センター
2006/10/11	2006/10/11	CEO Grid Symposium 2006	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール 2F
2006/10/11	2006/10/11	計測フロンティア研究部第 7 回公開セミナー「先端質量分析装置開発とライフサイエンス」- 物理屋の言い分、ライフ屋の言い分 -	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/10/11	2006/10/11	第 22 回北海道バイオ・ステージ	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2006/10/12	2006/10/12	国際標準化 100 年記念シンポジウム - 標準; は 暮らしを世界へ、未来へつなぐ -	北海道バイオ・ステージ実行委員会	後援	北海道	ホテル札幌ガーデンパレス
2006/10/13	2006/10/13	国際標準化 100 年記念事業実行委員会、経済産業省	国際標準化 100 年記念事業実行委員会、経済産業省	協力	東京都	JA ホール
2006/10/14	2006/10/14	日本音響学会関西支部職責基礎理論談話会 2006 年第 8 回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
2006/10/16	2006/10/16	ヒューマンストレスシグナル研究センター第 55 回セミナー	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研関西センターMOL 棟
2006/10/20	2006/10/20	第 6 回エネルギー環境研究会第 78 回北海道石炭研究会講演会	北海道石炭研究会、(社)日本エネルギー学会北海道支部	共催	北海道	北海道センター講堂
2006/10/20	2006/10/20	平成 18 年度第 1 回バイオ計測、診断研究会主催講演会	実環境計測・診断システム協議会バイオ計測・診断研究会	主催	福岡県	(財)福岡県中小企業振興センター
2006/10/20	2006/10/20	実環境計測・診断システム協議会秋季講演・交流会	実環境計測・診断システム協議会	主催	福岡県	(財)福岡県中小企業振興センター
2006/10/20	2006/10/20	光触媒環境浄化研究会 in 九州 (18 年度第 1 回)	光触媒環境浄化研究会	主催	佐賀県	産総研九州センター
2006/10/20～10/21	2006/10/20～10/21	中国地域産総研技術セミナー in 中国センター	中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所	主催	広島県	産総研中国センター
2006/10/23	2006/10/23	ヒューマンストレスシグナル研究センター第 54 回セミナー	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研関西センターMOL 棟

開催日	開催地	開催名	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
2006/10/24		日刊工業新聞社丸亀支局開設 50 周年記念 北海道 環境シンポジウム「脱炭素経済システム形成に向 けて」	日刊工業新聞社、グリーンフォーラム21	後援	北海道	札幌グラントホテル
2006/10/25		九州・沖縄地域公設試等合同成果発表会	特許庁、九州経済産業局、内閣府沖縄総合事務局、九州 知的財産戦略協議会、沖縄地域知的財産戦略本部、(独) 産業技術総合研究所 九州センター	共催	福岡県	西日本総合展示場新館
2006/10/25		第2回 ハイテク・スタートアップス ワークショ ップ「ハイテク・スタートアップス創出戦略」	(独)産業技術総合研究所 ベンチャー開発戦略研究セン ター	主催	東京都	学術総合センター 一橋記念講堂
2006/10/25		光技術活用促進セミナー in 日立	(独)広域関東圏産業活性化センター、(財)日立地区産業 支援センター	後援	茨城県	日立地区産業支援センター
2006/10/26		平成 18 年度九州・沖縄地域産業技術連携推進会議- 合同地域部会-	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	福岡県	西日本総合展示場 新館
2006/10/26		計算機言語談話会(CLC)10月第二回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2006/10/26~10/27		第 9 回宇宙太陽発電システム (SSPS) シンポジウ ム	太陽発電衛星研究会	共催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/10/27		地球環境にやさしいモノづくり～摩擦接合技術シ ンポジウム～	摩擦接合技術協会	協賛	愛知県	名城大学天白キャンパス
2006/10/27~11/9		「高温材料開発と熱物性計測」固体熱物性クラブ第 2 回研究会	(独)産業技術総合研究所、固体熱物性クラブ	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
2006/10/28~10/30		国際パイオメーティング会議-2006	国際パイオメーティング会議-2006	後援	京都府	池坊学園こころホール
2006/10/30~10/31		第 19 回国際超電導シンポジウム	国際超電導産業技術研究センター	後援	愛知県	名古屋国際会議場
2006/10/30~10/31		GATIC 2006 次世代 MOT と戦略ロードマップ ジによるイノベーション創出に関する国際シンポ ジウム	経済産業省、GATIC-Japan、北陸先端科学技術大学院 大学、立命館大学大学院	後援	京都府	立命館大学 朱雀キャンパス 大講義室
2006/10/31		半導体プロセス研究会セミナー	実業計測・診断システム協議会半導体プロセス研究会	主催	福岡県	九州センター福岡サイト
2006/11/1~11/2		2nd Tsukuba International Coatings symposium, 2006 第 2 回つくば国際コーティングシンポジウム	(独)物質・材料研究機構コーティング・複合材料センタ ー、(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	物質・材料研究機構千現地区研究本館第一 会議室
2006/11/6~11/7		第 39 回酸化反応討論会	有機合成化学協会	共催	茨城県	産総研つくばセンター共用講堂
2006/11/9		計算機言語談話会(CLC)11月第二回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2006/11/11		日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2006 年 第 9 回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
2006/11/11~11/12		第 19 回日本リスクリンク研究会 研究発表会	第 19 回 日本リスクリンク研究会 大会実行委員会	共催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/11/14		地質調査総合センター第 6 回シンポジウム「地質情 報の社会貢献を考える」	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター、(独) 産業技術総合研究所 産学官連携推進部門、地質地盤情 報協議会	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
2006/11/14~11/15		5th AIST Workshop on LCA for Asia Pacific Region/LCA of Global Supply Chains-from production through to end of life management 第 5 回 AIST ワークショップ 国際的サプライチェー ン-食糧と食品および電子電気製品、プラスチック 廃棄物-	(独)産業技術総合研究所 ライフサイクルアセスメント 研究センター	主催	茨城県	つくば国際会議場
2006/11/15		産総研講演会 in 中部 一産総研ライフサイエ ンス研究シーズ発表会	(独)産業技術総合研究所 中部センター、(独)産業技術 総合研究所 産学官連携推進部門、あいち健康長寿産業 クラスター推進協議会	主催	愛知県	名古屋銀行協会
2006/11/15		平成 18 年度 ISO/IEC 国際標準化セミナー	(独)産業技術総合研究所 産学官連携推進部門工業標準 部	主催	東京都	産総研福海副都心センター
2006/11/15		産総研テクノシヨップ in 九州	(独)産業技術総合研究所	主催	鹿児島県	ブルーウェーブイン鹿見島
2006/11/15		自動車技術会関東支部第 3 回講演会『計量標準の概 要と速隔校正(etrace)プロジェットの紹介』	(社)自動車技術会関東支部	協力	茨城県	産総研つくばセンター

開催日	開催地	開催名	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
2006/11/16		【システム設計検証技術研究会】平成18年度第5回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2006/11/16		産総研テクノショウアップ in 九州	(独)産業技術総合研究所	主催	宮崎県	宮崎県工業技術センター
2006/11/17		産総研四国センター研究講演会－生理活性を目標とした新規有機材料の創製－	(独)産業技術総合研究所 四国工業研究会	主催	香川県	産総研四国センター
2006/11/17		すみだ新ものづくりフェア2006	豊田区	協力	東京都	すみだ中小企業センター
2006/11/17		先端加工技術講演会－硬脆材料微細加工の最前線－	(財)先端加工機械技術振興協会	後援	東京都	日本工業大学 神田キャンパス
2006/11/20		第5回 AIST/筑波大学/TCI 発・ベンチャー合同技術発表会のお知らせ	(独)産業技術総合研究所 ベンチャー開発戦略研究センター承認 TLO、(株)筑波リエンゾン研究所、筑波大学産学リエゾン研究センター、(株)つくば研究支援センター	共催	茨城県	つくば研究支援センター
2006/11/20		第6回産学官連携サミット	内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、日本経済団体連合会、日本学術会議	共催	東京都	赤坂プリンスホテル「五色の間」
2006/11/20～11/22		日本地熱学会平成18年学術講演会	日本地熱学会	協賛	福島県	天栄村・羽鳥湖高原交流促進センター
2006/11/21		関西センター第1回ナノテクシンポジウム	(独)産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門、ナノ機能合成グループ	主催	大阪府	産総研関西センター
2006/11/21～11/22		第28回風力エネルギー利用シンポジウム	(財)日本科学技術振興財団	後援	東京都	科学技術館サイエンスホール
2006/11/22		環境エネルギー分野における九州地域と産総研との連携についての意見交換会	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	福岡県	アジアインポートマート3階
2006/11/22		計測標準フォーラム第4回合同講演会	日本 NCSLI、(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	東京都	大田区産業プラザP10
2006/11/22		エコ・テック/2006「産総研セミナー」テーマ：産総研のエコテック/技術(低環境負荷技術を中心に)サブテーマ：－エコプロダクツ・プロセス、計測技術－	(独)産業技術総合研究所	主催	福岡県	西日本総合展示場新館セミナー会場B
2006/11/24		平成18年度 産業技術総合研究所 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ2「第4回水素エネルギーシンポジウム」	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	新霞が関ビル 雑尾ホール
2006/11/24		第5回地圏資源環境研究部門成果報告会	(独)産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
2006/11/25～11/27		サイエンスアゴラ2006	(独)科学技術振興機構	後援	東京都	日本科学未来館
2006/11/27		平成18年度サイバーセキュリティシンポジウム「IT社会応用～災害時の安心・安全～」	(独)産業技術総合研究所 サイバーセキュリティコンソーシアム	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
2006/11/27		ロボット工学セミナー 第38回シンポジウム 生活を支援するロボティクス	(社)日本ロボット学会	協力	東京都	産総研臨海副都心センター
2006/11/27		第3回ZnOビジネス21フォーラム	高知工科大学 総合研究所マテリアルデザインセンター	後援	東京都	東京ドームホテル
2006/11/27		産総研コンソーシアム持続性木質資源工業技術研究会 第5回研究会	産総研コンソーシアム持続性木質資源工業技術研究会	後援	愛知県	産総研中部センター
2006/11/29		A One-Day Workshop on Potential Use of Geophysical Techniques for Monitoring CO ₂ Storage Site	(財)深田地質研究所	後援	京都府	コミュニティ岬岬野
2006/11/30		東大ー産総研連携 ナノテク・製造技術分野講演会 健康科学を拓くナノテク製造技術	東京大学、(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	東京大学安田講堂
2006/11/30		第4回産総研化学センサ国際ワークショップ The 4th AIST International Workshop on Chemical Sensors	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門	主催	愛知県	名古屋市公会堂
2006/11/30		中国地域産総研技術セミナー&交流会 in 岡山	中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所、岡山県工業技術センター、(財)岡山県産業振興財団	主催	岡山県	ビューリテイまきび
2006/11/30		第2回 素子協フォーラム	(財)新機能素子研究開発協会	後援	東京都	虎ノ門パストラル

開催日	開催地	開催名	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場	会場名
2006/12/1		平成18年度第7回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産総研総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/12/1		中国地域産総研技術セミナー&交流会 in 島根	中国経済産業局、(独)産総研総合研究所、島根県、(財)しまね産業振興財団	主催	島根県	テクノアークしまね
2006/12/7		計算機言語談話会(CLC)12月第一回	(独)産総研総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2006/12/8		中国地域産総研技術セミナー&交流会 in 呉	中国経済産業局、(独)産総研総合研究所、広島県西部工業技術センター、(財)ひろしま産業振興機構、(財)くれ産業振興センター	主催	広島県	呉森沢ホテル
2006/12/8~2007/1/17		第2回 ST/GSC ロードマップ討議会	(財)化学技術戦略推進機構	協賛	東京都	化学技術戦略推進機構
2006/12/12		ヒューマンストレスシグナル研究センター第56回セミナー	(独)産総研総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研関西センターMOL棟
2006/12/12		第4回産総研光触媒応用最新報	(独)産総研総合研究所	主催	東京都	秋葉原ダイビル
2006/12/12		第30回関西バイオポリマー研究会	(独)産総研総合研究所 バイオポリマーコンソーシアム	主催	大阪府	産総研関西センター基礎融合材料実験棟
2006/12/14		計算機言語談話会(CLC)12月第二回	(独)産総研総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2006/12/14~12/17		第7回 SICE システムインテグレーション部門講演会(SI2006)	第7回 SICE システムインテグレーション部門講演会(SI2006)実行委員会	協賛	北海道	札幌コンベンションセンター
2006/12/15		シンポジウム「Web-GIS による公開情報活用とその促進環境」	日本情報地質学会	共催	東京都	秋葉原ダイビル
2006/12/15		第50回産学交流サロン「ひびきのサロン」- 技術からみる「これからのものづくり」-	(財)北九州産学技術推進機構	共催	福岡県	小倉興産 KMM ビル
2006/12/16		日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2006年第10回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
2006/12/18		QOL 勉強会	QOL 勉強会	後援	東京都	日本 SGI ホール
2006/12/22		第317回講習会ラビッドプロトタイプング大百科- 変種変量の切り札-	(社)精密工学会	協賛	東京都	東京大学駒場リサーチキャンパス
2006/12/25		ヒューマンストレスシグナル研究センター57回セミナー	(独)産総研総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研関西センターMOL棟
2007/1/5		ヒューマンストレスシグナル研究センター第58回セミナー	(独)産総研総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研関西センターMOL棟
2007/1/9		ヒューマンストレスシグナル研究センター第59回セミナー	(独)産総研総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研関西センターMOL棟
2007/1/10		平成18年度第2回遠隔モニタリング技術研究会主催講演会	実業境計測・診断システム協議会 遠隔モニタリング技術研究会	主催	佐賀県	産総研九州センター
2007/1/10		産総研技術フェア in 北海道- 医薬製剤原料生産のための完全密閉型組換え植物工場の開発-	(独)産総研総合研究所 北海道センター	主催	北海道	札幌全日空ホテル
2007/1/11		計算機言語談話会(CLC)01月第一回	(独)産総研総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/1/12		産総研技術総合研究所 関西センター 2回 UBIQEN フォーラム-水素・燃料電池研究分野-	(独)産総研総合研究所 関西センター	主催	大阪府	アクスネッツ梅田
2007/1/12		平成18年度第8回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産総研総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2007/1/12		第16回産総研・技術情報セミナー	(独)産総研総合研究所 技術情報部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2007/1/12~1/14		第20回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム	日本放射光学会	共催	広島県	広島国際会議場
2007/1/16		ヒューマンストレス産総研研究会第11回講演会「感覚計測とストレス」	ヒューマンストレス産総研研究会	共催	大阪府	梅田スカイビルタワーウエスト
2007/1/18		計算機言語談話会(CLC)01月第二回	(独)産総研総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/1/19		第17回産総研・技術情報セミナー	(独)産総研総合研究所 技術情報部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター

開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
				会場都道府県	会場名
203	2007/1/19	第318回講習会「第14回最先端の研究室めぐり」 宇宙航空研究開発機構(JAXA)	協賛	茨城県	筑波宇宙センター
204	2007/1/20	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2007年 第1回例会	共催	大阪府	産総研関西センター
205	2007/1/22	IYPEシンポジウム「国際惑星地球年2007-2009」 開催宣言式典	共催	東京都	小柴ホール (東京大学理学部)
206	2007/1/22	LIME2 ワークショップ「環境影響の統合化ー日本全 国で利用することができる統合化係数とはー」	主催	東京都	東京秋葉原コンベンションホール
207	2007/1/22	AIST・KU Joint Symposium of Advances in Bioscience and Biotechnology	主催	茨城県	産総研つくばセンター
208	2007/1/22	Prof. Tammo Houtgast 講演会および音響信号処 理に関する総談会	主催	大阪府	産総研関西センター
209	2007/1/22~1/23	「化学物質のリスク評価およびリスク評価の方法論と実践 開発」研究成果報告会ーリスク評価の方法論と実践 ー	共同主催	東京都	東京ビッグサイト
210	2007/1/23	産業界技術総合研究所関西センター研究成果発表会 「ディスプレイ関連材料」	主催	大阪府	梅田スカイビル タワーウエスト
211	2007/1/23	第9回佐賀大学連携大学院産学官交流セミナー	主催	佐賀県	佐賀大学理工学部6号館
212	2007/1/25	計算機言語談話会(CLIC)01月第三回	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
213	2007/1/25	第62回新技術動向セミナー	主催	愛知県	名古屋商工会議所
214	2007/1/25	環視フォーラム「超臨界技術の現状と可能性」	共催	宮城県	ホテル仙台ブラザ
215	2007/1/25	「産産交流セミナーinつくば」	後援	茨城県	ホテルオークラフロンティアつくば ネックス
216	2007/1/26	システム設計検証技術研究会 平成17年度第7回講 演会	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
217	2007/1/31	「水素利用社会に向けたシミュレーション技術」国 際セミナー	主催	福岡県	九州大学伊都キャンパス
218	2007/2/1	ナノテクデイベート とことん話そう予防原則	主催	東京都	東京国際フォーラム
219	2007/2/1~2/2	水素先端世界フォーラム	主催	福岡県	ホテルオークラ福岡
220	2007/2/1~2/2	ライフサイエンス分野融合会議生命工学会バイ オテクノロジー研究会共同研究発表会・講演会	主催	茨城県	産総研つくばセンター
221	2007/2/1~3/1	計算機言語談話会(CLIC)：特別連続講義(5回)	主催	大阪府	関西センター千里サイト会議室
222	2007/2/2	ヒューマンシステム研究センター第60回 セミナー	主催	大阪府	産総研関西センターMOL棟
223	2007/2/2	産総研in京都 (独)産業界技術総合研究所平成18年 度「バイオ・医療計測発表会」バイオ・医療計測の 最前線	主催	京都府	京都工業会館
224	2007/2/3	2006GUP! GEOPORUM-3「地域観光資源とビジ ター産業(仮題)」	協賛	東京都	東洋大学白山キャンパス5号館
225	2007/2/5	ナノテクノロジーの将来像と社会への普及に関す るシンポジウム	共催	東京都	虎ノ門パストラルホテル
226	2007/2/6	第3回タスクフォース成果報告会	主催	東京都	産業健保会館

開催日	開催名	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
				会場都道府県	会場名
2007/2/7~2/9	第8、9回セミナー コードクロウン検出技術とその応用	大阪大学大学院情報科学研究科 21世紀COEプログラムムソフトラウェア工学工房プロジェクト(代表者:井上克郎) IT連携フォーラム OACIS EASE プロジェクト(独)産業技術総合研究所 情報技術研究部門	共催	東京都 大阪府	キャンパス・イノベーションセンター、大阪大学中之島センター
2007/2/14	独立行政法人産業技術総合研究所男女共同参画シンポジウム「イノベーション創出とダイバーシティー男女共同参画実践の立場からの提言」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
2007/2/14	超高压技術標準化シンポジウム	(財)にいがた産業創造機構	後援	新潟県	長岡ブランドホテル
2007/2/15	平成18年度産業技術総合研究所九州センター研究講演会	(独)産業技術総合研究所九州センター、(財)九州産業技術センター	主催	福岡県	博多サンヒルズホテル
2007/2/15	計算機言語談話会(CLIC)2月15日	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/2/16	計算機言語談話会(CLIC)2月16日	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/2/16	元素戦略/希少金属代替材料開発 府省連携シンポジウム	(独)科学技術振興機構	後援	東京都	東京大学医学部教育研究棟 鉄門記念講堂
2007/2/19	第15回JCIE-セミナー安全で、人にやさしい見えかたを目指してー視覚研究の成果を活用した標準化の事例を通してー	(社)日本照明委員会	協賛	東京都	日本教育会館(一ツ橋ホール)
2007/2/19	Nanomaterials and Nanoelectronics: Opportunities and perspectives	ベルギー王国ワロン地域政府貿易・外国投資振興片	後援	東京都	ホテルニューオータニ
2007/2/20	日加ナノテクノロジー「ナノテクの実用化に向けてーナノテクの国際標準化を中心に」及び技術パートナーナノテクノロジーフォーラム	在日カナダ大使館	後援	東京都	在日カナダ大使館
2007/2/20	文部科学省ナノテクノロジー総合支援プロジェクト第5回ナノテクノロジー総合シンポジウム(JAPAN NANO 2007)	ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンター	共催	東京都	東京ビッグサイト会議場
2007/2/21	平成18年度産総研 環境・エネルギーシンポジウム シリーズ4 21世紀の化学反応とプロセスー機能性化学品とプロセスの新しい展開ー	(独)産業技術総合研究所 環境化学技術研究部門	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
2007/2/22	計算機言語談話会(CLIC)2月22日	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/2/22~2/23	安全・安心な社会を築く先進非破壊計測シンポジウムー新素材及びその製品の非破壊評価技術ー	日本非破壊検査協会	共催	茨城県	産総研つくばセンター
2007/2/22~2/23	International Workshop on Super-RENS, Plasmons, and Surface Recording Science & Technology (ISPS2007)	(独)産業技術総合研究所 近接場光応用工学研究センター	主催	茨城県	つくば国際会議場
2007/2/23	ヒューマンストレスシグナル研究センター第62回セミナー	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研関西センターMOL棟
2007/2/23	平成18年度第2回表面・界面技術研究会主催講演会	実環境計測・診断システム協議会 表面・界面技術研究会	主催	福岡県	産総研九州センター福岡サイト
2007/2/23	計算機言語談話会(CLIC)2月23日	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/2/24	日本音響学会関西支部職責基礎理論談話会 2007年第2回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
2007/3/1	第7回半導体プロセス研究会・セミナー	実環境計測・診断システム協議会 半導体プロセス研究会	主催	福岡県	産総研九州センター福岡サイト
2007/3/1~3/2	第6回表面ナノアーキテクチュアネットワークワークショップ 6th Nanoelectronics Workshop (ODNN 2007)ー一次元ナノ構造に関する国際ワークショップ	(独)産業技術総合研究所 表面ナノアーキテクチュア研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2007/3/2	平成18年度第9回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター

開催日	開催地	開催名	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
2007/3/2		ヒューマンズトレスシグナル研究センター第61回セミナー	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンズトレスシグナル研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター人間計測連携研究棟
2007/3/5		Seminar on the function of chomokines in the brain 脳内ケモカインの機能に関する講演会	(独)産業技術総合研究所 ヒューマンズトレスシグナル研究センター 精神ストレス研究チーム	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2007/3/6		産業技術総合研究所関西センター研究講演会～医工連携の潮流と人材養成～	(独)産業技術総合研究所 ナノバイオ分野人材養成ユニット/関西センター	主催	大阪府	千里ライフサイエンスセンターライフホール
2007/3/6～3/7		産業技術総合研究所中部センター研究発表会	(独)産業技術総合研究所 中部センター	主催	愛知県	デザイナセンタービル 3 階デザイナホール
2007/3/8		石油プラント保守・点検作業支援システムの開発シンポジウム	(社)人間生活工学研究センター東洋エンジニアリング株式会社	後援	東京都	日本科学未来館みらいCAN ホール
2007/3/9		統合化地下構造データベースの構築に向けて	国防科学技術研究所	共催	茨城県	つくば国際会議場
2007/3/9		新しい半導体デバイス技術のサステナビリティ俯瞰とそのアプローチ - ポストシリコン・デバイスと将来加工プロセス研究 -	埼玉大学	協賛	埼玉県	埼玉大学総合研究機構
2007/3/12		ふくひ未来技術創造セミナービジネスに繋がる新素材加工技術	(独)産業技術総合研究所 関西産学官連携センター、中部産学官連携センター、福井県工業技術センター、(財)ふくい産業支援センター、(財)若狭湾エネルギー研究センター	主催	福井県	福井ワシントンホテル瑞雲の間
2007/3/13		Japan-Korea Robotics Standardization Workshop (RSW2007) 日韓ロボット技術標準化ワークショップ	(独)産業技術総合研究所、韓国の ETRI (電子通信研究所)	共催	茨城県	産総研つくばセンターOSL
2007/3/13		理研シンポジウム「先端ものづくり研究と分野連携のプラットフォーム構築に向けて」	(独)理化学研究所	共催	埼玉県	理化学研究所大河内記念ホール
2007/3/13		日産自動車(株)九州工場見学・講演会	実業統計測・診断システム協議会	主催	福岡県	日産九州工場ゲストホール
2007/3/14		ロボット工学セミナー 第39回シンポジウム ロボット・インテラクション・テクノロジー	(社)日本ロボット学会	協力	東京都	産総研臨海副都心センター
2007/3/14		第2回セラミックスクアータークラスタ開発シンポジウム	フライングセラミックス技術研究組合	後援	東京都	浜松町東京會館
2007/3/15		平成18年度(2006年) 研究プロジェクト報告会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/3/16		「糖鎖構造解析技術」プロジェクト成果報告会	バイオテクノロジー開発技術研究組合	共催	東京都	東京コンファレンスセンター品川
2007/3/16		The 2nd Global Climate Change Conference in Korea	(独)産業技術総合研究所、KSIA(韓国)	主催	大韓民国	COEX
2007/3/16		計算機言語談話会(CLC)3月16日	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/3/22		計算機言語談話会(CLC)3月22日	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2007/3/24		日本音響学会関西支部職責基礎理論談話会 2007年第2回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
2007/3/27		日本スウェーデン ワークショップ 2007	日瑞基金、瑞日基金、JISS、SCCJ	後援	東京都	経済団体連合会
2007/3/27～3/31		国際惑星地球年参加普及講演会「地層から読み解く地球環境：過去から学ぶ地球環境の現在と未来」・日本堆積学会 2007年つくば例会	日本堆積学会、(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	共催	茨城県	つくばカピオ
2007/3/29		水素の安全基礎研究に関する講演会	(独)産業技術総合研究所 爆発安全研究センター	主催	東京都	タワーホール船堀

1. 主催行事（共同主催を含む）

開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地		
				会場	道府県	会場名
2006/4/3~4/6	CVS 研修コース・シリーズ2 第二回対話型検証研修コース（初級編）	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト	
2006/4/4	計算機言語話会(CLC)4月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト	
2006/4/7	AIST/CVS ワークショップAIST/CVS Workshop on shape analysis and program analysis	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト	
2006/4/13	計算機言語話会(CLC)4月第2回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト	
2006/4/13	第65回セルエン지니어リング研究部門(RICE)セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエン지니어リング研究部門	主催	兵庫県	産総研関西センター尼崎サイト	
2006/4/18~4/23	サイエンススクエアつくば 科学技術週間「福祉」特別展	(独)産業技術総合研究所 広報部	主催	茨城県	産総研つくばセンター	
2006/4/18~7/17	地質標本館特別展日本列島の20億年-白尾元理写真展-	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター地質標本館	
2006/4/22	地質標本館普及講演会13:30~「日本列島の骨格をなす付加体」14:30~「デジカメで撮る地写真」	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター地質標本館	
2006/4/25	GIC18年度総会及び第4回研修セミナー	グリーンプロセッシング・システム検証研究センター	主催	宮城県	産総研東北センターとうほくOSL	
2006/5/11~5/12	Grid World2006	グリッド協議会、(株)IDG	共催	東京都	東京国際フォーラム	
2006/5/16	バイオパワー-勝田見学会ならびにバイオマス関連講演会	化学工学学会流動層分科会	共催	茨城県	(株)バイオパワー勝田	
2006/5/19	JAIST-AIST Joint Workshop on Verification Technology (VERITE)	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト	
2006/5/22	第67回セルエン지니어リング研究部門(RICE)セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエン지니어リング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟	
2006/5/31	new-SIC 18年度総会及び第1回総合委員会	new-SIC・超臨界流体実用化推進研究会、(独)産業技術総合研究所東北センター	主催	宮城県	メルパルク仙台	
2006/5/31~6/2	Driving Simulation Conference (DSC-Asia/Pacific 2006) DSC アジア/パシフィック 2006 - ドライブング・シミュレーション国際会議2006-	(社)日本機械学会	共催	茨城県	産総研つくばセンター	
2006/5/31~6/2	Linux World Expo/Tokyo 2006 リナックス・ワールド・エキスポ/東京 2006	株式会社IDG ジャパン	主催	東京都	東京国際展示場	
2006/6/10~6/11	第5回産学官連携推進会議	内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、日本経済団体連合会、日本学術会議	共催	京都府	国立京都国際会館	
2006/6/15	第68回セルエン지니어リング研究部門(RICE)セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエン지니어リング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟	
2006/6/20	北海道大学・産業技術総合研究所ジョイントシンポジウム	北海道大学、(独)産業技術総合研究所	主催	北海道	北海道大学学術交流会館講堂	
2006/6/20	第69回セルエン지니어リング研究部門(RICE)セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエン지니어リング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟	
2006/6/27	GIC 第5回セミナー	グリーンプロセッシング・システム検証研究センター	主催	宮城県	産総研東北センターとうほくOSL	
2006/7/6~7/7	平成18年度産学官交流のつどい	(独)産業技術総合研究所 東北センター、福島県電子機械工業会、福島県中小企業団体中央会	共同主催	福島県	ウエディング エルティ	
2006/7/7	平成18年度東北地域産業技術懇談会	(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	福島県	福島県ハイテクプラザ	
2006/7/11	産総研中部センター技術普及講習会	(独)産業技術総合研究所 中部センター・関西センター、(財)北陸活性化センター	主催	富山県	富山県民会館	
2006/7/13~7/14	陶磁器デザイン分科会	産学連産学部会	主催	愛知県	瀬戸蔵	

産業技術総合研究所

開催日	開催名	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
				会場都道府県	会場名
26	2006/7/13～7/17	陶&くらのデザイン展 2006	主催	愛知県	瀬戸蔵
27	2006/7/14	第3期科学技術基本計画に関する講演会科学の発展と絶えざるイノベーションの創出	共催	茨城県	つくば国際会議場
28	2006/7/18	第70回セルエン지니어リング研究部門 (RICE) セミナー	主催	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟
29	2006/7/18～7/19	産総研 WS「有機分子エレクトロニクスの新展開」	主催	茨城県	産総研つくばセンター
30	2006/7/19	第71回セルエン지니어リング研究部門 (RICE) セミナー	主催	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟
31	2006/7/19～7/20	第2回超高速フォトニクスシンポジウム	主催	東京都	TEPIA
32	2006/7/20	new-SIC 18年度第2回総合委員会	主催	宮城県	東北大学工学部 青葉記念会館
33	2006/7/22～9/24	地質標本館特別展美しい砂の世界ー不思議な砂・美しい砂・役に立つ砂ー	主催	茨城県	産総研つくばセンター 地質標本館
34	2006/7/24～7/28	研究成果を製品に 産総研技術移転ベンチャー展	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
35	2006/7/28	東北地域産学官連携推進会議	共催	宮城県	仙台国際センター
36	2006/7/29	中部センター一般公開	主催	愛知県	産総研中部センター
37	2006/7/29	九州センター一般公開	主催	佐賀県	産総研九州センター
38	2006/7/31	第2回 本格研究の実践セミナー「ベンチャー創出の実践」	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
39	2006/8/4～8/6	環境広場さつばろ 2006	主催	北海道	アセスサツパロ
40	2006/8/8～8/10	サマー・サイエンスキャンプ2006 (独立行政法人産業技術総合研究所中部センター会場)	共催	愛知県	産総研中部センター
41	2006/8/10	産業技術総合研究所関西センター第一回ナノテクフォーラム関西におけるナノテクの産業化と産学官連携	主催	大阪府	産総研関西センター 基礎融合棟ホール
42	2006/8/11～8/22	Thailand Science Tech 2006 (タイ科学技術週間 2006)	主催	タイ王国	バンコク郊外の国際見本市会場 (BITEC)
43	2006/8/19	地質標本館体験学習「砂と遊ぼう！」	主催	茨城県	産総研つくばセンター 地質標本館
44	2006/8/24～8/25	粒子・流体プロセス技術コース 2006 (第20回流動層技術コース)	共催	茨城県	産総研つくば西事業所
45	2006/8/25	地質標本館体験学習「化石のクリーニング」	主催	茨城県	産総研つくばセンター 地質標本館
46	2006/8/26	地質標本館地球何でも相談	主催	茨城県	産総研つくばセンター 地質標本館
47	2006/8/28～8/29	知的・産業クラスターフォーラム 2006in 浜松	共催	静岡県	グラントホテル浜松
48	2006/8/29	GIC 第6回研修セミナー	主催	宮城県	産総研東北センターとうほくOSL
49	2006/8/30～9/1	2006分析展	主催	千葉県	幕張メッセ
50	2006/8/31	'06分析展 JAIMA カンファレンス「メタボリック・プロファイリングの実際」～医療応用から品質管理まで～	共催	千葉県	幕張メッセ国際会議場
51	2006/8/31	第73回セルエン지니어リング研究部門 (RICE) セミナー	主催	兵庫県	産総研関西センター 尼崎サイト
52	2006/8/31～9/1	MEMS 初級講習会	主催	茨城県	産総研つくば東事業所
53	2006/9/5	第4回サイエンス・プロンティアつくば	共催	茨城県	つくば国際会議場
54	2006/9/7～9/8	Opening Joint SEMINAR of KITECH Laboratory in AIST-Tsukuba	主催	茨城県	産総研つくばセンター
55	2006/9/8	第74回セルエン지니어リング研究部門 (RICE) セミナー	主催	大阪府	産総研関西センター

開催日	開催日	名 称	主催等名称	産総研との かかわり	開 催 地	
					会場道府県	会場 名
56	2006/9/12	経営革新セミナー&個別相談「技術開発資金へのチャレンジ ～提案・申請競争力の強化～」	(独)産業技術総合研究所 中国センター、中小企業基盤整備機構 中国支部	主催	広島県	中小企業基盤整備機構 中国支部
57	2006/9/13	産学官連携による研究開発のイノベーション	経済産業省、(独)経済産業研究所、(独)産業技術総合研究所、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	主催	東京都	東海大学校友会館
58	2006/9/14	MEMS ハードウェア/ソフトウェア/システム連携・シンポジウム	MEMS パークコンソーシアム/グリーンプロセス/ケムベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター	共同主催	宮城県	産総研東北センターとうほくOSL
59	2006/9/15～9/17	地質情報展 2006 こうち黒潮よせるふるさとの地質一	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター、日本地質学会	主催	高知県	高知市文化プラザ市民ギヤラリーかるぼ一と
60	2006/9/19～9/20	LS-DYNA User Week	日本総合研究所	主催	東京都	赤坂プリンスホテル
61	2006/9/19～9/22	第4回コア解析スクール	21世紀の地球科学を考える会、高知大学海洋コア総合研究センター、海洋研究開発機構 地球深部探査センター/地球内部変動研究センター、(独)産業技術総合研究所 地質情報研究部門、海洋研究開発機構 高知コア研究所	共催	高知県	高知大学海洋コア総合研究センター
62	2006/9/20	new-SIC 18年度第3回総合委員会	new-SIC・超臨界流体実用化推進研究会、(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	宮城県	産総研東北センターとうほくOSL
63	2006/9/25～9/29	Fourth International Conference on High Pressure Bioscience and Biotechnology 高圧力バイオサイエンスとバイオテクノロジーに関する第4回国際会議	高圧力バイオサイエンスとバイオテクノロジーに関する国際会議実行委員会	共催	茨城県	産総研つくばセンター共用講堂
64	2006/9/28～9/29	2006年度 研究報告シンポジウム CBRC2006	(独)産業技術総合研究所 生命情報科学研究センター、CBRC2006 実行委員会	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
65	2006/9/29	生命情報科学技術者養成コース シンポジウム	文部科学省 科学技術振興調整費 新興分野人材養成	共催	東京都	産総研臨海副都心センター
66	2006/9/29	第75回セルエンジニアリング研究部門(RICE)セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
67	2006/10/2～10/6	第2回 ライブセルイメージング講習会	(独)産業技術総合研究所、日本バイオイメージング学会	主催	茨城県	産総研つくばセンター
68	2006/10/3～11/12	地質標本館特別展人類と社会の未来をつなぐ地質時代ー日本の第四紀研究 50年ー	(独)産業技術総合研究所 地質情報研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
69	2006/10/6	システム設計検証技術研究会 平成18年度第4回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター千里サイト
70	2006/10/10	The Fifth Japan-Taiwan International Workshop on Hydrological and Geochemical Research for Earthquake Prediction (水文学的・地球化学的手法による地震予知研究についての第5回日台国際ワークショップ)	(独)産業技術総合研究所 地質情報研究部門、台湾成功大学防災研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
71	2006/10/11	計測フロンティア研究部門第7回公開セミナー「先端質量分析装置開発とライフサイエンス」ー物理屋の言い分、ライフ屋の言い分ー	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
72	2006/10/11～10/13	2006 産学官技術交流フェア	株式会社 日刊工業新聞社	共催	東京都	東京ビッグサイト東ホール
73	2006/10/12	半導体計測・評価技術ネットワーク 第1回ワークショップ	つくば半導体コンソーシアム、(株)半導体先端テクノロジーズ、(独)産業技術総合研究所 次世代半導体研究センター、技術研究組合 超先端電子技術開発機構	共同主催	茨城県	つくば国際会議場
74	2006/10/12～10/13	ICSB2006/RTKワークショップ	ICSB-2006 開催委員会	共催	東京都	産総研臨海副都心センター
75	2006/10/18	International High-Tech Industrial Environment, Safety and Health Conference	TSIA, TTIA, ITRI, ASIP, AIST	主催	東京都 台湾	ロイヤルホテル(台湾、新竹)

開催日	開催地	開催場名	産総研との かかわり	主催等名称	産総研との かかわり	会場都道府県	開催地	開催場名
2006/10/20		第6回北九州学術研究都市産学連携フェア産総研セミナー ～中堅・中小企業とともに共に産総研～	主催	(財)北九州産業学術推進機構 (FAIS)	主催	福岡県	福岡県	北九州学術研究都市内 産学連携センター
2006/10/20		サイエンスカフェ地下水で地震を予知するー	共催	毎日新聞社	共催	茨城県	茨城県	つくば西武ホール
2006/10/20～10/21		産総研中国センター 一般公開	主催	(独)産業技術総合研究所 中国センター	主催	広島県	広島県	産総研中国センター
2006/10/21		産業技術総合研究所四国センター 一般公開	主催	(独)産業技術総合研究所 四国センター	主催	香川県	香川県	産総研四国センター
2006/10/23		第3回 本格研究の実施セミナー「ベンチャー創出の実践」開催のご案内	主催	(独)産業技術総合研究所 ベンチャー開発戦略研究センター	主催	茨城県	茨城県	産総研つくばセンター
2006/10/25		GIC 第7回研究セミナー	主催	グリーンプロセッシング・イン・アジアン・コンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	宮城県	宮城県	産総研東北センターとうほくOSL
2006/10/28		野外観察会笠間市周辺の岩石と鉱物ー稲田花こう岩採石場と桂村の珪化木ー	主催	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	茨城県	産総研つくばセンター
2006/10/28～10/29		産総研東北センター科学未来展	主催	(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	宮城県	宮城県	仙台市科学館
2006/10/30～11/1		第三回システム検証の科学技術シンポジウム	主催	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター、(独)科学技術振興機構	主催	大阪府	大阪府	千里ライフサイエンスセンタービル5F サイエンスホール
2006/11/2		企業と学術研究機関との出会いーMEET2006 秋ー	共催	(財)みやぎ産業振興機構	共催	宮城県	宮城県	仙台国際センター
2006/11/2		講演会「軸菓とデータペーパースと技術革新」	主催	(独)産業技術総合研究所 中部センター、愛知県陶磁器工業協同組合	主催	愛知県	愛知県	愛知県陶磁器工業共同組合会議室
2006/11/2		産学官技術交流会「産学官連携による新技術の創成と新産業の創出～広域マッチングを目指して～」	共催	(財)九州産業技術センター	共催	長崎県	長崎県	長崎厚生年金会館
2006/11/10		東京工科大学・産業技術総合研究所リサーチ・フォーラム2006「産学官連携によるニュービジネスの創生」	共催	(独)産業技術総合研究所、片柳学園、東京工科大学	共催	東京都	東京都	東京国際フォーラム
2006/11/10～11/11		全国大学発ベンチャー北海道フォーラム～大学発ベンチャーの「質の向上」へ向けて今後の成長戦略を描く！～	主催	全国大学発ベンチャー北海道フォーラム実行委員会	主催	北海道	北海道	北海道大学クラーク会館他
2006/11/11		第17回自分で作ろう！！化石レプリカ“生きていける化石”	主催	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	茨城県	産総研つくばセンター
2006/11/13		第4回 本格研究の実施セミナー「ベンチャー創出の実践」開催のお知らせ	主催	(独)産業技術総合研究所 ベンチャー開発戦略研究センター	主催	愛知県	愛知県	産総研中部センター
2006/11/13		計算機言語話会(CLC)11月第三回	主催	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	大阪府	産総研関西センター千里サイト
2006/11/14		地質調査総合センター第6回シンポジウム「地質情報の社会貢献を考える」	主催	(独)産業技術総合研究所 地質地盤情報協議会	主催	東京都	東京都	秋葉原コンベンションホール
2006/11/15		知能システム研究部門 研究成果展示会ーオーブ・ハウス 2006ー	主催	(独)産業技術総合研究所 知能システム研究部門	主催	茨城県	茨城県	産総研つくばセンター
2006/11/15～11/17		Third Biomass-Asia Workshop (第3回バイオマス・アジアワークショップ)	主催	文部科学省、農林水産省、経済産業省、バイオマス・アジア リサーチ・コンソーシアム、(独)産業技術総合研究所、(独)国際農林水産業研究センター、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)森林総合研究所、(財)電力中央研究所、(財)地球環境産学技術研究機構、東京大学	主催	東京都	東京都	国連大学ウ・タント国際会議場 つくば国際会議場
2006/11/21		計測フロンティア研究部門第8回公開セミナーナノテクノロジーの発展を支える計測フロンティアーサブナノサイズからナノサイズを見るー	主催	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	主催	東京都	東京都	青海フロンティアビル
2006/11/21		new-SIC 18年度第4回総合委員会	主催	new-SIC・超臨界流体実用化推進研究会、(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	宮城県	宮城県	産総研東北センターとうほくOSL

開催日	開催名	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
				会場都道府県	会場名
2006/11/21～2007/3/5	地質標本館 特別展示地質情報展 2006 こうち黒潮よせるふるさとの地質	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/11/28	環境研究機関連絡会 第4回成果報告会	環境研究機関連絡会	共催	茨城県	つくば国際会議場
2006/11/30～12/1	第39回安全工学研究発表会	特定非営利活動法人 安全工学学会	共催	東京都	東京国際会議場
2006/11/30～12/1	アルデアテクノロジカンファレンス2006	アルデアエンジニアリング株式会社	主催	東京都	サンシャインシティイベントホール
2006/12/1	第6回エレクトロニクスフォーラム	(独)産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2006/12/1	第76回セルエレクトロニクス研究部門 (RICE) セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエレクトロニクス研究部門、日本エフイー・アイ	主催	大阪府	産総研関西センター
2006/12/4	健康工学フォーラム・交流会	(独)産業技術総合研究所 四国センター、四国経済産業局、(財)四国産業・技術振興センター、四国工業研究会、次世代バイオナノ研究会	主催	香川県	香川県県民ホール
2006/12/4～12/5	第32回 (2006年) 感覚代行シンポジウム	感覚代行研究会	共催	東京都	産総研臨海副都心センター
2006/12/8	第3回分散型エネルギーシステム～システムに不可欠のエネルギー貯蔵・平準化技術最新線～	(独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門	主催	東京都	全社協・灘尾ホール
2006/12/8	第2回次世代バイオナノ研究会	四国工業研究会次世代バイオナノ研究会、(独)産業技術総合研究所 健康工学研究センター、(独)産業技術総合研究所 四国産学連携センター、(財)四国産業・技術振興センター	共催	香川県	産総研四国センター
2006/12/8	産総研ジェロントテクノロジフォーラム 2006 International Society of Gerontechnology (ISG) 日本支部研究発表会 -ジェロントテクノロジの新しい展開に向けて-	(独)産業技術総合研究所 人間福祉工学研究部門、International Society of Gerontechnology (ISG) 日本支部	共催	東京都	産総研臨海副都心センター
2006/12/12	GIC 第8回研究セミナー	グリーンプロセスイノベーションセンター	主催	宮城県	産総研東北北センターとうほくOSL
2006/12/15	第78回セルエレクトロニクス研究部門 (RICE) セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエレクトロニクス研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
2006/12/19	第79回セルエレクトロニクス研究部門 (RICE) セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエレクトロニクス研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
2006/12/22	2006年 半導体 MIRAI プロジェクト成果報告会	半導体 MIRAI プロジェクト、(独)産業技術総合研究所 次世代半導体研究センター、技術研究組合 超先端電子技術開発機構、株式会社 半導体先端テクノロジーズ	共同主催	茨城県	つくば国際会議場
2006/12/22	産総研サイエンスカフェ「自然の力で環境を守る -光触媒のお話-	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	カフェ・ベルガ
2007/1/10～1/11	地球システム・地球進化ニューイヤースクール	21世紀の地球科学を考える会	共催	茨城県	産総研つくばセンター
2007/1/18～1/19	グレート・ナゴヤ クラスタフォーラム2007	東海ものづくり創生協議会、NPO パイオものづくり中部、グレート・ナゴヤ・イニシアティブ協議会、(財)三科学技術交流財団、(財)岐阜県研究開発財団、(財)三重県産業支援センター、(株)サイエンス・クリエイト、(独)科学技術振興機構研究成果活用プラザ東海、春日井商工会議所、名古屋工業大学、(財)ソフトピアジャパン、(社)中部航空宇宙技術センター、東三河産業支援事業推進委員会、(独)産業技術総合研究所 中部センター、(独)中小企業基盤整備機構中部支部	共催	愛知県	産総研つくばセンター ポートメッセなごや (名古屋市国際展示場)
2007/1/18～1/19	計量標準総合センター第10回成果発表会 (ポスターセッション)	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
2007/1/19	産業技術総合研究所技術セミナー	愛媛県 工業技術センター、(独)産業技術総合研究所 日本学術会議	主催	愛媛県	愛媛県歴史文化博物館
2007/1/22	TYPE シンポジウム「国際惑星地球年 2007-2009」国際惑星地球年開催宣言式典	日本学術会議	共催	東京都	東京大学理学部1号館 小柴ホール

開催日	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
119	2007/1/23	new-SIC 18年度第5回総合委員会	new-SIC・超臨界流体実用化推進研究会、(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	宮城県	東北大学工学部 青葉記念会館
120	2007/1/23	計測フロンティア研究部門第3回シンポジウム「安全・安心な社会を構築するための計測・分析・評価技術の開発」	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	主催	茨城県	つくば国際会議場
121	2007/1/30	TX テクノロジー・ショーケース・イン・ツクバ 2007	つくばサイエンス・アカデミー	共催	茨城県	つくば国際会議場
122	2007/2/1	オントロジーを使えばインターネットはもっと快適な環境になる - Web2.0 と間違いだらけのオントロジー	(独)産業技術総合研究所 情報技術研究部門	主催	東京都	秋葉原カンファレンスフロア5C(フレゼンテーションセンター)
123	2007/2/9	平成18年度特許活用セミナー	(独)産業技術総合研究所、広島県立西部工業技術センター、広島県知的所有権センター支部(呉)、(財)ひろしま産業振興機構、(財)くれ産業振興センター、呉自社商品開発推進研究会	共催	広島県	産総研中国センター
124	2007/2/9	第1回 セラミックス高濃度分散技術懇話会	(独)産業技術総合研究所 中部センター	主催	愛知県	愛知県勤労会館
125	2007/2/9~2/10	第2回 味覚嗅覚一冬の学校	(独)産業技術総合研究所 人間福祉医学研究部門	主催	神奈川県	箱根湯本ホテル
126	2007/2/15	首都圏地震シンポジウム 関東平野の地震を考える	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	秋葉原ダイビル コンベンションホール
127	2007/2/15	産学官連携シンポジウム in 岐阜	(財)中部科学技術センター、(独)産業技術総合研究所 中部センター、(財)岐阜県研究開発財団、(財)岐阜県産業経済振興センター、(社)中部航空宇宙技術センター、(社)岐阜県工業会	共同主催	岐阜県	テクノプラザ
128	2007/2/15~2/16	計量標準総合センター第11回成果発表会(ポスターセッション)	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
129	2007/2/16	第80回セルエンジニアリング研究部門(RICE)セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
130	2007/2/20	強化磁器食器の衝撃試験に関する講演会	(独)産業技術総合研究所 中部産学官連携センター	主催	佐賀県	佐賀県産業技術センターホール
131	2007/2/21	アジアナノビジネス 2007	ナノテクノロジービジネス推進協議会、(独)日本貿易振興機構、(独)産業技術総合研究所	共催	東京都	東京ビッグサイト
132	2007/2/21	ナノテクノロジー国際標準化ワークショップ	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	東京ビッグサイト
133	2007/2/21	第5回シンポジウムイノベーションとベンチャー創出-研究室から社会への飛躍-	(独)産業技術総合研究所 ベンチャー開発戦略研究センター	主催	東京都	日本青年館大ホール
134	2007/2/21~2/22	「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」第2回プロジェクトワークショップ	ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術プロジェクト研究体、(財)製造科学技術センター、(独)産業技術総合研究所、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	主催	東京都	東京ビッグサイト
135	2007/2/22~2/23	(科学技術振興調整費 重要課題解決型プログラム)成果報告会「障害者の安全で快適な生活の支援技術」シンポジウム	国立身体障害者リハビリテーションセンター研究所、(独)産業技術総合研究所、東京大学、横浜国立大学、静岡県立大学	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
136	2007/2/26	第2回 セラミックス高濃度分散技術懇話会	(独)産業技術総合研究所 中部センター	主催	愛知県	愛知県勤労会館
137	2007/2/28	GHC 18年度報告会及び特別講演会	グリープロセスイノベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	宮城県	メルパルク仙台
138	2007/3/2	デジタルヒューマン・ワークショップ 2007	(独)産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター、(独)科学技術振興機構	主催	東京都	日本科学未来館みらい CAN ホール
139	2007/3/6~3/9	1st Asian-Oceanian Conference on Green and Sustainable Chemistry 第1回グリーン・サステイナブルケミストリー アジア・オセアニア会議	グリーン・サステイナブルケミストリーネットワーク	主催	東京都	学術総合センター一橋記念講堂
140	2007/3/7	第10回光技術シンポジウム-バイオ・メデイカルイメーシング技術の最近の進展-	(独)産業技術総合研究所 光技術研究部門、(財)光産業技術振興協会	主催	東京都	学士会館

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
141	2007/3/8	第3回次世代バイオナノ研究会	四国工業研究会次世代バイオナノ研究会、(独)産業技術総合研究所 健康工学研究センター、(独)産業技術総合研究所 四国産学官連携センター、(財)四国産業・技術振興センター	共催	香川県	産総研四国センター
142	2007/3/10～3/13	第5回コア解析スクール	21世紀の地球科学を考える会、高知大学海洋コア総合研究センター、海洋研究開発機構 高知コア研究所、海洋研究開発機構 地球深部探査センター、海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター、(独)産業技術総合研究所 地質情報研究部門	共催	高知県	高知大学海洋コア総合研究センター
143	2007/3/11～3/17	科学技術館ナビゲーションシステム実験	(独)産業技術総合研究所 情報技術研究部門(財)日本科学技術振興財団	共同主催	東京都	科学技術館
144	2007/3/13～4/1	第4回「地質写真」コンテスト	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター地質標本館
145	2007/3/15	18年度 new-SIC 報告総会及び研究報告会	new-SIC・超臨界流体実用化推進研究会、(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	宮城県	メルパルク仙台 松島(雪)
146	2007/3/25～3/28	スプリング・サイエンスキャンプ 2007	(独)科学技術振興機構	共催	宮城県	産総研東北センター他
147	2007/3/26	第3回 セラミックス高濃度分散技術懇話会	(独)産業技術総合研究所 中部センター	主催	愛知県	愛知県勤労会館
148	2007/3/28	第6回つくばWAN シンポジウム	つくばWAN 推進会議	共催	茨城県	筑波大学学生会館国際会議室

2. その他参加行事

開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地		
				会場道府県	会場名	会場名
2006/4/5~4/7	INTERMEASURE 2006(第22回国際計量計測展)	(社)日本計量機器工業連合会	後援	東京都	東京国際展示場	
2006/4/19~4/21	第20回最新科学機器展/第8回計量計測総合展	東海科学機器協会、(社)愛知県計量連合会、フジサンケイ ビジネスアイ	出展	愛知県	名古屋市中小企業振興会館	
2006/4/24~4/26	第5回国際医薬品原料・中間体展(CPHI Japan 2006)	CMP ジャパン(株)、(株)化学工業日報	出展	東京都	東京ビッグサイト	
2006/5/8~5/11	第4回太陽光発電世界会議併設展示会(2006 IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion IEE)	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE)	出展	アメリカ合衆国 ハワイ州	Hilton Waikoloa Village	
2006/5/12	地域イノベーションのための熊本大学シンポジウム～半導体産地域における知財戦略・研究開発・人材育成の深化と連携～	熊本大学	後援	熊本県	熊本大学工学部百周年記念館	
2006/5/17~5/19	第16回西日本食品産業創造展	日刊工業新聞社西部支社	後援	福岡県	マリメッセ福岡	
2006/5/19~5/21	光触媒環境産業展 ～フオクトクリンフェア2006～	光触媒環境産業展実行委員会(構成:名古屋市、(財)名古屋都市産業振興公社)	協力	愛知県	ポートメッセなごや(名古屋国際展示場)	
2006/5/25~5/27	福岡ナノテクNOW2006	福岡ナノテク推進会議	出展	福岡県	西日本総合展示場新館	
2006/5/31~6/2	JPCA Show 2006 / 2006 マイクロエレクトロニクスショー	(社)日本電子回路工業会、(社)エレクトロニクス実装学会	後援	東京都	東京ビッグサイト	
2006/5/31~6/2	第36回国際電子回路産業展 36th International Electronic Circuite Expo/JPCA show 2006	(社)日本電子回路工業会	出展	東京都	東京ビッグサイト	
2006/6/10~6/11	日本Rubyカンファレンス2006	日本Rubyカンファレンス2006実行委員会、日本Rubyの会	後援	東京都	産総研臨海副都心センター	
2006/6/16	広島県立西部工業技術センター研究成果普及発表会	広島県立西部工業技術センター	出展	広島県	広島県立西部工業技術センター	
2006/7/5	KAGAWA 機能糖鎖フォーラム第3回シンポジウム	(財)かがわ産業支援財団	後援	香川県	サンメッセ香川	
2006/7/10~7/14	AOGS third annual meeting プース出展	Asia Oceania Geoscience Society	出展	シンガポール	SUNTEC 国際会議場	
2006/7/12~7/14	インターオプト'06	(財)光産業技術振興協会	出展	千葉県	幕張メッセ	
2006/7/13~7/14	いばらき産業大県フェア2006	いばらき産業大県フェア2006実行委員会	出展	東京都	東京ビッグサイト	
2006/7/20	KFCセラミックス講演会「企業戦略の正攻法—人を育て、人を活かす—」	九州ファイナセラムミックス・テックノフォーラム	後援	福岡県	福岡朝日ビル	
2006/7/24~7/28	国際鉱物学連合 第19回総会 企業展示会	国際鉱物学連合	出展	兵庫県	神戸国際会議場	
2006/7/29~8/20	こども未来博	札幌商工会議所	後援	北海道	月寒グリーンロードーム	
2006/8/5	半導体産地域イノベーションのための熊本大学シンポジウム～半導体産業の新しい未来を拓く超高性能シリコン技術～	熊本大学(超北集積最先端産業基盤技術研究教育拠点プログラム)	後援	熊本県	熊本大学工学部百周年記念館	
2006/8/9	2006 サイエンスパーク	(独)科学技術振興機構北海道	出展	北海道	サッポロアクトリー	
2006/8/18~8/20	地学団体研究会第60回総会	地学団体研究会	後援	茨城県	産総研つくばセンター	
2006/8/26	バッテリーカーコンテスト2006	武蔵工業大学	協賛	東京都	産総研つくば北センター	
2006/8/29~8/30	第2回新事業創出全国フォーラム	日本ニュービジネス協議会連合会、(独)中小企業基盤整備機構中国支部	後援	広島県	広島全日空ホテル	
2006/8/30~9/1	2006分析展	(社)日本分析機器工業会後援、経済産業省 他	出展	千葉県	幕張メッセ国際展示場	
2006/8/30~9/1	2006分析展(JAIMA SHOW 2006)	(社)日本分析機器工業会	出展	千葉県	幕張メッセ	
2006/9/1~10/31	第2回キャンパスベンチャーグランプリ東北(CVG 東北)	CVG 東北実行委員会	後援	宮城県	日刊工業新聞社仙台総局	

開催日	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
28	2006/9/6~9/8	第7回モノづくり総合展九州2006 第6回エネルギー・環境ビジネス総合展2006 第5回eビジネス2006	日刊工業新聞社	後援	福岡県	福岡国際センター
29	2006/9/8	「つくばビジネスマツチング会」	(株)つくば研究支援センター、三井物産(株)	協力	東京都	三井物産株式会社
30	2006/9/8~2007/7/20	TEPIA 第19回展示ちえものづくり展~社会を豊かにする最先端技術~	(財)機械産業記念事業財団	協力	東京都	機械産業記念館
31	2006/9/10~9/12	科学技術と人類の未来に関する国際フォーラム	特定非営利活動法人 STS フォーラム	後援	京都府	国立京都国際会館
32	2006/9/13~9/15	バイオジャパン2006	バイオジャパン2006 組織委員会日経BP社	後援	大阪府	大阪国際会議場 グランキューブ大阪
33	2006/9/13~9/15	イノベーション・ジャパン2006	(独)科学技術振興機構、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	出展	東京都	東京国際フォーラム
34	2006/9/13~9/16	第4回全日本学生フォーミュラ大会	(社)自動車技術会	協賛	静岡県	小笠山総合運動公園
35	2006/9/19	JAPAN LS-DYNA Users Week 2006	日本総研ソリューションズ	出展	東京都	赤坂プリンスホテル
36	2006/9/19~9/20	平成18年度放射光利用研究基礎講習会	PF 懇談会	協賛	茨城県	高エネルギー加速器研究機構、交流センターラウンジ
37	2006/9/21~9/24	innoBioPlast2006 (イノベーション2006)	National Innovation Agency Ministry of Science and Technology	協賛	タイ王国	バンコク、サイアムパハラゴン
38	2006/9/22	産産連携マツチング交流会2006	(財)東京都中小企業振興公社	後援	東京都	京王プラザホテル
39	2006/9/27~9/29	第33回国際福祉機器展H.C.R.2006	全国社会福祉協議会、保健福祉広報協会	出展	東京都	東京ビッグサイト
40	2006/10/1~10/8	仙台デザインコミュニティ構想パネル展	宮城県産業デザイン交流協議会の会員有志による仙台デザインコミュニティ研究会	出展	宮城県	仙台市ガス局ショールーム
41	2006/10/2~10/4	国際光触媒展2006	光触媒工業会、(株)東京ビッグサイト	協賛	東京都	東京ビッグサイト
42	2006/10/4	にいがた産学技術交流フェア	関東経済産業局 (財)にいがた産業創造機構	出展	新潟県	ハイブ長岡
43	2006/10/4~10/5	ビジネスマツチング in 香川2006	香川県、かがわ産業支援財団	出展	香川県	サンメッセ香川
44	2006/10/4~10/5	第1回「震災対策技術展/自然災害対策技術展」 宮城	宮城県、仙台市、仙台市防災対策技術展/自然災害対策技術展 宮城 実行委員会	出展	宮城県	みやぎ産業交流センター
45	2006/10/5	呉地域産学官連携フォーラム	呉市、呉地域産学官連携フォーラム	出展	広島県	クレイトンベイホテル
46	2006/10/11~10/22	国際標準化100年記念展示会 エコプロダクツ東北2006	国際標準化100年記念事業実行委員会、経済産業省 NPO法人 環境会議所東北	出展	東京都	科学技術館
47	2006/10/12~10/14	いいモノテクノロジーフェア2006	いいモノテクノロジーフェア実行委員会	出展	宮城県	みやぎ産業交流センター (夢メッセみやぎ)
48	2006/10/12~10/14	いいモノテクノロジーフェア2006	いいモノテクノロジーフェア実行委員会	後援	宮城県	みやぎ産業交流センター (夢メッセみやぎ)
49	2006/10/13	NEDO かんさい産業技術フォーラム2006	NEDO 技術開発機構 関西支部	協賛	大阪府	ホテルモントレ大阪「アマリエ」
50	2006/10/14~10/22	ふれあいステーション in つくば一産総研ミニ展示会	毎日新聞社	出展	茨城県	つくば MOG
51	2006/10/17~10/18	「農工連携交流会 in 都城」	(独)中小企業基盤整備九州支部	後援	宮城県	ウエルサンプリア都城
52	2006/10/18	東北大学イノベーションフェア2006 in 仙台	東北大学産学官連携推進本部	後援	宮城県	仙台国際センター 展示ホール
53	2006/10/18~10/20	Techno-Ocean2006 / 19th JASNAOE Ocean Engineering Symposium (テクノ・オセアンの2006年大会) / 第19回海洋工学シンポジウム	テクノ・オセアンの2006年大会、(社)日本船舶海洋工学会、(独)海洋研究開発機構、(財)神戸国際観光コンベンション協会、(財)地球科学技術総合推進機構	後援	兵庫県	神戸国際展示場2号館
54	2006/10/18~10/20	第6回北九州学術研究都市産学連携フェア - 知と技術の融合 - ~高度なものづくり・人づくりを目指して~	(財)北九州産学術推進機構 (PAIS)	出展	福岡県	北九州学術研究都市
55	2006/10/19	九州地域クワスター合同成果発表会	九州地域環境・リサイクル産業交流プラザ	後援	福岡県	北九州学術研究都市内会議場
56	2006/10/19~10/20	北陸技術交流フェア2006	技術交流テクノフェア実行委員会	後援	福井県	福井県産業会館
57	2006/10/19~10/21	諏訪園工業メッセ2006	諏訪園工業メッセ2006 実行委員会	出展	長野県	諏訪湖イベントホール
58	2006/10/22~10/23	第30回全国青樹祭記念行事「森林・林業・環境機械展示実演会」	広島県、(社)林業機械化協会	後援	広島県	県営竹原工業・流通団地
59	2006/10/24	KFC 第7回特別講演会「企業戦略と人材育成」	九州フアインセンテラミックス・テクノフォーラム	後援	福岡県	福岡朝日ビル多目的ホール
60	2006/10/25~10/27	九州・国際テクノフェア ICT2006	九州・国際テクノフェア実行委員会	後援	福岡県	西日本総合展示場 新館

No.	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
61	2006/10/26~10/27	いばらきものづくり交流会 in つくば	茨城県、(財)茨城県中小企業振興公社、つくば市、つくば市商工会	後援	茨城県	つくばカピオ
62	2006/10/26~10/27	第7回<池田銀行>TOYRO ビジネスマツチングフェア2006	TOYRO 新事業創出推進協議会	後援	大阪府	マイドームおおさか
63	2006/11/1	JIBC2006 プロジェクト研究成果報告会	(財)バイオ産業情報化コンソーシアム	後援	東京都	東京コンファレンスセンター・品川
64	2006/11/1	第7回 ビジネスフェア from TAMA	(社)首都圏産業活性化協会、西武ニューリーダーズクラブ21	出展	東京都	新宿NSビルイベントホール
65	2006/11/1~11/2	全九州半導体技術国際フォーラム	九州半導体イノベーション協議会、佐賀県	後援	佐賀県	サンメッセ鳥栖
66	2006/11/1~11/2	パンチャープラザ西日本2006	(独)中小企業基盤整備機構 近畿支部、中国支部、四国支部、九州支部、沖縄事務所	後援	大阪府	大阪マーチャングランド・マート
67	2006/11/2~11/7	第60回 発明とくふう展	愛知県、名古屋市、名古屋商工会議所、中日新聞社、(社)発明協会愛知県支部	後援	愛知県	名古屋三越栄本店7階催物会場
68	2006/11/3~11/12	第21回国民文化祭・やまぐち2006 メディア芸術祭	文化庁、山口県、山口県教育委員会、山口市、山口市教育委員会、(財)山口市文化振興財団、文化庁メディア芸術実行委員会 (文化庁・CG-ARTS 協会)、第21回国民文化祭山口県実行委員会、第21回国民文化祭山口市実行委員会	協力	山口県	山口情報芸術センター
69	2006/11/7~11/10	国際粉体工業展2006	(社)日本粉体工業技術協会	後援	千葉県	日本コンベンションセンター〔幕張メッセ〕4・5・6ホール
70	2006/11/8	広島大学リエゾンフェア2006 in 広島	広島大学、広島市、広島商工会議所	後援	広島県	中国新聞ビル大ホール
71	2006/11/8~11/10	産学交流テクノフロンティア2006	産学交流テクノフロンティア実行委員会	出展	愛知県	名古屋中小企業振興会館
72	2006/11/9~11/10	ビジネス EXPO「第20回北海道 技術・ビジネス交流会」	北海道技術・ビジネス交流会実行委員会	後援	北海道	アークセサップポ
73	2006/11/10	2006 日本知財学会 秋のシンポジウム「国際知財流通の現在と未来」	(社)日本知財学会	後援	東京都	産総研臨海副都心センター
74	2006/11/11~11/12	大和産業フェア2006	大和商工会議所	出展	神奈川県	大和商工会議所
75	2006/11/12	交流館フェア2006	(独)日本学生支援機構	協力	東京都	東京国際交流館
76	2006/11/14~11/16	SC2006 (Supercomputing Conference tradition of highlighting the most innovative developments in high-performance computing and networking)	the Association for Computing Machinery Special Interest Group for Architecture (ACM SIGARCH) and the Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE) Computer Society	出展	アメリカ合衆国	Tampa Convention Center
77	2006/11/16~11/18	いたばし産業見本市	いたばし産業見本市実行委員会	出展	東京都	板橋区立東板橋体育館及び屋外特設会場
78	2006/11/17~11/19	‘あつぎ未来’ オールテックノフエスタ2006	厚木市・厚木商工会議所	協力	神奈川県	厚木文化会館
79	2006/11/20	産学官連携ネットワーキングフォーラム	(財)佐賀県地域産業支援センター	後援	佐賀県	唐津ロイヤルホテル
80	2006/11/20~11/23	エコ・テックノ2006「地球環境・新エネルギー技術展&セミナー」	北九州市、(財)西日本産業貿易コンベンション協会	後援	福岡県	西日本総合展示場新館
81	2006/11/20~11/23	福岡水素エネルギー社会近未来展2006	福岡水素エネルギー戦略会議、経済産業省九州経済産業局、福岡県、北九州市、福岡市、国立大学法人九州大学、財団法人 西日本産業貿易コンベンション協会	出展	福岡県	西日本総合展示場新館
82	2006/11/21	広島市立大学リエゾンフォーラム2006・産学連携セミナー	広島市立大学、(財)広島市産業振興センター	後援	広島県	広島市立大学
83	2006/11/21	第24回バイオテックノロジーシンポジウム	バイオテックノロジー開発技術研究組合	後援	東京都	虎ノ門パストラル
84	2006/11/22	人と企業のふれあい広場 SAGA2006	(独)雇用・能力開発機構	後援	佐賀県	マリトピア
85	2006/11/23	「ミーツ・ザ・サイエンス のぞいてみよう2000℃の世界ーアルミと酸素がルビーに大変身!」	(財)つくば科学万博記念財団	協力	茨城県	つくばエキスポセンター
86	2006/11/27	第9回 新・省エネルギーシンポジウム in かんさ	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	協賛	大阪府	ホテルグランヴィア大阪「名庭」
87	2006/11/28	福岡ビジネスフォーラム2006第4回ビジネス交流会	福岡銀行、ふくぎん経営者クラブ、熊本ファアミリー銀行、熊本ファアミリーニュービジネスクラブ	後援	福岡県	マリンメッセ福岡

開催日	開催地	名 称	主催等名称	産総研との かかわり	開 催 地	
					会場都道府県	会場 名
88	2006/11/29	全日本科学機器展 in 東京 2006	日本科学機器団体連合会日本工業新聞社	後援	東京都	東京ビッグサイト
89	2006/11/29～11/30	ATC2006	アルティマエンジニアリング	出展	東京都	池袋プリンスホテル
90	2006/11/29～11/30	第44回全国繊維技術交流プラザ	全国繊維工業技術協会、(財)日本産業技術振興協会新潟県	後援	大阪府	テクスピア大阪
91	2006/11/29～12/1	全日本科学機器展 in 東京 2006	日本科学機器団体連合会フジサンケイ ビジネスアイ	後援	東京都	東京ビッグサイト
92	2006/11/29～12/1	中小企業総合展 2006 in Tokyo	(独)中小企業基盤整備機構	出展	東京都	東京ビッグサイト
93	2006/11/29～12/1	地域発先端テクノフェア	文部科学省、経済産業省	出展	東京都	東京国際展示場
94	2006/11/29～12/1	地域発先端テクノフェア 2006	文部科学省、経済産業省	出展	東京都	東京ビッグサイト
95	2006/11/29～12/1	全国インキエベーションフォーラム 2006	(独)中小企業基盤整備機構	出展	東京都	東京ビッグサイト
96	2006/12/1～12/2	アグリビジネス創出フェア 2006	NPO法人グリーンテクノバンク事務局	後援	北海道	サッポロファクトリー
97	2006/12/6～12/8	計測展 2006OSAKA	日本電気計測器工業会	協賛	大阪府	グランキューブ大阪
98	2006/12/6～12/8	セミコン・ジャパン 2006	SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)	出展	千葉県	舞浜メッセ
99	2006/12/11	「産業クラスターフォーラム(新産業創出)に向けてのテクノシンポジウム」～ブラスマ技術の可能性を探る～」	(財)ちゅうごく産業創造センター、(社)中国地域ニュービジネス協議会、(独)中小企業基盤整備機構	後援	広島県	ホテルセンチュリー21 広島
100	2006/12/13	四国食品健康フォーラム	(財)四国産業・技術振興センター、(財)バイオインダストリー協会、(株)西条産業情報支援センター	後援	愛媛県	西条市総合文化会館
101	2006/12/21	パイオマス、活かして創る新産業	(独)農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター	後援	熊本県	ロマネスクリゾート 菊南
102	2007/1/7	越谷市科学技術体験センター特別フェア-産総研キャラバン特別展-	越谷市科学技術体験センター、(独)産業技術総合研究所	出展	埼玉県	越谷市科学技術体験センター
103	2007/1/19	新エネルギー技術創成フォーラム～新エネルギー技術の高度化をめざして～	(財)関西情報・産業活性化センター	後援	大阪府	グランキューブ大阪
104	2007/1/23	KAGAWA 機能糖鎖フォーラム第4回シンポジウム	KAGAWA 機能糖鎖フォーラム、(財)かがわ産業支援財団	後援	香川県	サンメッセ香川
105	2007/1/27～1/28	TX 記念 第7回全国中学生創造ものづくり教育フェア	茨城県	出展	茨城県	つくば国際会議場
106	2007/1/30	北陸地域クラスタフォーラム 2007	北陸ものづくり創生協議会	出展	石川県	石川県地域産業振興センター
107	2007/2/1	東北大学イノベーションフォーラム 2007	東北大学	出展	東京都	赤坂プリンスホテル 「五色」
108	2007/2/1～2/2	第11回「震災対策技術展/自然災害対策技術展」横浜	「震災対策技術展/自然災害対策技術展」横浜会場 実行委員会	出展	神奈川県	横浜国際平和会議場
109	2007/2/1～2/2	はままつメッセ 2007	(財)浜松地域テクノポリス推進機構、(財)しずおか産業創造機構、浜松商工会議所 他	出展	静岡県	グラントホテル浜松
110	2007/2/7～2/8	彩の国ビジネスアリアーナ 2007	(財)埼玉県中小企業振興協会 他	出展	埼玉県	さいたまスーパーアリーナ
111	2007/2/15～2/17	第11回おのおた工業フェア	大田区、(財)大田区産業振興協会 他	出展	東京都	大田区産業プラザ P10
112	2007/2/17	仙台デザインコミュニケーション展 意見交換会	東北工業大学大学院工学研究科デザイン工学専攻	出展	宮城県	東北工業大学一番町ロビー
113	2007/2/21～2/23	mano tech 2007 国際ナノテクノロジ総合展・技術会議	mano tech 実行委員会	後援 出展	東京都	東京ビッグサイト
114	2007/2/21～2/23	ナノバイオ Expo 2007	ナノバイオ Expo 実行委員会	後援	東京都	東京ビッグサイト
115	2007/2/23	産業クラスターフォーラム事業研究交流会(表面処理技術商店街『ひかびまぐもーる』)	中国経済産業局、(社)中国地域ニュービジネス協議会、(財)ちゅうごく産業創造センター	協賛	岡山県	岡山ロイヤルホテル
116	2007/2/24	全国エネルギーシンポジウム in 茨城 ～茨城から発するエネルギー環境への取り組み～	経済産業省資源エネルギー庁、関東経済産業局、全国エネルギーシンポジウム茨城実行委員会、茨城新聞社、全国地方新聞社連合会、筑波大学エネルギー教育研究会	出展	茨城県	つくばインフォメーションセンター
117	2007/2/26	北海道産学官連携推進フォーラム	北海道産学官ネットワーク推進会議・産学官連携推進事業実行委員会	協賛	北海道	ホテルホールスター札幌

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり 後援	開催地	
					会場都道府県	会場名
118	2007/3/16	平成18年度四国地域産業技術推進貢献企業等表彰式	(財)四国産業・技術振興センター	後援	香川県	リーガホテルゼスト高松
119	2007/3/24～3/25	産総研キヤラバン特別展 in PIE 2007	カメラ映像機器工業会／写真感光材料工業会／日本カメララボ協会／日本写真映像用品工業会 オーガナイザー：フジサンケイ ビジネスアイ	出展	東京都	東京ビッグサイト

3) 見 学

平成18年度見学視察対応数（ユニット別）

部 署	総 計
企画本部（理事等含む）	165
広報部 サイエンス・スクエアつくば	494
広報部 地質標本館	163
深部地質環境研究センター	7
活断層研究センター	13
化学物質リスク管理研究センター	11
ライフサイクルアセスメント研究センター	14
パワーエレクトロニクス研究センター	22
生命情報科学研究センター	1
生物情報解析研究センター	12
ヒューマンストレスシグナル研究センター	14
強相関電子技術研究センター	11
次世代半導体研究センター	31
デジタルものづくり研究センター	61
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	16
グリッド研究センター	17
爆発安全研究センター	29
糖鎖工学研究センター	34
年齢軸生命工学研究センター	8
デジタルヒューマン研究センター	29
近接場光応用工学研究センター	4
ダイヤモンド研究センター	17
バイオニクス研究センター	16
水素材料先端科学研究センター	68
太陽光発電研究センター	72
システム検証研究センター	7
ナノカーボン研究センター	8
健康工学研究センター	3
情報セキュリティ研究センター	1
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	1
コンパクト化学プロセス研究センター	41
バイオマス研究センター	49
計測標準研究部門	457
地圏資源環境研究部門	30
知能システム研究部門	196
エレクトロニクス研究部門	40
光技術研究部門	63
人間福祉医工学研究部門	199
脳神経情報研究部門	9
ナノテクノロジー研究部門	91
計算科学研究部門	4
生物機能工学研究部門	35
計測フロンティア研究部門	30
ユビキタスエネルギー研究部門	63
セルエンジニアリング研究部門	78
ゲノムファクトリー研究部門	24
先進製造プロセス研究部門	257
サステナブルマテリアル研究部門	66

産業技術総合研究所

部 署	総 計
地質情報研究部門	31
環境管理技術研究部門	115
環境化学技術研究部門	59
エネルギー技術研究部門	165
情報技術研究部門	183
実環境計測・診断研究ラボ	43
メタンハイドレート研究ラボ	53
シグナル分子研究ラボ	4
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	1
創薬シーズ探索研究ラボ	6
イノベーション推進室 (産業技術アーキテクト含む)	9
特許生物寄託センター	11
ベンチャー開発戦略研究センター	14
地質調査情報センター	27
計量標準管理センター	12
産学官連携推進部門 工業標準部	99
管理・関連部門	545
北海道センター	11
東北センター	1
つくばセンター	4
臨海副都心センター	3
中部センター	12
関西センター	82
九州センター	13
総計	4,584

4) 地質標本館

平成18年度 地質標本館行事一覧

実施期間	特別展および速報	講演会	移動標本館	イベント	入館者・参加者
4月18日 ～7月17日	日本列島の20億年				入館者 8195人
4月22日		普及講演会(日本列島の骨格をなす付加体、デジカメで撮る地学写真)			視聴者 44人
7月21日			関西センター 尼崎サイト 一般公開		入場者 約350名
7月22日 ～9月24日	美しい砂の世界ー不思議な砂・美しい砂・役に立つ砂ー				入館者 15498人
7月22日				入館者70万人目を迎える	
7月22日				つくばセンター 一般公開	入館者 1868人
7月22日		特別講演(砂の世界へようこそ、美しい砂と楽しく遊ぼう!)			視聴者 70人
7月22日				見学ツアー薄片室(石に光を通すー岩石薄片の世界ー)	見学者 26人
7月29日			九州センター 一般公開		入場者 約420人
8月4日			関西センター 一般公開		入場者 967人
8月5日			北海道センター 一般公開		入場者 427人
8月19日				砂と遊ぼう	入館者 483人
8月25日				化石クリーニング	参加者 73人
8月26日				地球何でも相談	相談 14人
9月15日～17日			地質情報展2006 こうち		入場者 908人
10月3日 ～11月12日	人類と社会の未来をつなぐ地質時代ー日本の第四紀研究50年ー				入館者 5288人
10月7日～8日				つくば科学フェスティバル出展(化石レプリカ)	製作者 354人
10月14日		普及講演会(千葉県袖ヶ浦市の脊椎動物化石群と共産化石からみた古環境、日本列島の旧石器文化)			視聴者 40人
10月14日				石器製作実演	入館者 139人
10月21日			四国センター 一般公開		入場者 約350人
10月28日				野外観察会(笠間市周辺の岩石と鉱物ー稲田花こう岩採石場と桂村の珪化木ー)	参加者 13人
10月28日 ～29日			東北センター 一般公開		入場者 848人
11月11日				化石レプリカ作り	入館者 271人 製作者 200人
11月21日 ～19年3月4日	地質情報展2006こうちー黒潮よせるふるさとの地質ー再展示				入館者 5944人
2月11日				牛久サイエンス・フェスタ 化学実験教室に化石レプリカ出展	入場者 約1000人 製作者 117人
3月13日 ～4月1日				第4回地質写真コンテスト	入館者 1559人
3月24日				化石レプリカ作り	入館者 348人 製作者 229人

地質標本館 平成18年度 入館者総数 41,103人

団体見学への館内説明対応件数 163件

平成18年度来館者のうち学校関係で講演等対応の一覧

職員が対応した小学校

	来館日	来館者	講演内容
1	2006/4/12	土浦市立神立小 6年 115人	地層・化石の話
2	2006/4/27	つくば市立島名小 6年 44人	地層・化石の話
3	2006/5/9	つくば市立吉沼小 6年 53人	地層・化石の話
4	2006/6/21	筑西市立村田小 6年 38人	地層・化石の話
5	2006/7/11	下妻市立小貝小 6年 14人	地層・化石の話
6	2006/7/12	つくば市立小田小 6年 22人	地層・化石の話
7	2006/9/27	牛久市立中根小 6年 120人	地層・化石の話
8	2006/9/27	つくば市立竹園小 6年 80人	地層・化石の話
9	2006/9/28	つくば市立昨岡小 6年 40人	地層・化石の話
10	2006/10/3	牛久市立牛久小 6年 94人	地層・化石の話
11	2006/10/4	桜川市立権穂小 6年 60人	地層・化石の話
12	2006/10/13	牛久市立向台小 6年 130人	地層・化石の話
13	2006/10/19	筑西市立鳥羽小 6年 21人	地層・化石の話
14	2006/11/9	つくば市立並木小 80人	化石レプリカ作り
15	2006/11/30	筑西市立長讀小 6年 27人	地層・化石の話
16	2006/12/8	牛久市立牛久第2小 6年 84人	地層・化石の話

職員が対応した高等学校

1	2006/6/23	西武学園文理高等学校 67人	地域の地質・館内説明
2	2006/6/28	高崎高等学校 41人	地域の地質・館内説明
3	2006/7/28	八幡高等学校 41人	地域の地質・館内説明
4	2006/8/29	大宮高等学校 30人	地域の地質・館内説明
5	2006/8/29	慶応義塾高等学校 80人	地域の地質・館内説明
6	2006/9/22	三本松高等学校 12人	地域の地質・館内説明
7	2006/10/5	七尾高等学校 12人	地域の地質・館内説明
8	2006/10/6	出雲高等学校 44人	地域の地質・館内説明
9	2006/10/12	大田高等学校 30人	地域の地質・館内説明
10	2006/10/13	真岡女子高等学校 42人	メタンハイドレード関係・館内説明
11	2006/10/19	浜田高等学校 34人	地域の地質・館内説明
12	2006/10/25	大門高等学校 8人	地域の地質・館内説明
13	2006/11/10	山形南高等学校 40人	地域の地質・館内説明
14	2006/12/5	長崎西高等学校 42人	メタンハイドレード関係・館内説明
15	2006/12/6	長崎西高等学校 42人	メタンハイドレード関係・館内説明
16	2007/3/30	新発田高等学校 42人	地域の地質・館内説明

職場体験学習生・社会体験研修生受入

1	2006/8/4	牛久市立下根中学校 2年生 2人 土浦市立土浦第一中学校 2年生 1人	館内清掃・標本登録業務・ 薄片製作業務・地質相談業務等の体験
2	2006/8/10	つくば市立手代木中学校 2年生 5人	同上
3	2006/8/25	牛久市立牛久第三中学校 2年生 2人	イベント補助業務・化石採取の体験
4	2006/10/20	柏市立風早中学校 2年生 4人	館内清掃・標本登録業務・ 薄片製作業務・顕微鏡を使った鉱石観察体験
5	2006/8/19・25・26	つくば市立筑波東中学校教諭 1人	イベントを通じて科学技術普及への取り組み について理解を深める

(6) 法務室 (Legal Office)

所在地：東京本部
 人員：5名 (0名)
 概要：

1. 法務室の業務概要

法務室の業務は、(1)産総研の業務を実施する上での基本的事項を定めた規程類の整備、(2)産学官連携活動において不可避免的に発生する利益相反の未然防止、(3)法令等遵守 (コンプライアンス) の推進、(4)組織・職員が直面した法的問題の解消、である。法務室は、これらの業務により産総研の業務の公正かつ効率的な実施及び役職員が安心して業務の遂行ができる環境の確保に努めている。

2. 18年度業務内容

(1) 規程類の整備

規程類の制定・改正にあたっては、形式審査にとどまらず、規定内容の審査に重点を置いた審査を実施するとともに、規程類のスリム化など、これまでの取り組みを継続して行った。

また、法律改正や社会動向を常に意識し、必要に応じ法務室から担当部門へ規程類の制定・改正を積極的に働きかけた。

(2) 利益相反の防止

平成17年度に確立できた利益相反マネージメントの全体システム (事前・中間・事後のマネージメントシステム) 及び利益相反マネージメントの必要性等について、説明会や意見交換会の開催し、役職員全体に周知徹底を図り利益相反マネージメントを定着させた。

また、利益相反に関する社会や大学等他機関の同行を把握し、時宜にあった利益相反マネージメントを実施するとともに、より良い利益相反マネージメントシステムへの改善に努めた。

(3) 規程・法令等遵守の推進

法令等遵守 (コンプライアンス) に係る態勢の検討を行った。

なお、コンプライアンス小委員会の設置により、法規則 WG において、各規程ごとに適用法令、管理体制の整理を行った。

また、規程・法令等遵守の一環として昨年度から開始した内部通報制度については、窓口部署として、通報に対して迅速かつ適切な処理を行った。

(4) 組織や職員が直面した法律的問題の解決

引き続き顧問弁護士5人を活用し、業務上の法律的問題の解決に迅速に対応した。

機構図 (2007/3/31現在)

【法務室】

室長 向坪 均
 └── 室長代理 劔持 政史 他

(7) 情報公開・個人情報保護推進室
 (Information Disclosure and Personal Information Protection Promotion Office)

所在地：東京本部、つくば中央第1、地域センター
 人員：3名 (0名)

概要：情報公開・個人情報保護推進室は、研究所の情報公開と個人情報保護に関する基本方針の企画及び立案並びに総合調整、研究所の保有する情報の公開及び提供の推進等に関する業務、研究所の個人情報の本人開示の実施、研究所の保有する個人情報の保護の推進等に関する業務を行っている。

機構図 (2007/3/31現在)

室長 山本 勝紀
 └── 総括主幹 小野瀬 克信
 └── 総括主幹 大槻 等

(8) 男女共同参画室
 (AIST Gender Equality Office)

所在地：つくば中央第2、関西センター
 人員：1名 (1名)

概要：産総研男女共同参画推進策 (平成17年度策定) を実施するために、理事長直轄の「男女共同参画室」を平成18年4月1日付で新設した。男女共同参画室は、性別にかかわらず能力を発揮できる環境の実現を目指し、所内システムの改善や職場環境の整備を行う。

具体的には、以下の4つを業務内容とする。

- 男女共同参画の啓蒙と広報に関すること
- 女性職員の採用拡大に関すること
- 男女職員のキャリア形成の支援及び勤務環境整備に関すること
- その他、男女共同参画の推進に関すること

平成18年度の活動の概要は以下の通りである：

- 男女共同参画の啓蒙と広報に関することについては、平成18年5月22日に男女共同参画室設立記念講演会を開催し、また平成19年2月14日に男女共同参画シンポジウムを開催して、報告書を出版した。また男女共同参画室のイントラ及び外部公開用 Web サイトを整備して産総研職員及び外部へのアピールを行った。
- 女性職員の採用拡大に関することについては、平成18

年9月から平成19年2月にかけてお茶大、東大、筑波大、東工大、奈良女子大、阪大、京大で採用セミナーを開催し、また平成19年1月29日のつくば見学会における女性研究者の会主催の懇談会に参加し、産総研のワークライフバランスについて説明した。また今まではイントラにしか公開されていなかった「子育て広場」を男女共同参画室の外部公開用 Web サイトに公開し、産総研に就職して育児と仕事の両立を目指す人達へのアピールを行った。

●男女職員のキャリア形成の支援及び勤務環境整備に関することについては、所内の関係部署と調整を行い、有給の育休制度である「育児特別休暇」、研究・業務補助職員制度、及び出張先でも保育支援を受けられる制度を、平成19年4月1日から実現するようにした。またユニット長会議等を通して同制度の実施を周知した。また、ポストドクについて意見交換会とデータ解析を実施し、人材開発戦略会議などを通して支援室の施設を提案した。さらに、平成19年度科振費「女性研究者支援モデル育成」へ新規課題「女性研究者 グローバル エンカレッジング」を応募し、平成19年度より実施することになった。

●その他、男女共同参画の推進に関することについては、内閣府男女共同参画局及びつくば市男女共同参画室の活動に積極的に参加した。

 機構図 (2007/3/31現在)

室 長 (兼) 澤田 美智子
 室長代理 関 喜一

 業務報告データ

【出版物】

- 2006. 4 産業技術総合研究所 男女共同参画の推進策 AIST06-X00004
- 2006. 8. 22 産業技術総合研究所 男女共同参画室設立記念講演会～男女共同参画実践の立場からの提言～報告書 AIST06-X00010
- 2007. 3. 31 産業技術総合研究所 男女共同参画シンポジウム「イノベーション創出とダイバーシティーー男女共同参画実践の立場からの提言ー」報告書 AIST06-X00019

【プレス発表】

- 2006. 5. 15 産総研男女共同参画室新設
- 2007. 2. 6 シンポジウム開催

【放送】

- 2007. 2. 17 茨城放送ラジオ 男女共同参画ラジオ「ハーモニータイム」

【開催イベント】

- 2006. 5. 22 産業技術総合研究所 男女共同参画室設立記念講演会～男女共同参画実践の立場からの提言～
- 2007. 2. 14 産業技術総合研究所 男女共同参画シンポジウム「イノベーション創出とダイバーシティーー男女共同参画実践の立場からの提言ー
- 2006. 8. 11 ポストドク意見交換会 (つくば第1回)
- 2006. 8. 18 ポストドク意見交換会 (九州)
- 2006. 8. 22 ポストドク意見交換会 (つくば第2回)
- 2006. 9. 8 ポストドク意見交換会 (北海道)
- 2006. 9. 25 ポストドク意見交換会 (臨海副都心)
- 2006. 9. 27 ポストドク意見交換会 (関西・中国)
- 2006. 10. 24 ポストドク意見交換会 (東北)
- 2006. 11. 10 ポストドク意見交換会 (中部)
- 2006. 12. 19 ポストドク意見交換会 (四国)
- 2006. 9. 20 採用セミナー 筑波大
- 2006. 10. 13 採用セミナー お茶大
- 2006. 12. 13 採用セミナー 東工大
- 2006. 12. 16 採用セミナー 東大
- 2007. 1. 26 採用セミナー 阪大
- 2007. 1. 27 採用セミナー 奈良女子大
- 2007. 2. 8 採用セミナー 京大

【参加イベント】

- 2006. 11. 25 つくば市男女共同参画室主催「つくば男女のつどい」ポスター出展・交流会参加

(9) 次期情報システム研究開発推進室
 (EAI2 Project Research and Development Office)

 所在地：つくば中央第1

人 員：1名 (0名)

概 要：次期情報システム研究開発推進室は、研究所の次期情報システムを企画・立案し、構築することを目的として平成18年10月に発足した。産総研の現行基幹業務システムは、各種の研究支援業務をサポートする個別業務システムとそれらのプラットフォームとなる共通基盤システムから成る。現在の基幹業務システムは産総研発足以来、研究支援に大きく寄与しているが、より一層の高度化のため、平成16年から更改の構想を練ってきた。次期情報システムの狙いは、産総研の保有する情報システムに関する知見を活かし、研究支援業務の高度化、効率化及び所内研究情報の有効利用を図ることである。

 機構図 (2007/3/31現在)

次期情報システム研究開発推進室長

(兼) 小野 晃

次期情報システム研究開発推進室審議役

久保 潤一 他

 平成18年度においては、次期情報システムの構築に関するこれまでの検討を踏まえ、大枠の方針を定めた。さらに具体的な次期情報システム構築のための検討・分析を進めた。

次期情報システムの構築においては、産総研における研究支援の高度化と業務効率化の実現に向け、会計業務や人事給与業務の業務フローの見直しを実施し、会計システムや人事給与システムの検討・分析を進めた。また、次期情報システム構築に際し、品質の高いシステムを効率的に構築するため、開発の手法、規約及び共通ソフトウェア等の各種の枠組みを包括フレームワークとして標準化した。このフレームワークを他の独立行政法人や地方自治体へ適用することを目指しており、横浜市と協定を締結し具体的に進めている。

**(10) イノベーション推進室
 (Research and Innovation Promotion Office)**

 所在地：つくば中央第2

人 員：25名 (20名)

概 要：イノベーション推進室は、産総研が我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすため、イノベーション推進コア、産業技術アーキテクトを補佐し、イノベーション創出のための実践的活動を推進する組織として、平成18年12月1日に発足した。

イノベーション推進室の担当業務は、

1. イノベーションの創出及び推進等に係る総合調整。
2. イノベーションの創出及び推進のための研究分野間の調整。
3. イノベーションの創出のためのプロジェクトの推進。
4. 産業技術アーキテクト及び研究コーディネータが行う業務の支援。
5. イノベーションの創出及び推進等に係る業務であって、他の所掌に属しないもの全て。

また、イノベーション推進室発足後4ヶ月の間に行った主な活動は次の通りである。

(イノベーション潮流の形成)

産業の重心移動に向けたイノベーション潮流形成のため、政府機関、大学、研究独法、産業界に向けて産総研におけるイノベーション推進体制強化について発信するなどの働きかけを実施した。

(研究から市場へのプロモーション)

効果的な研究推進のため、研究現場では解決が困難な問題に対し、的確かつ迅速に対処できる横断的な仕組みを構築するとともに、研究ユニットで生まれるシーズのプロモーションを実施した。

(市場から研究へのフィードバック)

政府機関、大学、産業界等の多様なアプローチとニーズを積極的かつ的確に受け取り、産業変革へのシナリオを描くため、政府機関、大学、産業界等と意見交換を実施した。

(本格研究の推進と成果の統合的な発信)

各種政策的予算制度を、イノベーション創出プロセスと位置づけ、その機能強化のため、制度の連携、見直しを実施した。また、平成19年度の研究資源配分の原案を策定した。

 機構図 (2007/3/31現在)

室長

総括企画主幹

村山 宣光

柳下 宏

織田 雅直

末廣 尚士

時崎 高志

花岡 隆昌

(兼) 渡部 芳夫

(兼) 新井 優

内藤 耕

総括主幹

谷川原 久明

小笠原 敦

(兼) 横田 慎二

(11) 監査室 (Audit Office)

 所在地：東京本部

人 員：5名 (0名)

概 要：

1. 監査室の業務概要

監査室の業務は、(1) 研究所の業務の執行状況を正確に把握して適切な助言及び勧告を行うことにより、内部統制システムの充実及び改善を図り、業務の適正かつ効率化及び業務の透明性の確保等に寄与することを目的とした内部監査業務、(2) 会計検査院法第22条第5号の規定に基づく会計検査院による会計実地検査及び通則法第39条の規定に基づく会計監査人の監査、その他の外部機関の検査及び監査への対応に関する業務、(3) 研究所の財務内容等の監査を含む業務の能率的かつ効果的な運営を確保することを目的とした独立行政法人通則法 (以下「通則法」という。) 第19条第4項に基づく監事の監査業務の支援に関する業務を実施することである。

2. 平成18年度業務内容

(1) 内部監査業務

本年度の監査方針としては、産総研組織の安全管理及びコンプライアンスを最重要テーマとしつつ、危機管理などリスクの高い業務や業務の重要性に着目した監査を実施するとともに、前年度までの監査結果に対するフォローアップ監査を実施した。また、新たに特定テーマを設定し、10研究実施部門の横断的な監査を実施した。具体的には、平成18年度内部監査年度計画書に基づき、研究所の内部組織である研究関連・管理部門、研究実施部門及び地域センターに赴き、組織運営の内部統制の継続的な維持及び業務・経営効率化への改善のための監査を実施した。

(2) 外部機関の検査及び監査への対応に関する業務

① 会計検査院に係る対応

会計実地検査は、つくば本部では3回（6月26日～29日、2月20日～23日、3月12日～13日）、関西センター1回（3月5日～7日）、中部センター1回（3月8日～9日）実施され、被検査部門の調整等を行い対応した。

② 会計監査人に係る対応

会計監査人の候補者を経済産業大臣に推薦し、あずさ監査法人が選任された。これを受けて、同監査法人が行う監査の実施状況について定期的に報告を受けるとともに、監事監査及び内部監査との連携を図った。

機構図（2007/3/31現在）

監査室長 坂入 隆
└── 総括主幹 五十嵐 直幸 他

(12) 研究コーディネータ
(Research Coordinator)

所在地：つくば中央第2他

人 員：8名（8名）

概 要：産総研が取り組む研究テーマは大きく6つの分野に分けられ、それぞれの分野に1～2名の研究コーディネータが配置されている。研究コーディネータは、研究ユニットとの対話によって、分野内のユニット間のコーディネーションを行い、その一方で、他分野の研究コーディネータと協調して、所全体としての本格研究の流れを形づくっていく。

機構図（2007/3/31現在）

[ライフサイエンス担当]
研究コーディネータ 栗山 博

研究コーディネータ 宮本 宏

[情報通信・エレクトロニクス担当]

研究コーディネータ 大蒔 和仁

[ナノテクノロジー・材料・製造担当]

研究コーディネータ 五十嵐 一男

研究コーディネータ 中浜 精一

[環境・エネルギー担当]

研究コーディネータ 神本 正行

研究コーディネータ 山辺 正顕

[社会基盤（地質）担当]

研究コーディネータ 佃 栄吉

[社会基盤（標準・計測）担当]

研究コーディネータ 田中 充

(13) 情報化統括責任者
(Chief Information Officer)

所在地：つくば中央第2他

人 員：0名（0名）

概 要：情報化統括責任者（CIO）は、産総研の情報化戦略の企画及び立案並びに研究所の情報化に関する業務の統括をミッションとしている。そのため、(1) 電子行政推進国・独立行政法人等協議会を通じて、情報化に関して政府との調整を行うこと、(2) 産総研の情報化戦略委員会を主宰して、情報化戦略及び情報化に関する重要事項を審議し、情報化関連予算の調整、次期情報システム（EAI2）の開発、所内の研究情報の共有化に関する検討、業務・システム最適化計画の策定等を行うこと、(3) 総括情報セキュリティ管理者（CISO）として、所内の情報セキュリティ業務を総括し、情報セキュリティ委員会を主宰し、セキュリティ事故等への対応、セキュリティ対策の改善を行うこと等を実施している。

機構図（2007/3/31現在）

情報化統括責任者 小野 晃

情報化統括責任者補佐 大蒔 和仁

久野 巧

木本 裕司

久保 潤一

平成18年度においては、情報化戦略委員会を新たに設置し産総研内の情報化推進の体制を整え、委員会を2回開催した。総括情報セキュリティ管理者（CISO）として、情報セキュリティ委員会を5回開催し、情報セキュリティ

監査を実施した。その他、個人所有 PC の管理が不十分であった問題、研究ユニットが個別に運営する外部公開 web サーバのセキュリティ対策が不十分であった問題等への対処を行った。

(14) 産業技術アーキテクト (Innovation Architect)

所在地：つくば中央第2

人員：0名 (0名)

概要：産業技術アーキテクトは、産総研が我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすため、理事長の命を受けて、研究所を核としたイノベーションの創出及び推進等に関わる業務を統括する特別な職として、平成18年12月1日に設置された。

産業技術アーキテクトの役割は、(1)産総研内外、特に産業界の有識者と積極的に意見交換し、(2)産総研の研究成果をもとに外部の研究成果も取り入れて、将来の産業化シナリオを描き、(3)産総研と産業界との戦略的連携やプロジェクトを立案・推進することである。

機構図 (2007/3/31現在)

産業技術アーキテクト

(15) 先端情報計算センター (Tsukuba Advanced Computing Center)

所在地：つくば中央第1、先端情報計算センター

人員：20名 (3名)

概要：先端情報計算センターは、我が国有数の情報技術に関する研究を行っている産総研の特長を最大限に活かし、最先端の技術の知見を用いて、全所的な情報ネットワークの構築・管理、情報セキュリティポリシーの運用、及び業務システムや高性能コンピュータを含む情報システムの構築・管理・支援を実施している。また、これら情報システムの高度化を図り、より生産的な研究活動と円滑で効率的な業務推進を支援する役割を担っている。

機構図 (2007/3/31現在)

先端情報計算センター長 (兼)大蒔 和仁

次長 久野 巧

審議役 木本 裕司

部総括 (情報企画チーム長) 森 一彦

部総括 (情報システム管理チーム長) (兼) 久保 潤一

(情報セキュリティチーム長) 益子 利和

(情報ネットワークチーム長) (兼) 久野 巧

(イントラ企画チーム長) 田沼 弘次 他

情報企画チーム、情報セキュリティチーム、情報ネットワークチーム、情報システム管理チーム、イントラ企画チームの5チーム体制で、下記の業務を実施した。

(情報セキュリティの向上)

所内のウィルス感染 PC による所外への影響を最小限にする対策、所内の二次感染の防止対策を実行し、一般ユーザを対象とする情報セキュリティ研修を実施するとともに、OS 等の脆弱性情報や、コンピュータウィルスに関する情報について重要度に応じ、イントラネットの掲示板を活用し利用者に連絡して注意を促した。また、情報セキュリティ監査を実施した。

(産総研ネットワークの運用、保守、管理)

研究拠点間広域通信網 AIST-WAN を含む全所的な情報ネットワーク AIST-LAN を安定的に運用した(研究所全域の障害は1件、5分間のネットワーク停止。事業所あるいは地域センター規模の障害は2件、平均15分間の停止)。また、研究所共通の業務用公式 WEB サーバ及びメールサーバを安定稼働させた(全ユーザに係る障害は0件。一部サービスの障害は8件、平均65分間の停止)。メールサーバ上での SPAM メール(迷惑メール)対策を強化して、ユーザに転送される SPAM の数を低減した。

(基幹業務システムの運用、保守、管理)

基幹業務システム運用時間は99%程度の高可用性を達成した。「安全教育管理システム」を開発し、採用・受入時における安全教育実施の徹底を図った。また、「旅行命令発令システム」を開発し、旅行命令行為のシステム化を図った。ファイル共有システムにアクセス記録閲覧機能を追加し、セキュリティ機能を向上させた。

(16) 特許生物寄託センター (International Patent Organism Depository)

所在地：つくば中央第6

人員：5名 (2名)

概要：

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物の受託並びに求めに応じての分譲業務を行う。
- ・寄託生物種の生存試験等を行うとともに、これに関連する保存技術及び形質維持の高度化を指向する研究開発を行う。

機構図 (2007/3/31現在)

センター長 山岡 正和

└─ 副センター長

└─ 微生物細胞寄託技術主査 宮本 恭恵

—	動物細胞寄託技術主査	(兼)山岡 正和
—	植物細胞寄託技術主査	(兼)鈴木 馨
—	寄託業務総括主幹	西尾 英治
—	特許生物特別研究室長	(兼)山岡 正和

特許生物寄託センターは、特許庁長官から指定された寄託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物を受託・分譲している。

特許生物寄託制度について

生物に関連した発明について特許出願する際は、寄託機関にその生物を寄託し、寄託機関が発行する受託証を提出する必要がある。寄託機関は、その生物の生存等を確認し、必要な期間保存する。また、第三者に試験・研究を目的として生物の試料を分譲する。

※ブダペスト条約

国際特許出願する際、ブダペスト条約が発行される前は、出願国毎に生物を寄託する必要があり大変不便であったが、条約発行後は、条約上の寄託機関として認められた国際寄託当局のいずれかに寄託すれば、条約加盟国すべてに特許出願ができるようになった。

平成18年度寄託等の件数及び手数料収入実績

事 項	微生物の保管手数料					試料の分譲手数料					
	原寄託	新規寄託	再寄託	継続寄託	寄託特例	菌株分譲		海外送付追加(一般)		海外送付追加(動物)	
	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)
件 数	244	358	5	3817	5	103	113	22	1	3	0
金額(円)	53,680,000	7,518,000	80,000	41,987,000	80,000	1,030,000	1,130,000	3,300	150	99,000	0

事 項	証明書の手数料						情報の通知手数料		合 計	
	届出に関する証明		最新の生存情報証明		生存試験証明		情報通知			
	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国内)	(国際)		(国内)
件 数	0	0	2	1	0	0	1	2	0	4,677
金額(円)	0	0	4,000	2,000	0	0	2,000	4,000	0	105,619,450

(17) ベンチャー開発戦略研究センター (AIST Innovation Center for Start-ups)

所在地：丸の内サイト

人 員：14名(6名)

概 要：ベンチャー開発戦略研究センターは、文部科学省からの受託事業である科学技術振興調整費「戦略的研究拠点育成」事業を産総研が実施するにあたり、平成14年10月15日に開設された。当センターの事業の主な目的は、次のとおりである。

1. ベンチャー創出プラットフォーム機能の構築
産総研の組織・制度・意識改革を推進することにより、産総研をベンチャー企業創出プラットフォームへと変革する。
2. ベンチャー企業創出の実践
産総研をはじめとする公的研究機関・大学の技術シーズをもとにした成長性の高いベンチャー企業の創出を実践する。
3. 大学・公的研究機関発技術シーズの起業化システムの研究
産総研におけるハイテク・スタートアップ創出の実践事例と国内外のベンチャー企業創出事例について調査研究を通じて蓄積したノウハウ及び課題の抽出等

を通じて、公的研究機関・大学発ベンチャー企業創出のための最適システムを確立する。

平成18年度は、上記の目的を達成するため以下の取り組みを実施した。

1. ベンチャー創出プラットフォーム機能の構築
職員を対象としたベンチャー創出に関する各種研修や、ベンチャー創出事例や支援施策を説明した「ベンチャー創出実践セミナー」をつくば、臨海副都心、関西、中部の各拠点で実施したほか、公開のシンポジウム「イノベーションとベンチャー創出」、ワークショップ「ハイテク・スタートアップ創出戦略」等を開催し、職員の意識改革を図った。
2. ベンチャー企業創出の実践
ベンチャー企業の創出を目指したプロジェクトチームである「スタートアップ開発戦略タスクフォース(TF)」に関して、新規採択8件、継続9件の合計17件についてタスクフォースを設置した。また、タスクフォース以外についても、法務・財務・税務等に関する専門家による相談窓口の設置、法人登記手続きや兼業申請手続きの代行等の支援を行い、ベンチャー企業創出を促進した。これらの結果、平成18年度は、新たに15社のベンチャー企業を創出し「産総研技術移転ベンチャー」等の累計は84社となった。

業務報告データ

○スタートアップ開発戦略タスクフォース

- ・ベンチャー創出・支援研究事業15件及びベンチャー支援任用2件
新規採択 8件（応募数は14件）
継続案件 7件
- ・ベンチャー支援任用
新規採択 0件（応募数は8件）
継続案件 2件

○ベンチャー支援室が受けた創業関連相談件数

87件

○会社設立事務の支援実施数

9件

○「産総研技術移転ベンチャー」等の企業数

- 新規15社（累計84社）
- ・産総研技術移転ベンチャーのうち、スタートアップ開発戦略タスクフォース発ベンチャー企業数
新規10社（累計34社、称号未付与3社を含む）
内訳 新規創業10社（累計26社）（下表1の「TF 案件」8社、下表未記載の2社は2007/3/31現在で称号未付与）
新規共同研究0社（累計8社）

表1 平成18年度創出の技術移転ベンチャー等一覧[T1]

No.	企業名	創出元研究ユニット	TF 案件
1	(有) モルラボ	環境管理技術研究部門	TF 案件
2	プロワート (有)	生物機能工学研究部門	TF 案件
3	Afje (株)	先進製造プロセス研究部門	TF 案件
4	NS マテリアルズ (株)	ナノテクノロジー研究部門	TF 案件
5	(株) ベクトル・ダイナミックス	計測標準研究部門	TF 案件
6	(有) リフレバイオテクノロジー	エネルギー技術研究部門	
7	(株) 融合技術研究所	大津フェロー	
8	ジェナシス (株)	生物機能工学研究部門	TF 案件
9	IDUR (株)	情報技術研究部門	
10	(株) リドクシオン	エレクトロニクス研究部門	TF 案件
11	(株) ケア・フォー	実環境計測・診断研究ラボ	
12	YAMAZAKI-DDS (株)	ナノテクノロジー研究部門	
13	(株) 札幌バイオ工房	ゲノムファクトリー研究部門	
14	(株) E&E SYSTEM	エネルギー技術研究部門	TF 案件
15	GISMEC (株)	エネルギー技術研究部門	

○研修

- ・「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けビジネスプラン作成演習」（1泊2日）
参加人数：8名
- ・ベンチャー創業に関心を有する研究者向けアラカルトセミナー（2時間）
8回実施
参加人数：262名
- ・新規採用職員のための研修（2時間）
1回実施
参加人数：89名

○一般公開イベントの開催

- ・第2回ワークショップ「ハイテク・スタートアップス創出のプラットフォーム」
～ハイテク・スタートアップス創出戦略～

平成18年10月25日開催

会場：学術総合センター・一橋記念講堂

参加者数：125名

- ・第5回シンポジウム「イノベーションとベンチャー創出」－研究室から社会への飛躍－

平成19年2月21日開催

会場：日本青年館大ホール

参加者数：275名

- ・第3回タスクフォース成果報告会

平成19年2月6日開催

会場：薬業健保会館

参加者数：84名

○展示会・見本市への出展

10イベント

- 1 第58回ビジネスショウ TOKYO

開催期間：平成18年5月17日～19日

開催場所：東京ビッグサイト

- 2 第36回国際電子回路産業展

開催期間：平成18年5月31日～6月2日

開催場所：東京ビッグサイト

- 3 いばらき産業大県フェア2006

開催期間：平成18年7月13日～14日

開催場所：東京ビッグサイト

- 4 イノベーション・ジャパン2006

開催期間：平成18年9月13日～15日

開催場所：東京国際フォーラム

- 5 バイオジャパン2006

開催期間：平成18年9月13日～15日

開催場所：大阪国際会議場

- 6 コールセンター/CRM デモ&コンファレンス2006

開催期間：平成18年11月16日～17日

開催場所：池袋サンシャインシティ 文化会館

- 7 全日本科学機器展 in 東京 2006

開催期間：平成18年11月29日～12月1日

開催場所：東京ビッグサイト

- 8 中小企業総合展2006 in Tokyo

開催期間：平成18年11月29日～12月1日

開催場所：東京ビッグサイト

- 9 SEMICON Japan 2006

開催期間：平成18年12月6日～8日

開催場所：幕張メッセ

10 nano tech 2007

開催期間：平成19年2月21日～23日

開催場所：東京ビッグサイト

(18) 地質調査情報センター (Geoinformation Center)

所在地：つくば中央第7

人員：23名(9名)

概要：地質調査情報センターは、産業技術総合研究所内の地質分野の研究部門・センター、広報部地質標本館等との密接な連携のもとに、地質・地球科学の調査・研究に関する企画・立案と、信頼性の高い、公正な地質情報を国民に提供している。また、国土の利用、地震・火山噴火等の災害対策、資源の確保、環境問題などへの対応に効果的に使われるべき公共財として、地質情報の活用の利便性向上を図っている。

機構図(2007/3/31現在)

[地質調査情報センター]	センター長	栗本 史雄
	総括主幹	下川 浩一、谷島 清一
	[地質調査企画室]	室長 佐脇 貴幸
	[地質情報整備室]	室長 牧本 博
	[地質資料管理室]	室長 中澤 都子

地質調査企画室

(Geological Survey Planning and Coordinating Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報の整備・統合・発信、及び法制化・標準化・国際関係・産学官連携に関する業務において、「地質の調査」業務に係わる研究センター・部門・地質標本館等と連携し、関係ユニット間の連絡会議・各種部会・委員会の運営を行い、調整・企画立案を行うとともに、関連する外部の委員会や機関・団体への対外的窓口の役割を果たした。対応した政府機関としては、経済産業省(知的基盤課、産総研室、情報処理振興課等)、文部科学省(地震調査研究推進本部、海洋地球課等)、内閣府(国際防災連絡会議等)、国土交通省(技術調査課等)がある。また、外部機関・団体との連携に関する具体例としては、産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」、自治体一産総研地質地盤情報連絡会(産業技術連携推進会議の部会へ再編)、全国地質調査業協会連合会一地質調査総合センター懇談会、京都大学一地質調査総合センター連絡会、石油天然ガス・金属鉱物資源機構一地質調査総合センター懇談会等がある。さらに、各種学会・展示会等におけるブース出展を通して、地質調査総合センターに関わる

成果の普及・情報発信に努めた。これらにより、産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化し、関係方面のニーズの把握と成果発信によるフィードバックを行った。特に地質地盤情報協議会については、5回の意見交換会の結果を元に、提言書を取りまとめた。

地質の調査等に係わるさまざまな国際共同研究や国際協力活動を関連ユニットや外部機関と連携して取りまとめ、地質調査総合センターの対外的窓口の役割を果たした。具体的には、CCOP(東・東南アジア地球科学計画調整委員会)、ICOGS(国際地質調査所会議)、総合国際深海掘削計画(IODP)等の多国間国際組織への国の窓口としての役割を担った。

これらのうち、CCOPについては、旧研究コーディネータがCCOPの議長を2006年1月から2年間務めている。これにより、日本はこれまで以上にアジアにおける地球科学分野のネットワークの要として機能していく体制が強化されたと言える。さらに、日本国内の関係機関の協力の下、CCOPの活動を支えるための組織として「CCOP国内支援委員会」を組織し、産総研のみならず国全体としてCCOPに対応していることを明示できるようにした。

国際地質科学連合(IUGS)とユネスコが主催する国際惑星地球年(2007-2009年)の活動を支援するために、日本学術会議IYPE小委員会の推進事務局を産総研に設置し、2007年からの開始年に合わせ、2007年1月22日、東京大学小柴ホールにて「IYPEシンポジウム『国際惑星地球年2007-2009』開催宣言式典」の開催準備及び運営に貢献した。また、ジオパーク活動についても、日本における事務局機能を担っている。

平成19年3月に発生した能登半島地震については、地質調査所時代以来保有してきた地質情報をもとにして、活断層研究センターとの連携の下で、Webに能登半島地震に関する速報を掲載した。また、トンガの海底火山噴火、インドネシア・メラピ火山噴火等については、Webに成果を公表するとともに、地質情報研究部門と連携しつつ、相手国機関に対して情報を提供した。

地質情報整備室

(Geoinformation Management Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報整備室は、産総研の「地質の調査」業務に基づく地質・地球科学に関する研究成果の出版及び管理、地質情報の標準化整備及び数値化、並びにこれら研究成果の普及に関する業務を行った。

研究部門・センターで作成された地質図・地球科学図の編集と出版、研究報告書の編集と出版、数値地質図やデータ集のCD-ROM出版、及び「地質ニュース」の編集協力を行っている。また、既刊出版物の管理・頒布・払い出しを継続して行った。地質情報整備ではJIS基準ほかに基づく標準化を進めており、既刊地質図類のラス

研究関連業務

タデータ・ベクトルデータ整備を実施した。

また、地質標本館と協力して地質情報展の開催、地質関連イベントへの参加等の成果普及の活動を行うとともに、地質図類のより一層の利活用促進を目指し、Web等を通じて研究成果品の紹介・普及を進めた。

測量等関連情報や地質・地球科学に係わる知識・技術・成果をファクトデータベースとして整備・提供することを定常的業務として分掌し、地質災害等緊急時の機動的な情報収集・発信に資した。

国内外の多くの機関との文献交換等による地質文献資料を収集し、その管理・提供を行い、日本地質文献データベース（GEOLIS+）と世界地質図データベース（G-MAPI）の更新・維持管理を行った。

また、ますます重要性を深める政府クリアリングハウスやCCOP加盟の東・東南アジア各国へのメタデータ提供・環境整備を実務として担い、関係国際会議等に尽力した。

地質資料管理室（Geoinformation Services Office）
（つくば中央第7）

概要：地質資料管理室は、地質情報の系統的整備業務を目的として、地質文献資料の収集・管理・提供、地質文献データベースをはじめとする地質情報メタデータ、また物理探査調査研究活動データベース、及びデータベースの整備充実と統合化を組織的に推進した。地形変動

地質の調査

① 地球科学図

本年度の各種地質図類の編集・発行は、20万分の1地質図幅4件、5万分の1地質図幅7件、火山地質図2件、重力図1件、海外地球科学図1件、単独（日本の熱水系アトラス）1件、数値地質図2件である。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
	図類・冊子		
20万分の1地質図幅	4・0	2,000	屋久島、白河、山口及び見島、長岡第2版
5万分の1地質図幅	5・7	各 1,500	那覇及び沖縄市南部、糸満及び久高島、福井、仙崎、伊野、父島列島、青梅（青梅のみ2,000部）
火山地質図	2・0	1,800 2,000	No.14 口永良部島火山地質図 No.2 有珠火山地質図（第2版）
重力図	1・0	1,100	No.25 広島地域重力図
海外地球科学図	1・1	1,500	300万分の1 東アジア鉱物資源図
単独	冊子1	1,200	日本の熱水系アトラス
数値地質図 （CD-ROM版）	CD-ROM 1	1,000	GT-3 九州地方ー大分地域ー豊肥地熱地域の簡易統合的処理データ・プログラム集
	CD-ROM 1	1,000	G-3 20万分の1地質図幅集（画像）第3版

② 地球科学研究報告

本年度の研究報告書は、地質調査研究報告が57-3/4号～57-11/12号5件、活断層・古地震研究報告第6号（2006年）1件、地質調査総合センター速報3件である。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
地質調査研究報告	5	各 1,600	Vol.57 No.3/4～Vol.57 No.11/12
活断層・古地震研究報告	1	1,800	活断層・古地震研究報告 第6号（2006年）
地質調査総合センター速報	3	150	No.38 瀬戸内海の家砂利資源採取による広域的環境影響評価と管理に関する研究
		270	No.39 千島弧ー東北日本弧会合部の海洋地質学的研究 平成18年度研究概要報告書ー日高沖海域ー
		200	No.40 太平洋プレート北西縁辺部における地球史の解明の研究ーGH05 調査航海速報ー
地質ニュース	12	各 3,000	No.620～631（地質調査総合センター編集、株式会社発行 1,180部買い上げ）

③ 刊行物販売状況

研究成果普及品のうち「地質の調査」に係るものは、地質情報等有料頒布要領（17要領第47号）により地球科学図及び地球科学データ集について、地質調査情報センターが有料頒布業務を遂行することになっており、平成18年度は次頁のように有料頒布を実施し、収入を得た。

○平成18年度研究成果普及品頒布収入

12,985,543円

内 訳	頒布部数	頒布金額
委託販売収入（5社合計）	6,734	10,500,039
直接販売収入（地球科学図ほか）	662	1,324,624
直接販売収入（オン・デマンド）	826	1,160,880
合 計	8,222	12,985,543

○平成18年度シリーズ別 頒布部数トップ5

シリーズ名	頒布部数
5万分の1地質図幅	2,764
数値地質図	1,943
20万分の1地質図幅	967
火山地質図	560
構造図	165

○平成18年度出版物別 頒布部数トップ10

シリーズ名	出 版 物 名	頒布部数
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「関東甲信越及び伊豆小笠原諸島」	175
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「北陸、中部及び近畿」	167
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「中国西部、九州及び南西諸島」	128
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「中国東部、中国中部及び四国」	119
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「東北」	118
単独	日本の地球化学図	113
数値地質図	100万分の1日本地質図第3版 CD-ROM 版第2版	108
火山地質図	雲仙火山地質図	106
数値地質図	日本温泉・鉱泉分布図及び一覧（第2版）CD-ROM 版	102
数値地質図	20万分の1地質図幅集「北海道南部」	100

④ 文献交換

「地質の調査」に係わる研究成果物をもとに、国内外の「地質の調査」に関係する機関と文献交換を行い、地質文献資料の網羅的収集に努めている。さらに、収集資料の明確化と広範囲の利用者の利便性を考慮して、地質文献データベースを構築し、インターネットで公開を行っている。

国内外交換先

	計	JAPAN	EUROPE	ASIA	AFRICA	U.S.A.	CANADA & C. AMERICA	SOUTH AMERICA	OCEANIA
国 数	157	1	36	40	44	1	12	12	11
機関数	1,312	582	253	186	69	93	38	52	39

交換文献内訳

	計	地質調査研究報告	その他報告類	地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)	その他図幅	CD-ROM
件 数	19	4	2	2	6	5
所外送付部数	4,810	2,156	786	317	783	768
国外送付部数	5,679	2,230	251	492	1,454	1,252

⑤ 文献情報活動

文献交換等で収集した地質文献資料の効果的・効率的な利用を目指して、地質文献データベースを構築し、Web公開している。このデータベースは日本及び周辺地域に関する地球科学の文献データベースである GEOLIS+（日本地質文献データベース）と、所蔵する外国の地質図類の書誌データを収録する G-MAPI（世界地質図データベース）の2つから成り立っており、ともに同様の検索方法を採用していること、また、GEOLIS+は地図検索不要の利用者への対応として地図を使用しない検索システムを開発・公開していることから、利用者インターフェイスの利便性が非常に増し、利用アクセス数の飛躍的な伸びをみた。さらに、G-MAPIは拡大・縮小機能のついたサンプル

研究関連業務

地図表示の充実に努め、利用者への情報提供サービスの質の向上に努めた。GEOLIS+の蓄積データ数は285,622件（内位置情報データは11,531件）、Web公開で年間927,382件のアクセス数があり、G-MAPIはデータ数20,229件で、Web公開での年間アクセス数は72,889件となって、2つのデータベースを合わせて年間アクセス数が1,000,271件となり100万件を突破した。

受入

	単行本（冊）	雑誌（冊）	地図類（枚）	研究資料集・受託研究資料	電子媒体資料（個）
購入	232	115	29	0	15
寄贈・交換	328	4,302	2,065	13	159
計	560	4,417	2,094	13	174

製本・修理（冊） 832

地質文献データベース

	採録数	登録数	アクセス件数
GEOLIS+	17,361	285,622	927,382
G-MAPI	3,053	20,229	72,889

閲覧・貸出など情報提供

所外閲覧者	入館者（括弧内外国人）	閲覧件数	貸出件数	返却件数
127	7,027(193)	2,697	5,977	5,340

地質文献複写外部委託

件数（件）	通常コピー（枚）	カラーコピー（枚）	電子媒体（部）
2,213	17,358	626	3

⑥ メタデータ・データベース

「地質の調査」の成果を一般に普及し、より高度な利活用をはかるとともに、研究活動の一層の効率化を促進させるため、研究で用いた様々なデータや成果を利用可能なデータベース化し、また、その検索を高度で効率良く実行するためのメタデータを作成し、電子政府クリアリングハウスで運用している。地質図・地球科学図は「地質の調査」による成果のうちで最も一般的で普及が必要であり、その利活用のために数値化整備を進めている。また、国内の物理探査調査研究活動についてのまとめも公表した。

メタデータ整備業務では、電子政府クリアリングハウスのノードサーバーにおいて、標準フォーマットJMP第2版に基づくメタデータを1,512件整備しWeb公開した。また、地質情報整備部会を核としてRIO-DB構築支援等を積極的に行い、地質情報総合メタデータクリアリングハウスに、日本版1,519件・アジア版4,235件のメタデータを整備しWeb公開した。

地質図類ベクトル数値化整備業務では、5万分の1地質図幅20図幅、20万分の1地質図幅1図幅及び海洋地質図6件をベクトル数値化し、データの校正・編集を行った。

物理探査調査研究活動データベースでは、アンケート等による収集を行い、新規データ160件を追加登録し、既存分を合わせて8,496件を整備した。また、1949年～1990年発行の旧冊子の約5,000頁のpdf画像閲覧に検索機能を付加し、データを充実させつつ使い勝手を向上させた。

平成18年度地質図・地球科学図データベース及びメタデータ整備

1. 地質図・地球科学図データベース整備（件数）	
5万分の1地質図、20万分の1地質図等の数値化数	27
2. メタデータ整備（件数）	
電子政府クリアリングハウス：メタデータ登録数	1,512
地質情報総合メタデータ（日本版）：メタデータ登録数	1,519
同上（アジア版）：メタデータ登録数	4,235
物理探査調査研究一覧登録数	8,496

(19) 計量標準管理センター (Metrology Management Center)

所在地：つくば中央第3

人員：36名(23名)

概要：計量標準は円滑な国際通商を実現するため不可欠であり、さらに産業技術や研究開発の技術基盤であるとともに、環境・安全を評価するための技術基盤を与えるなど、国民の生活に密着したものである。

社会に必要とされる計量標準を的確に把握してその整備・普及の方向性を見出し、標準の供給を的確に行うとともに、計量標準に係わる活動の成果を社会に広く普及していく役割を担っている。

機構図(2007/3/31現在)

[計量標準管理センター]

センター長 三木 幸信

副センター長 堀田 博幸

総括主幹 計良 寛 他1名

[計量標準計画室]

室長 岸本 勇夫 他7(4)名

[標準供給保証室]

室長 奈良 広一 他11(10)名(内2名は兼任)

[標準物質認証管理室]

室長 梅原 博行 他2(1)名

[国際計量室]

室長 檜野 良穂 他9(8)名(内2名は兼任)

[計量研修センター]

センター長 秦 勝一郎 他7(6)名(内3名は兼任)

計量標準計画室 (Metrology Planning Office)

(つくば中央第3)

概要：計量標準の開発や供給を欧米先進国並に充実させるため、研究実施部門と密接に連携して、計量標準整備計画の策定、維持、改善を図るとともに、講演会や成果発表会などの開催、報告書・モノグラフの発行などを通して、新しい計量標準に関する研究成果の発信を行っている。

また、計量標準に係る活動内容や研究成果などを広く普及させるため、ホームページ、ビデオ、展示会、パンフレット等、様々な形態の広報活動の企画・運営を行っている。

標準供給保証室 (Metrology Quality Office)

(つくば中央第3)

概要：産総研の成果である多岐にわたる物理系計測標準の供給事務(申請書受付、証明書類発行など)を一元的に行うとともに、その信頼性を保証するために必要なISO/IEC17025、ガイド65に基づいた品質システムの支

援業務を行う。

標準供給業務としては、次のものがある。

- ・ 特定計量器の検定、比較検査、基準器検査
- ・ 特定計量器の型式承認試験
- ・ 特定二次標準器の校正
- ・ 特定副標準器の校正
- ・ 技能試験参照値の付与
- ・ 研究開発品の頒布
- ・ その他計量に係わる試験・校正サービス

標準物質認証管理室 (Reference Materials Office)

(つくば中央第3)

概要：産総研において研究開発された標準物質の頒布に関する事務を行うとともに、その品質を保証するために必要なISOガイド34、ISO/IEC17025に基づいた品質システムの支援業務を実施している。主な業務としては、標準物質の認証のための業務(標準物質認証委員会の開催、標準物質認証書の発行等)、標準物質の該当法規に従った安全な管理、標準物質の頒布業務、標準物質に関わる技術相談、ホームページやカタログ配布等による標準物質関連情報のユーザーへの発信などがある。

国際計量室

(International Metrology Cooperation Office)

(つくば中央第3)

概要：計量標準・法定計量に関わる国際戦略策定の取りまとめ。国際メートル条約、及び国際法定計量条約に関係する各種国際会議・委員会・作業委員会(国際度量衡総会、国際法定計量会議等)への対応。国際相互承認(CIPM-MRA、OIML-MAA)への対応。計測標準研究部門が参加する国際比較等の支援・管理。二国間MoUに基づく国際活動の取りまとめ。途上国支援のためのJICAプロジェクト等の管理。途上国向け技術研修コースの運営。国際事務局(APMP及びAPLMF)の支援などを実施している。

計量研修センター (Metrology Training Center)

(つくば中央第1)

概要：計量研修センターは、都道府県・特定市の計量行政公務員の研修及び民間の計量技術者に対して、一般計量士、環境計量士の資格付与などのため、一般計量関係及び環境計量関係の教習を企画・実施する研修機関である。前身は、1952年に当時の通商産業省傘下に創設された計量教習所で、2001年に独立行政法人化し、産総研に合流した。

年間約700人の研修生を迎えて一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習、短期計量教習、環境計量教習(濃度関係)、環境計量教習(騒音・振動関係)、及び地方公務員のための特定教習などの教習を企画し実施している。また、計量標準に係わる校正事業者認定制度

の品質システム審査員研修、技術者研修などを実施している。

業務報告データは、計量標準総合センターの業務報告データに記載。

(20) 技術情報部門
(Technology Information Department)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西、東京本部

人員：31名（18名）

概要：技術情報部門は、経済産業省や NEDO 等の外部機関と連携をとりつつ、研究機関、産業界、学協会、行政等から産業技術の研究開発動向に関する情報を収集、分析し、その結果に基づいて研究開発や技術政策の方向性に資する情報の提供を主な業務としている。また、産総研を最適に運営するためのマネジメントや組織の評価に関する調査・分析、政策上重要な課題の調査、研究情報に関するサービスの提供を行うとともに、産総研の研究能力を最大限に発揮するため、各研究ユニットの研究活動に関する技術動向調査や識者の意見を収集して関係部署へ提供する。

機構図（2007/3/31現在）

[技術情報部門]	部門長	岩本 晃一
	審議役	立石 裕
	審議役	及川 信一
	総括主幹	星野 春次
[技術情報部門付]	総括主幹	阿多 誠文
	総括主幹	(兼)小笠原 敦
	総括主幹	佐脇 政孝
	総括主幹	横田 慎二
	総括主幹	高橋 淳子
	主幹	石橋 賢一
	主幹	森 郁恵
	主査	森本 慎一郎
[技術情報企画室]	室長	(兼)立石 裕 他
[戦略経営調査室]	室長	遠藤 秀典 他
[イノベーション経営研究室]	室長	(兼)遠藤 秀典 他
[図書業務室]	室長	早川 行男 他
[研究情報整備室]	室長	濱崎 陽一 他

技術情報部門付 (Research Staff)

(つくば中央第2、東京本部)

概要：調査・分析業務を専門とするスタッフとして、産業技術情報、研究関連情報などを系統的に収集分析す

るとともに、ナノテクノロジーの社会受容促進や持続性に向けた産業科学技術委員会などの戦略的な課題に対処する。

技術情報企画室

(Technology Information Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研における重点研究分野を中心に、産業技術の研究開発動向、経済動向、学術動向、政策動向等に関する調査を進め、関係部署への情報提供を行うとともに、部門における技術情報の収集・分析に係る企画及び立案並びに総合調整、情報発信等の業務を行う。

戦略経営調査室

(Strategic Management Research Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究開発等の状況把握、知識マネジメント等の組織運営のあり方、新たな規格認証等による研究開発成果の活用の方策、海外を含む公的研究機関等の効果的な制度等及び科学技術政策システム等、産総研が国家イノベーションシステムへの貢献並びに社会的問題解決等の役割を効果的に果たしていくために必要な戦略経営に係る調査を行う。

イノベーション経営研究室

(Research Office for Innovation Management)

(つくば中央第2、東京本部)

概要：中・長期的な研究開発の方向性等に関する社会、産業及び学術等の技術開発を取り巻く環境の変化と相互関係とともに、それらに対応する研究開発システムのあり方に関する社会受容を含む研究開発の方法並びに設計に関する調査を行う。

図書業務室 (Library Office)

(つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西)

概要：研究活動を行うに不可欠な情報源である学術雑誌の収集・管理、文献情報の提供、各図書室の運営、各図書室からの図書情報の一元管理を行う。オンラインジャーナルによるサービスの提供、文献データベースの利用促進並びに所蔵データの整理・統一を推進する。

研究情報整備室 (Research Database Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果、研究人材、知的基盤に関連する情報をデータベース化して公開する。データ分析モデルの検討、システム化、所内外のデータベースなどとの連携を図り、情報基盤として整備する。

平成18年度調査実績及び活動報告

◆ 調査等の実績

題 目	担 当	概 要
技術情報部門のニュースレター“AIST TECHNO INFO”の発行	技術情報企画室	技術情報部門の広報誌として、産総研内の研究管理、組織運営に携わっている人を対象に、技術開発の最前線、各府省の技術政策、シンポジウムなどのスケジュール、研究所の運営に関する話題などを提供した。
技術情報部門 Techno Info Topics の発行	技術情報企画室	産総研の研究・運営に関連のある外部情報を定期的に収集・選択・要約し、産総研内部に提供する、技術情報部門 Techno Info Topics の発行を行った。
総合科学技術会議等の情報収集	技術情報企画室	総合科学技術会議専門調査会や、経済産業省産業構造審議会等の審議を傍聴し、情報収集を行った。
産総研イノベーション・ハブ構想の具体化に向けた実証調査	部門付・技術情報企画室	「公的研究機関が関与した研究開発」が、社会へ大きな貢献を果たした国内外の100事例について、関与機関の当時の研究経営と外部環境を研究開発担当者や技術移転を受けた企業関係者など、適切な関係者から聞き取るにより成功に至る過程を明らかにし、産総研のイノベーション・ハブ構想の具体化に資する知見を抽出した。
研究開発の強み・機会と構造に関する調査	部門付・戦略経営調査室	研究ユニット等の事例を対象に、研究開発の目指す市場等の「機会」とそれに関する競合機関や技術等との比較による「強み」及びその外部を含めた実施体制等の「構造」の調査を行い、組織的研究をより強力に推進するための方策について検討を進めた。
実績調査	戦略経営調査室	製品化等の段階に達した産総研の研究開発の20事例について、研究担当職員への面談調査を実施して、研究開発の範囲、過程と到達段階及びそれらにおける障害等の具体的内容を把握して、商品化等に向けた研究開発の遂行における課題について検討した。
知識資産マネジメント調査	戦略経営調査室	知識資産の増大や活用に関するマネジメントについて、全体像の整理及び研究開発企業における新たな価値観による研究テーマの創出とその推進の実態の調査を実施し、戦略経営を推進する方策の基礎資料の整備を進めた。
製品の性能やリスクに関する「認証」の調査	戦略経営調査室	知識資産の有効な活用の方策の一つとして、公的機関等が関与する認証の事例及び要件の調査を実施し、「認証」の社会システムにおける役割や必要な仕組み等の調査を進めた。
公的研究機関制度等調査	戦略経営調査室	産学官連携に関して、米国の研究大学における産学共同研究センター等の類型とそれぞれの成立過程及び運営等の調査を行い、多数の企業が参画する等の高いパフォーマンスを達成している要件等の分析を行った。
英国独法調査	戦略経営調査室	英国におけるエージェンシー等の公的機関の調査を行い、それらの多様な運営形態等の類型と評価及び今後に関する動向等の検討を進めた。
新技術の社会受容に関する調査	イノベーション経営研究室	組織間連携の視点を踏まえた我が国の民間企業の効果的なイノベーション・マネジメントシステムの在り方に関してサービスイノベーションを含めた議論を進めるとともに、コンビニエンスストアを例に、その発展における技術とサービスとの関係の調査を進めた。また、新たな情報技術に係る研究成果の取り扱い及び研究方法に係わるリスクの評価と管理に関する調査を行い、それらの可能性（リスク）と対応の方向性について取りまとめた。
ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査研究	部門付・イノベーション経営研究室	第3期科学技術基本計画の策定を受け、18年度においてはナノテクノロジーの社会受容促進に向けた研究開発の動きや政策の動きが活発になってきたところである。これらの動向及び海外の動向を把握し、情報発信や共通認識の場の提供を行った。また、上記の国内の動きの中で社会受容のために進めなければならない動きとして Public Engagement 及びリテラシーの向上に向けた取り組みを開始した。
持続性に関する調査	イノベーション経営研究室	所内に設置されている「持続性に向けた産業科学技術委員会」の事務局としての運営を行うとともに、本委員会の検討に係る基礎資料の整備等の調査を実施して支援した。
技術革新型企業創生プロジェクトールネッサンスプロジェクト	イノベーション経営研究室	本プロジェクトは、新しい日本型の技術経営モデルの確立とその普及等によって、成長ポテンシャルの大きな企業を日本にもっと増やすことを目的として実施され、急速な価格低下等に関するイノベーションとコモディティ化、技術と学術との関係等のサイエンス・リンケージ及びサービス分野におけるサービス工学等によるイノベーションを中心的な課題として検討を進めた。

研究関連業務

題 目	担 当	概 要
新技術社会受容円滑化調査研究(新たな情報通信技術の研究成果や研究方法に係るリスク評価・管理に関する調査研究)	審議役・イノベーション経営研究室	産総研の研究成果等情報通信関連の新技術の実用化・産業化の円滑化に資するため、研究成果の公表等の取扱い方法や研究方法を巡って、例えば関連法規への抵触の疑いを持たれる可能性等のリスクを評価するとともに、リスク管理のあり方について事例研究を通じて整理し、今後の産総研としての対応を考慮していく上での基礎資料を得ることを目的に調査研究を実施した。
二酸化炭素回収・貯留技術(CCS)への産総研の今後の取り組みに関する調査研究	審議役・イノベーション経営研究室	2005年のグレンイーグルズサミット以降、地球温暖化対策の決め手となりうる技術として世界的に脚光を浴びている二酸化炭素回収・貯留(CCS)技術に関して、その実用化に向けての研究開発等の課題や、中立専門機関としての産総研の役割りを民間企業の役割り等と対比しつつ整理し、今後の産総研の対応のあり方を具体化する政策提言を取りまとめることを目的に調査研究を実施した。
産総研が経済産業行政を支援している事例に関する調査	審議役・イノベーション経営研究室	産総研の事業成果について、研究論文、特許取得、研究成果の実用化・産業化と言った主軸から捉えるのみならず、経済産業行政に対する科学技術基盤の提供等、行政支援を通じた貢献の面からも捉えることにより、実態を一層明らかにするとともに、それを産総研と経済産業省において共有することによって今後の両者の連携関係強化に資することを目的に所内の事例調査を実施した。
研究成果発表データベース	研究情報整備室	論文、学会発表などの研究成果発表の情報を登録する研究成果発表データベースの運用とデータ管理を引き続き行うとともに、データのチェックによる登録漏れの低減を図った。個人評価システムと連携して研究業績リストを提供し、研究者データベースと連携して研究内容による人材の検索機能を提供する等、情報基盤として活用されており、研究者の事務負担軽減や業務効率化をもたらしている。また、インターネットにも公開しており、情報の定期的な更新を行った。英語版、日本語版の両方を提供することで、国内外への研究活動広報にも役立っている。
研究者データベース	研究情報整備室	研究内容から検索する機能を有し、「このような研究を実施している研究者が産総研に居るか?居るとすれば誰か?」という問合せに答えることのできるユニークな研究者データベースの構築を昨年度に引き続き行い、産総研ホームページで公開を開始している。また、科学技術振興機構(JST)の研究開発支援総合ディレクトリ(ReaD)とのデータ連携を行い、研究者DBとReaDとの研究者の情報を相互にリンクするとともにReaDへの論文データの登録を行った。
研究情報公開データベース(RIO-DB)	研究情報整備室	研究の過程で蓄積される計測データ、実験データ、文献情報などのファクトデータをデータベース化し、知的基盤としてインターネット上に公開している。前年度に引き続きTACCと連携してデータベース構築を推進するための技術的助言、管理などを行った。本年度は新規課題6件の構築に着手するなど構築に努めた結果、新たに3件のデータベースの外部公開を開始し、併せて91件のデータベースが公開中となった。総アクセス数は前年度比8%増の4,000万弱に達し、国内外から利用されている。
情報収集データベース	研究情報整備室	技術情報部門で収集した情報、取りまとめた情報などを蓄積・共有するためデータベースである情報収集データベースの構築を進めた。本年度は、部門で発行しているTechno Info Topicsの記事を対象とする部分の部門内運用を行った。

◆ セミナー及び報告書等

事項（担当室）	概要・内訳
産総研ランチョン・セミナー（技術情報企画室）	産総研の強みは、多様なバックグラウンドを有する研究者が一つの研究所で働いていることである。その強みを最大限に活かすために、複数の研究分野の研究者が交流し意見交換できる機会を積極的に提供するために、本セミナーを開催した。
技術情報セミナー（戦略経営調査室）	研究開発の推進に有用な最新情報の把握とその内容の理解を深めるため、企業等の講師による講演及び内外からの参加者によるディスカッションを行う技術情報セミナーを2回開催した。
内部討論会及び委員会等	<ul style="list-style-type: none"> 産業保安研究ビジョン検討会 社会における本格研究ワークショップ「持続性に向けた産業技術」 持続性に向けた産業科学技術委員会 ルネッサンスプロジェクト企画委員会 CCS（二酸化炭素回収隔離）勉強会 新技術社会受容勉強会
外部討論会及び委員会等	<ul style="list-style-type: none"> 経済産業省ナノテクノロジー政策委員会等 内閣府ナノテクノロジー懇談会 ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査研究 ディベート ルネッサンスプロジェクト オープンセミナー 情報技術分野における新技術の社会受容促進に関する調査委員会 「情報の学」討論会
シンポジウム	<ul style="list-style-type: none"> ナノテクノロジーの社会受容促進に関する国際対話、シンポジウム ルネッサンスプロジェクト 国内及び国際シンポジウム
内部報告書	<ul style="list-style-type: none"> 公的研究機関における成果指標に関する調査 平成17年度研究開発組織における知識資産マネジメント調査 英国エージェンシーの概要
外部公開報告書	<ul style="list-style-type: none"> 平成17年度科学技術振興調整費プロジェクト「ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査研究」報告書・政策提言（日本語版・英語版） 平成17年度科学技術振興調整費プロジェクト「ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査研究」第1回ワークショップ報告書 第2回 責任あるナノテクノロジーの研究開発に関する国際対話報告書 ナノテクディベート ～とことん話そう予防原則～ 報告書 ナノテクノロジーの将来像と社会への普及に関するシンポジウム 報告書 ルネッサンスプロジェクト ディスカッションペーパー
書籍等	<ul style="list-style-type: none"> 身近なナノテク 酸化チタン・酸化亜鉛を知る（平成19年4月） イノベーション創出の方法論

研究関連業務

1) 図書
蔵書

平成18年度末

センター・事業所	区分	単行本					雑誌					
		18年度受入数(冊)				総蔵書数 (冊)	18年度受入数(冊)				製本冊数 (冊)	総蔵書数 (冊)
		購入	寄贈	除籍	計		購入	寄贈	除籍	計		
北海道センター	外国	0	6	0	6	1,260	175	87	0	262	182	14,674
	国内	0	34	0	34	3,944	54	140	0	194	197	6,081
	計	0	40	0	40	5,204	229	227	0	456	379	20,755
東北センター	外国	0	0	0	0	429	101	0	0	101	101	5,683
	国内	1	103	0	104	2,064	46	0	0	46	46	1,817
	計	1	103	0	104	2,493	147	0	0	147	147	7,500
つくばセンター 第2事業所	外国	118	10	△ 6	122	67,033	1,889	1	△ 3	1,887	976	49,449
	国内	8	153	△ 2	159	67,695	330	1	△ 19	312	153	11,107
	計	126	163	△ 8	281	134,728	2,219	2	△ 22	2,199	1,129	60,556
第3事業所	外国	1	10	0	11	2,714	156	5	0	161	161	9,544
	国内	2	10	0	12	4,409	64	19	0	83	83	4,061
	計	3	20	0	23	7,123	220	24	0	244	244	13,605
第5事業所	外国	165	13	0	178	23,916	1,145	0	0	1,145	1,102	58,018
	国内	21	30	0	51	15,380	192	58	0	250	235	16,379
	計	186	43	0	229	39,296	1,337	58	0	1,395	1,337	74,397
第6事業所	外国	44	67	0	111	7,641	1,094	31	0	1,125	1,120	32,552
	国内	32	46	0	78	9,854	195	139	0	334	335	11,962
	計	76	113	0	189	17,495	1,289	170	0	1,459	1,455	44,514
第7事業所	外国	86	0	0	86	17,416	608	0	0	608	608	48,754
	国内	0	0	0	0	13,585	124	0	0	124	124	18,885
	計	86	0	0	86	31,001	732	0	0	732	732	67,639
東事業所	外国	204	2	0	206	15,257	644	208	△ 78	774	624	41,058
	国内	1	2	0	3	12,649	227	4	△ 536	△ 305	218	8,158
	計	205	4	0	209	27,906	871	212	△ 614	469	842	49,216
西事業所	外国	7	0	0	7	8,005	433	1	0	434	436	29,604
	国内	2	0	0	2	8,986	105	55	0	160	161	8,723
	計	9	0	0	9	16,991	538	56	0	594	597	38,327
中部センター	外国	24	5	△ 205	△ 176	6,914	359	0	△ 3,471	△ 3,112	278	43,877
	国内	53	23	△ 433	△ 357	9,432	99	23	△ 363	△ 241	122	11,354
	計	77	28	△ 638	△ 533	16,346	458	23	△ 3,834	△ 3,353	400	55,231
関西センター	外国	52	8	0	60	9,300	649	0	0	649	649	40,873
	国内	20	22	0	42	7,843	42	54	0	96	96	10,064
	計	72	30	0	102	17,143	691	54	0	745	745	50,937
中国センター	外国	0	1	0	1	1,559	197	0	0	197	167	10,572
	国内	41	2	0	43	3,521	106	44	0	150	72	2,813
	計	41	3	0	44	5,080	303	44	0	347	239	13,385
四国センター	外国	5	0	0	5	1,437	179	0	0	179	179	6,714
	国内	25	0	0	25	2,780	149	0	0	149	149	3,526
	計	30	0	0	30	4,217	328	0	0	328	328	10,240
九州センター	外国	0	5	0	5	2,810	358	0	0	358	358	15,454
	国内	0	0	0	0	5,352	153	0	0	153	153	13,801
	計	0	5	0	5	8,162	511	0	0	511	511	29,255
産総研 合計	外国	706	127	△ 211	622	165,691	7,987	333	△ 3,552	4,768	6,941	406,826
	国内	206	425	△ 435	196	167,494	1,886	537	△ 918	1,505	2,144	128,731
	計	912	552	△ 646	818	333,185	9,873	870	△ 4,470	6,273	9,085	535,557

* 関西センターには尼崎事業所及び扇町サイトの蔵書の一部も含む。

(21) 産学官連携推進部門
(Collaboration Promotion Department)

所在地：つくば中央第2

人員：149名 (66) 名

概要：産総研の使命である、国の安全・安心の確保及び産業競争力の強化に資する研究の促進、さらには新産業創出への貢献を実現するため、産学官連携推進部門は、産学官連携の円滑な推進に資する企画・立案・制度の効率的運用に努めるとともに、研究ユニットと産業界等との「対話とコミットメント」を促進し産業戦略をともに創造していく。

産学官連携推進部門の組織を図1に示す。

機構図 (2007/3/31現在)

[産学官連携推進部門]

部門長 濱 純
次 長 米田 理史
審 議 役 山口 佳和
審 議 役 伊東 一明
審 議 役 岡田 俊郎
総括主幹 井坂 正美

[産学官連携コーディネータ]

[北海道] 太田 英順、千葉 繁生
[東 北] 板橋 修
[つくば] 小高 正人、志村 洋文、名川 正信、
岡田 三郎、小木 知子、
古宇田 亮一、(兼) 三木 啓司
[中 部] 小田 喜一、藤井 篤、亀山 哲也、
渡村 信治
[関 西] 上原 斎、若林 昇、小黒 啓介、
佐藤 義幸
[中 国] 山本 茂之
[四 国] 細川 純、大井 健太、和田 英男
[九 州] 犬養 吉成

[連携企画室] 室長 平井 寿敏
総括主幹 田崎 英弘

[企業・大学連携室] 室長 伊藤 日出男

[地域連携室] 室長 三木 啓司
総括主幹 安田 進

[連携業務部]

部長 (兼) 伊東 一明

総括主幹 柳澤 剛

[連携管理検査室] 室長 鈴木 光男

[プロジェクト推進室] 室長 石井 正人
総括主幹 渡邊 利夫

[企画・大学契約室] 室長 草間 常夫

[工業標準部]

部長 松田 宏雄

[工業標準企画室] 室長 大曾根 均

[工業標準整備室] 室長 釜土 祐一

[地域産学官連携センター]
[北海道産学官連携センター]
センター長 北野 邦尋
総括主幹 滝田 哲雄

[東北産学官連携センター]
センター長 吉田 忠
総括主幹 水谷 芳樹
総括主幹 倉田 良明
総括主幹 高橋 裕平

[関東産学官連携センター]
センター長 (兼) 山口 佳和
総括主幹 花田 康行

[臨海副都心産学官連携センター]
センター長 守谷 哲郎
総括主幹 西沢 良教
総括主幹 東 晴彦

[中部産学官連携センター]
センター長 神崎 修三
総括主幹 三橋 一美
総括主幹 林 国貴
総括主幹 林 永二
総括主幹 堀尾 正和

[関西産学官連携センター]
センター長 請川 孝治
総括主幹 山田 実
総括主幹 牧原 正記
総括主幹 尾仲 敏也
総括主幹 大谷 和男
総括主幹 玉利 信幸
総括主幹 坪田 年
総括主幹 近藤 功
総括主幹 田中 隆裕
総括主幹 寒川 旭
総括主幹 (兼) 齋藤 俊幸

[中国産学官連携センター]
センター長 矢部 彰
総括主幹 黒田 正範

[四国産学官連携センター]
センター長 一條 久夫

[九州産学官連携センター]
センター長 伊ヶ崎 文和
総括主幹 村田 秀春
総括主幹 萩尾 剛
総括主幹 武内 鼓
総括主幹 田中 一裕

産学官連携コーディネータ

(Collaboration Coordinator)

(つくば中央第2、7地域センター)

概要：全国8センターに配置し、企業や大学等と産総研との連携の橋渡しを行う。主に以下のような役割を果たしている。

- ・企業や大学と産総研との連携プロジェクト（共同研究や受託研究関連業務）の企画・調整・立案
- ・企業等のニーズと産総研の有する技術シーズのマッチング
- ・産総研における研究成果の把握・掘り起こし・権利化の支援（知的財産部門と協力）
- ・産総研の有する知的財産権の民間への移転・事業化の支援（産総研イノベーションズと協力）

連携企画室

(Collaboration Planning and Coordination Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の産学官連携活動全般について企画・立案を行うとともに、地域産学官連携センターも含めた産学官連携推進部門全体の業務を円滑に推進させることを任務としている。中でも、産学官連携に関するさまざまな制度や活動の方針の企画・策定、事業予算や政策的支援予算の管理・運用、他の技術移転担当部署との連携による、研究成果のイベント出展活動など、連携活動の総合的な調整を行う。

企業・大学連携室

(Corporate and Academic Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果に基づいて、企業や大学との連携の推進、すなわち、共同研究、技術移転、人事交流を行い、産業や科学技術の発展に寄与することを任務としている。専門分野を担当する産学官連携コーディネータの活動を補佐し、共同研究、TLOを介した技術移転活動等、研究ユニットと産業界の橋渡しを行っている。

また、産学官連携活動における大学との連携として、連携大学院制度や共同研究の実施等を通じて、研究・人材交流を行っている。研究成果の移転を目的とした共同研究組織である「連携研究体」や情報交換による研究促進を目的とする研究会である「産総研コンソーシアム」の設立も推進している。これらの連携活動をスムーズに推進するための仕組み作りや、外部機関との各種協力協定の締結等も行っている。

地域連携室 (Regional Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：地域に関連する技術開発について、技術政策の立案や補助金等の技術審査及び各経済産業局が実施する戦略プロジェクトへの支援等を行っている。また、外部

からの技術相談窓口業務を遂行するとともに、産業技術連携推進会議事務局として、産総研と公設試験研究機関との良好な研究開発関連ネットワークの構築、強化を推進している。

また、産総研シーズを活用した地域産業の活性化を目的として、公設研研究者・中小企業者との間での製品化等の研究開発の共同実施を支援する地域産業活性化支援事業を行っている。

さらに、テクノナレッジネットワーク事業によるものづくり基盤技術情報データベースの充実、中小企業支援型研究開発事業による中小企業のシーズとニーズの製品化支援業務を行っている。

連携業務部

(Collaboration Affairs Division)

(つくば中央第2)

概要：連携業務部は、研究成果の普及・技術移転、産業界を担う人材育成等各種連携制度に係る契約事務等を行うとともに、これら各種連携制度の実行に伴い発生するリスクの管理等を行っている。また、近年、増加傾向にある外部研究資金について、その獲得を支援するための業務、並びに外部研究資金の適正な執行を確保するためのコンプライアンス活動等を行っている。

連携管理検査室

(Collaborative Administration and Inspection Office)

(つくば中央第2)

概要：受託研究等外部研究資金について、その適正な執行を確保するため、職員説明会の開催、自主点検等の実施を通じ、職員に対するコンプライアンスの向上に努めている。また、各種連携制度の実行に伴い発生するリスクについて、棚卸・分析、管理活動計画等を実施し、リスクの未然防止に努めている。

プロジェクト推進室

(National Project Collaboration Affairs Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研における研究成果の普及、技術移転等を図るための受託研究及び請負研究並びに産総研から他機関への委託研究に係る契約事務等の業務を行うとともに、受託研究及び研究助成金等外部からの研究資金獲得のための支援業務を行っている。また、外部からの現金、機械装置等寄付金の受入に関する業務を行っている。

企業・大学契約室

(Corporate and Academic Affairs Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研における研究成果の普及、技術移転等を図るための共同研究に係る契約業務、産業界を支える人

材の育成、産業技術力向上への貢献等のための外来研究員制度、技術研修制度及び博士研究員制度等に基づく外部人材の受け入れ業務、産総研における人的ポテンシャルを活用した連携大学院制度による学生指導、各種学協会・委員会への委員就任、依頼・受託出張等職員の派遣に関する業務、他機関との連携を推進するための連携研究体及び産総研コンソーシアム設立支援等の各種業務を行っている。

工業標準部 (Industrial Standards Division)

(つくば中央第2)

概要：工業標準部は、産総研の研究ポテンシャルを活用した標準化研究開発を実施することにより、工業標準化に貢献し、もって我が国の産業競争力強化や安心・安全な社会の実現に貢献する各種活動を行っている。これら活動は「産総研工業標準化ポリシー」「産総研・工業標準化戦略」に従って、組織的・戦略的に行っている。工業標準化を目的とした研究開発は、工業標準化研究として実施され、社会ニーズや、行政からの要請を受けて、交付金によって行う「標準基盤研究」、経済産業省からの委託を受けて行う「エネルギー・環境技術標準基盤研究」、「基準認証研究開発事業」などの事業として行っている。これら研究開発の成果は、国内標準(JIS)、国際標準(ISO、IEC)などの公共財として世の中に出され、社会に貢献する。近年は、国際標準の獲得に向けた取り組みを強化している。

また、工業標準部は、「くらしと JIS センター」を運営・管理し、(独)製品評価技術基盤機構と高齢者・障害者に配慮した標準化のための共同研究の実施を推進するとともに、「JIS パビリオン」を常設の展示室として運営・管理し、工業標準化の意義、概要などを分かり易

く紹介するとともに、産総研の取り組みや社会貢献事例について紹介するなど一般見学者への広報活動を行っている。

工業標準企画室

(Industrial Standards Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：工業標準化研究テーマの発掘・選定、研究開発の進捗管理、成果の普及・管理及び産総研における標準化活動に対する支援に関する業務、くらしと JIS センターの運営・管理を行っている。

また、ISO/TC229ナノテクノロジーの国内審議団体事務局として活動している。

工業標準整備室

(Industrial Standards Management Office)

(つくば中央第2)

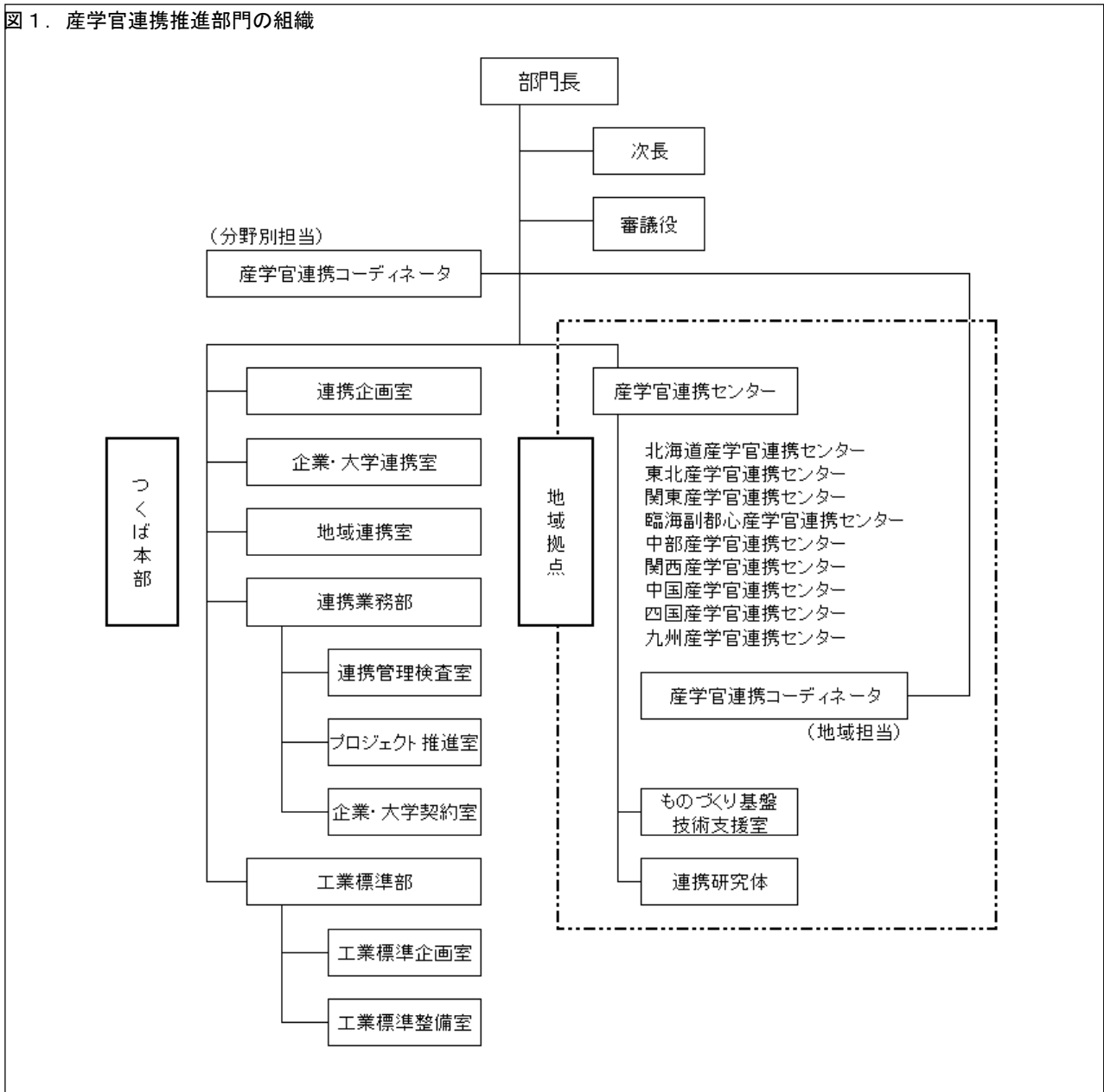
概要：産総研の研究成果の規格化に関する支援業務、工業標準に関する技術専門家(委員等)の産総研内外への推薦や派遣に関する業務を行っている。

地域産学官連携センター (Collaboration Centers)

(8地域センター、東京本部)

概要：全国8研究拠点、及び関東地域における産学官連携推進部門の窓口として地域の産業界・大学・公設研及び経済産業局等との連携活動を推進するとともに、地域産業技術連携推進会議への協力を行っている。臨海副都心を除く各産学官連携センターに設置された[ものづくり基盤技術支援室]は、技術相談窓口業務、技術情報のデータベース化、公設研ネットワーク他においてものづくり技術の普及を行っている。

図1. 産学官連携推進部門の組織



産業技術総合研究所

1) 共同研究

産総研が他機関と対等な立場で共同して行う研究であり、その種類として持ち帰り型、集中研型等がある。平成14年度から新たに資金提供型共同研究制度を導入している。

(共同研究)

共同研究ユニット別件数一覧

平成19年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
深部地質環境研究センター	地質	2001.04.01～2007.03.31		1				1
活断層研究センター	地質	2001.04.01～	1	2	1	1		5
化学物質リスク管理研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～						
ライフサイクルアセスメント研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	2	2	2	1		7
パワーエレクトロニクス研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	5	6	11	1		23
生命情報科学研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	4	4	9	2		19
生物情報解析研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	9	12	6	6		33
ヒューマンストレスシグナル研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	1	2	10	5	1	19
強相関電子技術研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～		3	4			7
次世代半導体研究センター	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	5	2	13	1	4	25
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	3	1	2	2		8
グリッド研究センター	情報通信エレクトロニクス	2002.01.01～	7	3	11	7		28
爆発安全研究センター	環境・エネルギー	2002.04.15～	2	5	25	5	1	38
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～	2	4	5	1	1	13
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	4	2	21	6	2	35
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	1	1	7	1		10
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～	4	5	4	2	1	16
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～	19	2	8	9	3	41
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	8	3	17	7		35
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～	5		5	2		12
ナノカーボン研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	6	1	6	2		15
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	11	1	35	26	2	75
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	3		8	5		16
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～	1	1	1			3
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	2		3			5
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	8		8	14	2	32
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～		2	1			3
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～			1	1		2
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	2	1	9	1	3	16
		小計	115	66	233	108	20	542
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	12	12	29	13	2	68
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	7	5	10	7	2	31
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	9	3	16	24	2	54
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	20	4	24	20	1	69
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	13	9	26	20	1	69
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	33	8	14	15	2	72
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	7	5	4	1		17
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	13	5	24	9	1	52
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	3	2	5			10
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	18	14	16	16	4	68
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	23	10	20	20	2	75
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	6	1	23	5	2	37
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	35	8	18	12	2	75
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	10	9	15	9	1	44
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	50	13	66	53	6	188
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	23	11	47	72	15	168
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	8	8	8	6	7	37
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	9	11	13	26		59
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	16	4	42	16	3	81
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	36	16	55	27	4	138
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	7	6	15	12	2	42
		小計	358	164	490	383	59	1,454
実環境計測・診断研究ラボ	標準・計測	2004.04.01～	21	4	7	22	1	55
シグナル分子研究ラボ	ライフサイエンス	2005.06.01～			2	8		10
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	8		2			10
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～	1	1	3			5
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	2		5	4		11
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	1	1	2	1		5
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						
		小計	33	6	21	35	1	96
フェロー、関連・管理部門等	その他		4	1	5	23	2	35
		計	510	237	749	549	82	2,127

※国内案件のみ

2) 委託研究

産総研で実施できない研究を他機関に委託し、委託先の研究ポテンシャルを活用して産総研の研究を推進する。

委託研究ユニット別件数一覧

平成19年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
深部地質環境研究センター	地質	2001.04.01～2007.03.31	1					1
活断層研究センター	地質	2001.04.01～						
化学物質リスク管理研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	9					9
ライフサイクルアセスメント研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～						
パワーエレクトロニクス研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	3					3
生命情報科学研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～						
生物情報解析研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～		1		2		3
ヒューマンストレスシグナル研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～						
強相関電子技術研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～						
次世代半導体研究センター	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～						
界面ナノアーキテクニクス研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～						
グリッド研究センター	情報通信エレクトロニクス	2002.01.01～	2					2
爆発安全研究センター	環境・エネルギー	2002.04.15～	4					4
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～			1			1
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～						
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～						
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～	1					1
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～	2					2
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	4				1	5
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～						
ナノカーボン研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～						
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～						
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	4				3	7
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～	2		1	1		4
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	1					1
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	2	1			1	4
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～						
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	4	1				5
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～						
		小計	39	3	2	3	5	52
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	3	2	4		4	13
地図資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	2				1	3
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	2				1	3
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～		1				1
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	3					3
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	1	1	1		1	4
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～						
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	1			2		3
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～						
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	5					5
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	1	2	1	2		6
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～			2		1	3
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	2				1	3
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	1			1		2
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	5		1		1	7
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	3				3	6
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	4		1		2	7
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	10					10
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～						
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	2					2
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	3					3
		小計	48	6	10	5	15	84
実環境計測・診断研究ラボ	標準・計測	2004.04.01～	3				1	4
シグナル分子研究ラボ	ライフサイエンス	2005.06.01～						
メタンハイドレード研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～		2	6	1		9
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～						
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～						
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～						
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						
		小計	3	2	6	1	1	13
フェロー、関連・管理部門等	その他		8	1			1	10
		計	98	12	18	9	22	159

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

3) 受託研究

他機関から委託を受けて産総研が実施する研究であり、その成果は委託元で活用できる。委託元の研究者を外来研究員として受け入れることも可能。

受託研究ユニット別件数一覧

平成19年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	国	その他	計		
深部地質環境研究センター	地質	2001.04.01～2007.03.31			1		3		4		
活断層研究センター	地質	2001.04.01～	1	1		1	4		7		
化学物質リスク管理研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～		3					3		
ライフサイクルアセスメント研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～		3	1		2		6		
パワーエレクトロニクス研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～		4	1		2		7		
生命情報科学研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～		4					4		
生物情報解析研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～		6			4		10		
ヒューマンストレスシグナル研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～		1		2	2	1	6		
強相関電子技術研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～		2					2		
次世代半導体研究センター	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～		1		1		1	3		
界面ナノアーキテクニクス研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～		3					3		
グリッド研究センター	情報通信エレクトロニクス	2002.01.01～		3			2		5		
爆発安全研究センター	環境・エネルギー	2002.04.15～		3	2	1	3		9		
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～									
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～		9					9		
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～					1		1		
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～		2	1		1		4		
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～		2	2		3	1	8		
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～		10	3		1		14		
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～		1		1			2		
ナノカーボン研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～		9					9		
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～		2	1	2	2		7		
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～		12	2		4		18		
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～		1	3		2		6		
固体高分子燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～		1	1				2		
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～		3	4	2	3		12		
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～		5					5		
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～		2					2		
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～		5	1		2		8		
				小計	1	98	23	10	41	3	176
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	1	15	3	2	7	1	29		
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	1	3	2	2	5		13		
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～		8	3		5	1	17		
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～		13	4		2		19		
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	1	12	3	2	4		22		
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	1	5	5	1	4		16		
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	1	7			2		10		
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～		17	1	1	4	1	24		
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～		5	1		1		7		
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～		9	1	1	3		14		
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	2	11	3	1	8		25		
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～		17	1	2	1		21		
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～		12		3	4		19		
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～		4			2		6		
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	1	18	4	2	3	3	31		
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～		14	2	6	2		24		
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	3	4	2	4	5		18		
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	1	6	4	1	19		31		
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～		11	4	1	3	1	20		
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～		25	6	1	8		40		
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～		10	1	1	2		14		
				小計	12	226	50	31	94	7	420
実環境計測・診断研究ラボ	標準・計測	2004.04.01～		5	1	1	1		8		
シグナル分子研究ラボ	ライフサイエンス	2005.06.01～					1		1		
メタンハイドレード研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～				1			1		
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～		2					2		
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～									
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～		1					1		
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～	1	1					2		
				小計	1	9	1	2	2	0	15
フェロー、関連・管理部門等	その他			4	2		5		11		
				計	14	337	76	43	142	10	622

※テーマ数でカウント
※国内案件のみ

4) 請負研究

受託研究によることができない研究を他機関からの依頼に応じて産総研が行うものであり、その経費は依頼者に負担していただく。

請負研究ユニット別件数一覧

平成19年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	国	その他	計
深部地質環境研究センター	地質	2001.04.01～2007.03.31							
活断層研究センター	地質	2001.04.01～	1						1
化学物質リスク管理研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～							
ライフサイクルアセスメント研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～		4					4
パワーエレクトロニクス研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～							
生命情報科学研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～							
生物情報解析研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～							
ヒューマンストレスシグナル研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～							
強相関電子技術研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～							
次世代半導体研究センター	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～							
界面ナノアーキテクトゥクス研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～							
グリッド研究センター	情報通信エレクトロニクス	2002.01.01～							
爆発安全研究センター	環境・エネルギー	2002.04.15～			1				1
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～							
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～							
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～							
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～							
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～							
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～		1				1	2
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～							
ナノカーボン研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～							
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～							
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～							
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～		1					1
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～							
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～							
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～							
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～							
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～							
			小計	1	6	1		1	9
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～							
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～		1					1
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～							
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～							
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～							
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～				1			1
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～							
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～							
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～							
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～							
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～							
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～							
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～							
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～							
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～							
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～							
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～							
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～			2				2
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～							
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～				3			3
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～		1	1				2
			小計	4	4	1			9
実環境計測・診断研究ラボ	標準・計測	2004.04.01～							
シグナル分子研究ラボ	ライフサイエンス	2005.06.01～							
メタンハイドレード研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～							
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～							
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～							
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～							
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～							
			小計						
フェロー、関連・管理部門等	その他								
			計	1	10	5	1	1	18

産業技術総合研究所

5) 技術研修

外部機関等の研究者、技術者を産総研が受け入れ、産総研の技術ポテンシャルを基に研修を行う。

技術研修ユニット別人数一覧

平成19年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
深部地質環境研究センター	地質	2001.04.01～2007.03.31	5					5
活断層研究センター	地質	2001.04.01～						
化学物質リスク管理研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	1					1
ライフサイクルアセスメント研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	9					9
パワーエレクトロニクス研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	8		1			9
生命情報科学研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	12		13	10		35
生物情報解析研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	12		2	1	2	17
ヒューマンストレスシグナル研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	9					9
強相関電子技術研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	13					13
次世代半導体研究センター	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	14					14
界面ナノアーキテクニクス研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	9				1	10
グリッド研究センター	情報通信エレクトロニクス	2002.01.01～	2					2
爆発安全研究センター	環境・エネルギー	2002.04.15～	15		5			20
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～	3					3
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	25					25
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	10					10
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～	1				1	2
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～	10					10
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	15			1		16
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～						
ナノカーボン研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	1					1
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	34					34
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	7		4	1	1	13
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～	1					1
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～						
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	17		1	1		19
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～	1		5	5	3	14
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	2				1	3
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	7					10
		小計	243		34	19	9	305
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	20	13	4	1	1	39
地図資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	8			3	1	12
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	30		3			33
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	37		5			42
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	50	1	3			54
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	46	1	1		1	49
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	18					18
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	77		4			81
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	3		1			4
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	41	2	2	1		46
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	17					17
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	37		1			38
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	50		2		1	53
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	34		1	3	4	42
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	39	1	1	1	4	46
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	15		3	1		19
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	18	1	2			21
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	35	2	3	7	1	48
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	32	1	4	4	2	43
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	63	1	4			68
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	25			1		26
		小計	695	23	44	22	15	799
実環境計測・診断研究ラボ	標準・計測	2004.04.01～	15					15
シグナル分子研究ラボ	ライフサイエンス	2005.06.01～	4		1			5
メタンハイドレード研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	8		3			11
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～	4					4
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	5					5
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	8				1	9
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～	0					
		小計	44		4		1	49
フェロー、関連・管理部門等	その他		40		1		3	44
		計	1,022	23	83	41	28	1,197

6) 外来研究員

外部機関等の研究者等が産総研において研究を行う際に研究員として受け入れる。外部機関等からの申請による場合（申請型）と産総研が招聘する場合（招聘型）がある。

外来研究員ユニット別人数一覧

平成19年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
深部地質環境研究センター	地質	2001.04.01～2007.03.31	19	2	1	1	2	25
活断層研究センター	地質	2001.04.01～	15	5			2	22
化学物質リスク管理研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	5	1			1	7
ライフサイクルアセスメント研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～						
パワーエレクトロニクス研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	7					7
生命情報科学研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	8	1			1	10
生物情報解析研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	11	2	2	4	1	20
ヒューマンストレスシグナル研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	9	1		1	3	14
強相関電子技術研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	1					1
次世代半導体研究センター	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	5		1		1	7
界面ナノアーキテクトゥクス研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	10			1	3	14
グリッド研究センター	情報通信エレクトロニクス	2002.01.01～	6	3				9
爆発安全研究センター	環境・エネルギー	2002.04.15～	2					2
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～	1	1				2
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	3		1		2	6
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～						
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～		1		1		2
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～	18			3	4	25
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～					1	1
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～	5					5
ナノカーボン研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	3					3
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	9		1		1	11
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	6				2	8
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～	3		2			5
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	2		1	1		4
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	1				3	4
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～	5		1	7	10	23
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	37	1				38
糖鎖医学工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	3					3
小計			194	18	10	19	37	278
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	5	3			10	18
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	10			1	9	20
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	9	1	6	3	11	30
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	6	2	3		7	18
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	9	3	1	4	8	25
人間福祉医学工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	51	6	1		20	78
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	16	2		1	2	21
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	37	14	19	18	12	100
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	8	2			3	13
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	11	4		4	9	28
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	7		3		4	14
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	2	2			4	8
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	19	3	1	1	10	34
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	1		1	2	1	5
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	44	3	2	4	6	59
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	4	1			1	6
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	67	10	3	1	23	104
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	12	3		2	4	21
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	4	1	3	3	8	19
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	17	7		1	7	32
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	5		1	1	5	12
小計			344	67	44	46	164	665
実環境計測・診断研究ラボ	標準・計測	2004.04.01～	4	2			1	7
シグナル分子研究ラボ	ライフサイエンス	2005.06.01～	1	2				3
メタンハイドレード研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	7		1			8
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～			1			1
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	7		1			8
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	1					1
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						
小計			20	4	3		1	28
フェロー、関連・管理部門等	その他		14	1		6	8	29
計			572	90	57	71	210	1,000

7) 連携大学院

大学と産総研が協定を結び、産総研研究者が大学から連携大学院教官の発令を受け、大学院生を技術研修生として受け入れ、研究指導等を行う。この制度による大学院生には被指導者であると同時に研究協力者としての側面があり、産総研にとっても研究促進を図ることができる。

(参考：大学院設置基準「第13条第2項 大学院は、教育上有益と認めるときは、学生が他の大学院又は研究所等において必要な研究指導を受ける事を認めることができる。(後略)」)

連携大学院派遣教員一覧

平成19年3月31日現在

大学名	研究科名	身分	所属	人数
愛知工業大学	工学研究科	教授	サステナブルマテリアル研究部門	2
愛知工業大学	工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	1
茨城大学	環境触媒化学	助教授	環境化学技術研究部門	1
茨城大学	分子細胞生物学	助教授	シグナル分子研究ラボ	1
宇都宮大学	工学研究科	教授	エネルギー技術研究部門	2
宇都宮大学	工学研究科	教授	環境化学技術研究部門	2
岐阜大学	工学研究科	教授	サステナブルマテリアル研究部門	1
岐阜大学	工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	1
岐阜大学	工学研究科	助教授	サステナブルマテリアル研究部門	1
京都工芸繊維大学	工芸科	助教授	ライフサイクルアセスメント研究センター	1
金沢大学	自然科学研究科	教授	環境管理技術研究部門	2
金沢大学	自然科学研究所科	助教授	環境管理技術研究部門	1
九州大学	総合理工学府	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
九州大学	総合理工学府	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
九州大学	総合理工学府	助教授	ナノテクノロジー研究部門	1
熊本大学	自然科学研究科	教授	実環境計測・診断研究ラボ	1
群馬大学	工学研究科	教授	ベンチャー開発戦略研究センター	1
群馬大学	工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
群馬大学	工学研究科	助教授	計測標準研究部門	1
広島大学	工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
広島大学	工学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	1
広島大学	工学研究科	助教授	実環境計測・診断研究ラボ	1
広島大学	生物圏科学研究科	教授	地質情報研究部門	2
広島大学	生物圏科学研究科	助教授	バイオマス研究センター	1
香川大学	大学院農学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
佐賀大学	工学系研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
佐賀大学	工学系研究科	教授	実環境計測・診断研究ラボ	3
佐賀大学	工学系研究科	助教授	サステナブルマテリアル研究部門	1
佐賀大学	工学系研究科	助教授	実環境計測・診断研究ラボ	1
埼玉大学	理工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
埼玉大学	理工学研究科	教授	エネルギー技術研究部門	1
埼玉大学	理工学研究科	教授	パワーエレクトロニクス研究センター	1
山形大学	理工学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
山形大学	理工学研究科	教授	コンパクト化学プロセス研究センター	7
山形大学	理工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
山形大学	理工学研究科	教授	環境管理技術研究部門	1
山形大学	理工学研究科	教授	実環境計測・診断研究ラボ	1
山形大学	理工学研究科	助教授	コンパクト化学プロセス研究センター	1
山口大学	理工学研究科	教授	バイオマス研究センター	1
山口大学	理工学研究科	助教授	地質情報研究部門	1
鹿児島大学	理工学研究科	教授	セルエンジニアリング研究部門	2
鹿児島大学	理工学研究科	教授	強相関電子技術研究センター	1
鹿児島大学	理工学研究科	助教授	エネルギー技術研究部門	2
芝浦工業大学	工学研究科	教授	光技術研究部門	1
芝浦工業大学	工学研究科	教授	次世代半導体研究センター	1
芝浦工業大学	工学研究科	助教授	情報技術研究部門	1
芝浦工業大学	工学研究科	助教授	知能システム研究部門	1
首都大学東京	都市教養学部	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
首都大学東京	都市教養学部	教授	計測標準研究部門	1
首都大学東京	理工学研究科	教授	生物情報解析研究センター	2
首都大学東京	理工学研究科	助教授	生物情報解析研究センター	3
首都大学東京	理工学研究科	助教授	エネルギー技術研究部門	1

研究関連・管理業務

大学名	研究科名	身分	所属	人数
上智大学	理工学研究科	教授	エネルギー技術研究部門	2
上智大学	理工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
上智大学	理工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	1
上智大学	理工学研究科	教授	環境化学技術研究部門	1
神戸大学	自然科学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
神戸大学	大学院自然科学研究科	教授	セルエンジニアリング研究部門	1
神戸大学	大学院自然科学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	2
神戸大学	大学院自然科学研究科	教授	光技術研究部門	1
神戸大学	大学院自然科学研究科	助教授	ユビキタスエネルギー研究部門	2
神奈川工科大学	応用化学専攻	教授	エネルギー技術研究部門	1
神奈川工科大学	応用化学専攻	教授	環境化学技術研究部門	2
神奈川工科大学	応用化学専攻	教授	環境管理技術研究部門	1
神奈川工科大学	応用化学専攻	教授	近接場光応用工学研究センター	1
神奈川工科大学	応用化学専攻	教授	健康工学研究センター	1
神奈川工科大学	応用化学専攻	教授	生物機能工学研究部門	1
神奈川工科大学	応用化学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1
神奈川工科大学	応用化学専攻	助教授	先進製造プロセス研究部門	1
神奈川工科大学	機械システム工学専攻	教授	ものづくり先端技術研究センター	1
神奈川工科大学	機械システム工学専攻	教授	知能システム研究部門	1
神奈川工科大学	機械システム工学専攻	助教授	人間福祉医工学研究部門	1
神奈川工科大学	機械工学専攻	教授	エネルギー技術研究部門	2
神奈川工科大学	電気電子工学専攻	教授	エレクトロニクス研究部門	1
神奈川工科大学	電気電子工学専攻	教授	強相関電子技術研究センター	1
神奈川工科大学	電気電子工学専攻	教授	太陽光発電研究センター	1
神奈川工科大学	電気電子工学専攻	助教授	強相関電子技術研究センター	1
神奈川工科大学	電気電子工学専攻	助教授	知能システム研究部門	1
青山学院大学	理工学研究科理工学専攻	教授	計測標準研究部門	1
青山学院大学	理工学研究科理工学専攻	助教授	爆発安全研究センター	1
千葉工業大学	工学研究科	教授	環境管理技術研究部門	1
千葉工業大学	工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	1
千葉大学	自然科学研究科	教授	地圏資源環境研究部門	1
千葉大学	自然科学研究科	助教授	地圏資源環境研究部門	1
早稲田大学	理工学術院	教授	生命情報科学研究センター	3
早稲田大学	理工学術院	助教授	生命情報科学研究センター	7
大阪大学	理学研究科	教授	セルエンジニアリング研究部門	1
大阪大学	理学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
大阪大学	理学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
大阪大学	理学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
大阪大学	理学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	1
大阪大学	理学研究科	教授	脳神経情報研究部門	2
大阪大学	理学研究科	助教授	エレクトロニクス研究部門	1
大阪大学	理学研究科	助教授	光技術研究部門	1
大阪電気通信大学	工学研究科	教授	地質情報研究部門	1
大阪府立大学	大学院工学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
大同工業大学	工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	1
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	情報技術研究部門	2
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	4
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	知能システム研究部門	5
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	人間福祉医工学研究部門	1
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	脳神経情報研究部門	1
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	次世代半導体研究センター	1
筑波大学	システム情報工学研究科	助教授	エネルギー技術研究部門	1
筑波大学	システム情報工学研究科	助教授	知能システム研究部門	1
筑波大学	システム情報工学研究科	助教授	先進製造プロセス研究部門	2
筑波大学	システム情報工学研究科	助教授	情報技術研究部門	4
筑波大学	人間総合科学研究科	教授	糖鎖工学研究センター	2
筑波大学	人間総合科学研究科	教授	脳神経情報研究部門	1
筑波大学	人間総合科学研究科	助教授	糖鎖工学研究センター	1
筑波大学	人間総合科学研究科	助教授	脳神経情報研究部門	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	ダイヤモンド研究センター	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	2
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	環境化学技術研究部門	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	次世代半導体研究センター	1

産業技術総合研究所

大学名	研究科名	身分	所属	人数
筑波大学	数理工学科学研究科	教授	生物機能工学研究部門	1
筑波大学	数理工学科学研究科	教授	界面ナノアーキテクトゥクス研究センター	1
筑波大学	数理工学科学研究科	教授	計算科学研究部門	1
筑波大学	数理工学科学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
筑波大学	数理工学科学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
筑波大学	数理工学科学研究科	助教授	環境化学技術研究部門	1
筑波大学	数理工学科学研究科	助教授	強相関電子技術研究センター	1
筑波大学	数理工学科学研究科	助教授	エレクトロニクス研究部門	1
筑波大学	数理工学科学研究科	助教授	光技術研究部門	1
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	ジーンファンクション研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	生物機能工学研究部門	2
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	地質情報研究部門	2
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	糖鎖工学研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	年齢軸生命工学研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	助教授	生物機能工学研究部門	1
筑波大学	生命環境科学研究科	助教授	ジーンファンクション研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	助教授	地質情報研究部門	1
筑波大学	生命環境科学研究科	助教授	脳神経情報研究部門	1
中部大学	工学研究科	教授	サステナブルマテリアル研究部門	1
中部大学	工学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	1
長岡技術科学大学	工学研究科	教授	エネルギー技術研究部門	1
長岡技術科学大学	工学研究科	教授	生物機能工学研究部門	1
長岡技術科学大学	工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	1
長岡技術科学大学	工学研究科	助教授	生物機能工学研究部門	1
長岡技術科学大学	工学研究科	助教授	先進製造プロセス研究部門	1
電気通信大学	電気通信学研究科	助教授	計測標準研究部門	1
電気通信大学	電気通信学研究科	助教授	光技術研究部門	1
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	環境管理技術研究部門	1
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	2
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	太陽光発電研究センター	1
東京大学	新領域創成科学研究科	教授	生物機能工学研究部門	1
東京大学	新領域創成科学研究科	助教授	生物機能工学研究部門	3
東京電機大学	工学研究科	教授	近接場光応用工学研究センター	1
東京電機大学	工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
東京電機大学	工学研究科	教授	人間福祉医工学研究部門	1
東京電機大学	工学研究科	助教授	エネルギー技術研究部門	1
東京農工大学	工学教育部	教授	セルエンジニアリング研究部門	1
東京農工大学	工学教育部	助教授	セルエンジニアリング研究部門	1
東京理科大学	基礎工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	1
東京理科大学	基礎工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
東京理科大学	基礎工学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
東京理科大学	基礎工学研究科	助教授	エレクトロニクス研究部門	3
東京理科大学	理工学研究科	教授	パワーエレクトロニクス研究センター	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	環境化学技術研究部門	3
東京理科大学	理工学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	2
東京理科大学	理工学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	2
東京理科大学	理工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	2
東京理科大学	理工学研究科	教授	情報技術研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	エネルギー技術研究部門	2
東京理科大学	理工学研究科	教授	シグナル分子研究ラボ	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	光技術研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	人間福祉医工学研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	知能システム研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	生物機能工学研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	ジーンファンクション研究センター	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	フェロー、関連・管理部門等	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	エネルギー技術研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	デジタルヒューマン研究センター	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	生命情報科学研究センター	1
東邦大学	理学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
東邦大学	理学研究科	教授	次世代半導体研究センター	2

研究関連・管理業務

大学名	研究科名	身分	所 属	人数
東邦大学	理学研究科	助教授	次世代半導体研究センター	1
東邦大学	理学研究科	助教授	人間福祉医工学研究部門	1
東邦大学	理学研究科	助教授	年齢軸生命工学研究センター	1
東北大学	理学研究科	教授	コンパクト化学プロセス研究センター	7
東北大学	理学研究科	教授	地圏資源環境研究部門	1
東北大学	理学研究科	教授	地質情報研究部門	1
東北大学	理学研究科	助教授	地質情報研究部門	1
東北大学	理学研究科	助教授	コンパクト化学プロセス研究センター	1
東北大学	理学研究科	助教授	地圏資源環境研究部門	1
同志社大学	工業化学研究実験Ⅰ・Ⅱ	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
同志社大学	工業化学研究実験Ⅲ・Ⅳ	教授	ダイヤモンド研究センター	1
徳島大学	ソシオテクノサイエンス研究部	教授	健康工学研究センター	2
徳島大学	ソシオテクノサイエンス研究部	助教授	健康工学研究センター	2
奈良県先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	教授	生命情報科学研究センター	1
奈良県先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	助教授	脳神経情報研究部門	1
奈良県先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	助教授	デジタルヒューマン研究センター	1
日本大学	工学部工学研究科	教授	コンパクト化学プロセス研究センター	3
日本大学	工学部工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
日本大学	工学部工学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	1
日本大学	生産工学研究科	教授	環境管理技術研究部門	1
武蔵工業大学	工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
福井大学	工学研究科	教授	エネルギー技術研究部門	1
北海道大学	理学研究科	教授	ゲノムファクトリー研究部門	3
北海道大学	理学研究科	助教授	ゲノムファクトリー研究部門	2
北九州市立大学	国際環境工学研究科	助教授	ナノテクノロジー研究部門	1
北陸先端科学技術大学院大学	マテリアルサイエンス研究科	教授	ヒューマンストレスシグナル研究センター	1
北陸先端科学技術大学院大学	マテリアルサイエンス研究科	助教授	ヒューマンストレスシグナル研究センター	1
北陸先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	助教授	デジタルヒューマン研究センター	1
北陸先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	助教授	情報技術研究部門	1
北陸先端科学技術大学院大学	知識科学研究科	助教授	フェロー、関連・管理部門等	1
名古屋工業大学	工学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	1
名古屋工業大学	工学研究科	助教授	先進製造プロセス研究部門	1
名城大学	総合学術研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	2
名城大学	理工学部	教授	先進製造プロセス研究部門	2
立教大学	理学研究科	教授	環境化学技術研究部門	1
立教大学	理学研究科	教授	フェロー、関連・管理部門等	1
立命館大学	理工学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
			合計	290

8) 技術相談

産業技術総合研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、民間企業、公設試験研究機関等からの技術相談を受ける。

1) 平成18年度「技術相談届け出システム」に入力された件数：4,377件 (内GSJ 835件)

回答者延べ人数：4,902人 (内GSJ 876人)

2) 拠点件数

拠点名	相談件数	
北海道センター	235	
東北センター	96	
つくばセンター	2,976	
東京センター	17	
臨海副都心センター	10	
中部センター	320	
関西センター	251	
中国センター	392	
四国センター	88	
九州センター	106	
上記の合計	4,491	一相談で複数拠点にまたがる案件は、複数カウントされるため正味の相談件数より大きくなっている。
相談件数	4,377	

3) ユニット別回答者人数

ユニット名	回答件数	(GSJ 分等)
企画本部	10	
企画本部特別事業推進室	2	
業務推進本部	0	
評価部	5	
環境安全部	1	
広報部	455	(434)
イノベーション推進室	1	
フェロー	2	
研究コーディネータ	1	
研究センター		
深部地質環境研究センター	12	(12)
活断層研究センター	45	(45)
化学物質リスク管理研究センター	8	
ライフサイクルアセスメント研究センター	60	
パワーエレクトロニクス研究センター	13	
生命情報科学研究センター	2	
生物情報解析研究センター	1	
ヒューマンストレスシグナル研究センター	55	
強相関電子技術研究センター	0	
次世代半導体研究センター	4	
デジタルものづくり研究センター	75	
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	51	
グリッド研究センター	1	
爆発安全研究センター	53	
糖鎖工学研究センター	0	
年齢軸生命工学研究センター	1	
デジタルヒューマン研究センター	5	
近接場光応用工学研究センター	2	
ダイヤモンド研究センター	2	
バイオニクス研究センター	3	
水素材料先端科学研究センター	5	
太陽光発電研究センター	16	
システム検証研究センター	1	
ナノカーボン研究センター	5	
健康工学研究センター	36	
情報セキュリティ研究センター	1	
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	0	
コンパクト化学プロセス研究センター	30	
バイオマス研究センター	83	
研究部門		
計測標準研究部門	289	
地圏資源環境研究部門	122	(122)
知能システム研究部門	28	
エレクトロニクス研究部門	50	
光技術研究部門	121	
人間福祉医工学研究部門	57	
脳神経情報研究部門	14	
ナノテクノロジー研究部門	65	
計算科学研究部門	34	
生物機能工学研究部門	42	
計測フロンティア研究部門	39	
ユビキタスエネルギー研究部門	23	
セルエンジニアリング研究部門	8	
ゲノムファクトリー研究部門	3	
先進製造プロセス研究部門	216	

産業技術総合研究所

ユニット名	回答件数		(GSJ 分等)
サステナブルマテリアル研究部門	107		
地質情報研究部門	189		(189)
環境管理技術研究部門	244		
環境化学技術研究部門	77		
エネルギー技術研究部門	94		
情報技術研究部門	11		
研究ラボ			
実環境計測・診断研究ラボ	21		
メタンハイドレート研究ラボ	6		
シグナル分子研究ラボ	6		
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	0		
創薬シーズ探索研究ラボ	0		
管理部門			
先端情報計算センター	1		
特許生物寄託センター	1		
ベンチャー開発戦略研究センター	4		
地質調査情報センター	74		(74)
計量標準管理センター	25		
技術情報部門	2		
産学官連携推進部門	2,106	(内 訳)	
北海道センター		(220)	
東北センター		(36)	
つくばセンター		(1,196)	
中部センター		(147)	
関西センター		(66)	
中国センター		(318)	
四国センター		(57)	
九州センター		(66)	
知的財産部門	47		
国際部門	1		
研究業務推進部門	0		
	5,174		(876)

4) 相談者の分類

相談者の分類	全体件数	全体%	GSJ 以外件数	GSJ 以外%	GSJ 件数	GSJ%
大企業	1,055	24.1	983	27.8	72	8.6
中小企業	1,831	41.8	1,621	45.8	210	25.1
教育機関	344	7.9	256	7.2	88	10.5
公的機関	469	10.7	352	9.9	117	14.0
出版放送マスコミ	73	1.7	17	0.5	56	6.7
個人	396	9.0	144	4.1	252	30.2
外国	88	2.0	71	2.0	17	2.0
その他	121	2.8	98	2.8	23	2.8
合計	4,377	100.0	3,542	100.0	835	100.0

5) アクセス方法

アクセス	全体件数	全体%	GSJ 以外件数	GSJ 以外%	GSJ 件数	GSJ%
E-Mail/FAX 手紙等文書	2,318	53.0	1,964	55.4	354	42.4
電話	972	22.2	652	18.4	320	38.3
面談	1,031	23.6	875	24.7	156	18.7
その他	56	1.3	51	1.4	5	0.6
合計	4,377	100.0	3,542	100.0	835	100.0

6) 回答方法

回答方法	全体件数	全体%	GSJ 以外件数	GSJ 以外%	GSJ 件数	GSJ%
E-Mail/FAX 手紙等文書	2,085	47.6	1,746	49.3	339	40.6
電話	814	18.6	541	15.3	273	32.7
面談	1,442	32.9	1,228	34.7	214	25.6
その他	36	0.8	27	0.8	9	1.1
合計	4,377	100.0	3,542	100.0	835	100.0

7) 分野別問い合わせ件数

ライフサイエンス	301
通信・情報	186
ナノテク・材料・製造	1,351
環境・エネルギー	966
地質・海洋	871
標準・計測	428
その他	274
合計	4,377

産業技術総合研究所

9) 依頼出張・受託出張

外部機関からの要請により、研究打ち合わせ、調査、講演等のために、職員が出張する。

依頼・受託出張ユニット別人数一覧

平成19年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
深部地質環境研究センター	地質	2001.04.01~2007.03.31	4	1				5
活断層研究センター	地質	2001.04.01~	30	5			38	73
化学物質リスク管理研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01~	1					1
ライフサイクルアセスメント研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01~	1	3				4
パワーエレクトロニクス研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01~						
生命情報科学研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01~	8	6	1		3	18
生物情報解析研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01~	4	19				23
ヒューマンストレスシグナル研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01~	0	1				1
強相関電子技術研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01~	4					4
次世代半導体研究センター	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01~	1					1
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01~		1				1
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01~	3	1		2		6
グリッド研究センター	情報通信エレクトロニクス	2002.01.01~	4				2	6
爆発安全研究センター	環境・エネルギー	2002.04.15~	1					1
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01~	1	5				6
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01~			2		1	3
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01~	2	1	1			4
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01~	2			2		4
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01~		3				3
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01~	3	4				7
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01~						
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01~		1				1
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01~	13	1				14
ナノカーボン研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01~						
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01~	1					1
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01~	2				2	4
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01~		4			2	6
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01~	1	9	1		3	14
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30~	3	10				13
		小計	89	75	5	4	51	224
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01~	18	71	2		3	94
地図資源環境研究部門	地質	2001.04.01~	17	9			2	28
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01~	7	1		1	1	10
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01~	14	3				17
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01~	7	3			2	12
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01~	15	13	1	1	4	34
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01~	9	3				12
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01~	35	17			2	54
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01~	14	27				41
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01~	11	21			6	38
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01~	3	1				4
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01~	14	4			5	23
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01~	4	8				12
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01~	3	20	2		1	26
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01~	25	9		2	3	39
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01~	3	5	2	1	7	18
地質情報研究部門	地質	2004.05.01~	34	27	2		12	75
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01~	19	7			5	31
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01~	1	14			5	20
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01~	28	21			1	50
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15~	3	2			4	9
		小計	284	286	9	5	63	647
実環境計測・診断研究ラボ	標準・計測	2004.04.01~		1				1
メタンハイドレード研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01~						
シグナル分子研究ラボ	ライフサイエンス	2005.06.01~						
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01~	3					3
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01~						
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01~						
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01~						
		小計	3	1				4
フェロー、関連・管理部門等	その他		17	60	2		34	113
		計	393	422	16	9	148	988

10) 委員の委嘱

産総研の職員が外部の委員等に就任し、必要とされる情報、アドバイス等の提供を行う。

委員の委嘱ユニット別人数一覧

平成19年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	件数
深部地質環境研究センター	地質	2001.04.01～2007.03.31	19
活断層研究センター	地質	2001.04.01～	60
化学物質リスク管理研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	21
ライフサイクルアセスメント研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	40
パワーエレクトロニクス研究センター	環境・エネルギー	2001.04.01～	8
生命情報科学研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	17
生物情報解析研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	12
ヒューマンストレスシグナル研究センター	ライフサイエンス	2001.04.01～	8
強相関電子技術研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	3
次世代半導体研究センター	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	24
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～	41
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	13
グリッド研究センター	情報通信エレクトロニクス	2002.01.01～	27
爆発安全研究センター	環境・エネルギー	2002.04.15～	72
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～	5
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	18
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	13
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～	12
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～	5
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	1
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	70
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～	12
ナノカーボン研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	21
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	18
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～	25
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	2
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	11
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	26
		小計	604
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	693
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	208
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	134
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	51
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	83
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	136
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	30
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	78
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	22
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	49
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	88
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	86
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	55
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	17
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	221
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	117
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	258
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	123
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	105
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	296
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	113
		小計	2,963
実環境計測・診断研究ラボ	標準・計測	2004.04.01～	22
メタンハイドレード研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	8
シグナル分子研究ラボ	ライフサイエンス	2005.06.01～	4
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～	5
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～	2
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	
		小計	41
フェロー、関連・管理部門等	その他		711
		計	4,319

11) 産業技術連携推進会議

約140の鉱工業系公設試験研究機関（支所を含む）並びに産総研との協力体制を強化し、これらの機関の総合能力を最高度に発揮させ、機関相互の試験研究を効果的に推進して、産業技術の向上を図り、我が国の産業の発展に貢献するために、産業技術連携推進会議を設置し運営している。この会議では技術分野別に9部会を設け、部会傘下の分科会・研究会・地域部会で産業技術関連情報の相互提供、戦略の検討、活動状況及び活動成果の情報発信等を行っている。また、経済産業局ブロックごとに、地域産業技術連携推進会議も設置し、経済産業局に事務局を置いて地域関連施策との連携強化を図っている。

産業技術連携推進会議開催実績 平成19年3月31日現在

部会名	回数
総会	1
企画調整委員会	2
北海道地域産業技術連携推進会議	1
東北地域産業技術連携推進会議	1
関東甲信越静地域産業技術連携推進会議	1
東海北陸地域産業技術連携推進会議	1
近畿地域産業技術連携推進会議	5
中国地域産業技術連携推進会議	2
四国地域産業技術連携推進会議	1
九州地域産業技術連携推進会議	6
機械・金属部会	6
物質工学部会	12
窯業部会	10
資源・エネルギー環境部会	5
生命工学部会	8
情報・電子部会	17
繊維部会	22
福祉技術部会	4
知的基盤部会	5
	110

12) 工業標準

① JIS/TS 制度の概要

日本工業規格（JIS）は、鉱工業品の品質の改善、生産能率の増進、生産の合理化、取引の単純公正化、使用、消費の合理化を図る等を目的として、鉱工業品の種類、形式、形状、寸法、構造、品質等の要素、また、鉱工業品の生産方法、設計方法、使用方法等の方法、もしくは試験、検査等の方法その他について規定した技術文書として、工業標準化法（昭和24年6月1日法律第185号）に基づく手続きによって制定される。

標準仕様書（TS）は、日本工業標準調査会の審議において、市場適合性が確認できない、又は技術的に開発途上にあるなど、JIS 制定へのコンセンサスが得られなかったが、将来 JIS 制定の可能性があると判断され、公表される標準文書である。

② 工業標準化研究制度の概要

産業競争力強化の必要性が高まる中、研究開発成果の普及促進の観点から、研究開発と標準化との連携が重要な課題となっている。このような背景の下、産総研は、平成15年11月、「産総研工業標準化ポリシー」を制定し、所を挙げて工業標準化に取り組むこととしている。

このため、産総研の研究開発成果を工業標準化を通じて普及するために必要な研究及び経済産業省等行政からの要請に対応した工業標準化のために必要な研究を実施している。

工業標準化研究は、日本工業規格（JIS）、国際規格（ISO・IEC）、国際的フォーラム等への提案を直接の目標として掲げるものであり、現在、下記の2つの制度を実施している。

イ 標準基盤研究

産総研の研究開発成果の普及に資するため、社会ニーズ及び行政からの要請を反映しつつ、工業標準（JIS、ISO、IEC、国際的なフォーラム等の規格）の素案を作成することを目的とした研究を行う制度である。

研究実施者は、当該研究テーマについて、工業標準化の前提となる基礎的データ等の関連情報の収集・蓄積・

体系化や、試験評価方法の確立の基礎となる評価データの取得・分析等を行いつつ、JIS や ISO、IEC、国際的なフォーラム等への国際提案の素案を作成する。なお、各研究テーマの研究期間は原則として1～3年である。

ロ エネルギー・環境技術標準基盤研究

エネルギー政策や環境政策の遂行の観点に立った経済産業省からの要請に基づく標準化テーマについて、産総研の研究ポテンシャルを活用しつつ、工業標準化に取り組むための研究を行う制度である（経済産業省からの委託事業）。

研究の内容は、標準基盤研究と同様に、工業標準化の前提となる基礎的データ等の関連情報の収集等を行いつつ、工業標準の素案を作成するものであるが、産総研のポテンシャルを活用するものの、必ずしも研究開発成果が既に得られているとは限らず、追加的な研究を行う必要がある。このため、1件当たりの予算額は標準基盤研究のそれよりも大きく、各研究テーマの研究期間は原則として3年である。

ハ 基準認証研究開発事業

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」の4分野及び推進分野である「エネルギー」分野や中小企業比率が高く我が国の優れた技術を有する「ものづくり技術」分野等、我が国産業の国際競争力を強化する技術分野や「安全・安心」等の社会ニーズに対応する分野について、国際標準提案のための研究開発等を実施し、国際標準の獲得を通じて、我が国の国際競争力を一層強化し、持続的発展のできる国づくりに寄与することを目的とした制度（経済産業省競争的資金）。

既に研究開発段階を終了しているものについて、3年以内に我が国の技術を盛り込んだ国際標準原案の提案を目指す。

産業技術総合研究所

国際標準 (ISO, IEC) 提案実績一覧

平成19年3月31日現在

No	JIS/IEC 規格番号	名称	NP (新業務項目) 提案	規格票発行	提案者	産総研所属	研究名	ISO/IEC TC
1	ISO 817:2005 (改正)	Refrigerants-Designation and safety classification (冷媒の名称と安全性等級)	H18. 4		滝澤 賢二	環境化学技術研究部門	H18 エネ環 (高効率新規冷媒の燃焼性評価方法の標準化)	ISO/TC86(冷凍)/SC8(冷媒及び潤滑油)
2	ISOXXXXX	Nanotechnology - Endotoxin test on nanomaterial samples for in vitro systems (ナノテクノロジー-In vitro 試験に供する試験液中不純物 (エンドトキシン) 測定法)	H18. 9. 27		中西 準子 川崎 一	化学物質リスク管理研究センター	H17-19 基準認証研究開発事業 (経済産業省委託)	ISO/TC229(ナノテクノロジー)/WG3 (健康・安全・環境)
3	ISO TRXXXXX	Technical Report - Guideline for Quantity-of-Electricity Measurement of Battery (Guideline for Electric Charge Measurement of Battery) (ハイブリッド自動車の燃料消費率試験方法-電気量計測基準)	H18. 11. 13		清水 健一	エネルギー技術研究部門	H15-17 エネルギー・環境技術標準基盤研究 (石特: 委託費)	ISO/TC22(自動車)/SC21(電気自動車)/WG2(効率評価法)
4	ISOXXXXX	Technical Specification for the Use of Transmission Electron Microscopy Characterization of Single Walled Carbon Nanotubes	H19. 1. 5		及川 哲夫 (日本電子/JEOL)			ISO/TC229(ナノテクノロジー)/WG2 (計測・キャラクタリゼーション)
5	ISOXXXXX	Guidelines for all people including elderly persons and persons with disabilities - Auditory signals on consumer products (消費生活製品の報知音)	H19. 1. 8		倉片 憲治	人間福祉医工学研究部門	H18-20 基準認証研究開発事業 (アクセシブルデザイン技術の標準化) JIS S 0013	ISO/TC159(人間工学)/SC5(物理的環境の人間工学)/WG5(物理環境-高齢者・障害者対応)
6	ISOXXXXX	Guidelines for all people including elderly persons and persons with disabilities - Auditory signals on consumer products - Sound pressure levels of signals for the elderly and in noisy conditions (報知音の時間パターンと周波数・音圧の設計指針)	H19. 1. 8		倉片 憲治	人間福祉医工学研究部門	H18-20 基準認証研究開発事業 (アクセシブルデザイン技術の標準化) JIS S 0014	ISO/TC159(人間工学)/SC5(物理的環境の人間工学)/WG5(物理環境-高齢者・障害者対応)
7	ISOXXXXX	Guidelines for all people including elderly persons and persons with disabilities - Visual signs and displays - Specification of age - related relative luminance and its use in assessment of light (年代別輝度の標記方法)	H19. 1. 8		佐川 賢	人間福祉医工学研究部門	H18-20 基準認証研究開発事業 (アクセシブルデザイン技術の標準化) JIS S 0031	ISO/TC159(人間工学)/SC5(物理的環境の人間工学)/WG5(物理環境-高齢者・障害者対応)
8	ISOXXXXX	Technical Specification for the Use of UV-vis-NIR absorption spectroscopy in the Characterization of Single Walled Carbon Nanotubes	H19. 1. 31		湯村 守雄	ナノカーボン研究センター		ISO/TC229(ナノテクノロジー)/WG2 (計測・キャラクタリゼーション)
9	ISOXXXXX	Technical Specification for the use of NIR-Photoluminescence Spectroscopy in the Characterization of Single-Walled Carbon Nanotubes	H19. 1. 31		岡崎 俊也	ナノカーボン研究センター		ISO/TC229(ナノテクノロジー)/WG2 (計測・キャラクタリゼーション)
10	ISOXXXXX	Preparation of test and reference materials for biodegradation test of plastic materials (プラスチック材料の生分解試験のための試料及び参照試料の作り方)	H19. 2. 7		国岡 正雄 船橋 正弘	環境化学技術研究部門	H15-17 エネルギー・環境技術標準基盤研究 (石特: 委託費)	ISO/TC61(プラスチック)/SC5(物理・化学的性質)/WG22(生分解性)
11	ISOXXXXX	Technical Specification of the Measurement Methods for the Characterization of Multi-Walled Carbon Nanotubes (MWCNTs)	H19. 2. 28		PL 宗兼 史典 (株式会社物産ナノテク研究所)			ISO/TC229(ナノテクノロジー)/WG2 (計測・キャラクタリゼーション)
12	ISOXXXXX	Plastics Determination of average molecular mass and molecular mass distribution of polymers using size-exclusion chromatography coupled with light scattering detection (SEC-LS 光散乱検出器つきサイズ排除クロマトグラフィー)	H19. 3. 27		衣笠 晋一	計測標準研究部門		ISO/TC61(プラスチック)/SC5(物理・化学的性質)/WG11(分析的方法)

国内標準 (JIS, TS) 提案実績一覧

平成19年3月31日現在

No	TS・TR/JIS 規格番号	名称	経済省提出年月日	公示/公表年月日	提案者	産総研所属	研究名
1	TS Z0024	きゅう(嗅)覚によるにおいの同定能力測定方法(タイプII)(№9のTS化)	H18.7.5	H18.12.20	斉藤 幸子	人間福祉医工学研究部門	H8~10 標準基盤 (嗅覚変化計測方法の検討及びデータ収集)
2	JIS X XXXX	炭素材料の格子定数および結晶子の大きさ測定法	H18.8.3 (申出)		岩下 哲雄	固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	H15~16 標準基盤 (グラファイト及び炭素材料の結晶構造の評価試験方法)
3	改正 JIS R 1603	ファインセラミックス用窒化けい素微粉末の化学分析方法	H18.8.4 (申出)		上養 義則	計測フロンティア研究部門	H13~15 標準 (非酸化物系ファインセラミックスの化学分析方法)
4	改正 JIS R 1616	ファインセラミックス用炭化けい素微粉末の化学分析方法	H18.8.4 (申出)		上養 義則	計測フロンティア研究部門	H13~15 標準 (非酸化物系ファインセラミックスの化学分析方法)
5	TS K 0008	プラスチック圧縮振動による動的機械特性の求め方(タイプII)(№18のTS化)	H18.9.14		中山 和郎	ナノテクノロジー研究部門	H14TR 化研究 (プラスチックの動的圧縮弾性率の測定方法に関する標準情報)
6	TS X XXXX	骨組織の薄切標本の作製方法(タイプII)(厚生労働大臣共管のため№22の再提案)	H18.12.13		岡崎 義光	人間福祉医工学研究部門	H13TR 化研究 (骨内埋入金属試料の観察方法に関する標準情報)
7	JIS X XXXX	質量計用ロードセル	H18.12.26 (申出)		森中 泰章	計測標準研究部門	H16~17 標準基盤 (質量計のロードセル及び指示計)
8	JIS X XXXX	試料非吸引採取方式分析計による排ガス成分の自動計測システム	H18.12 (申出)	H19.9 予定	山田 耕一	環境管理技術研究部門 環境分子科学研究グループ	H15~17 エネ・環 (温室効果ガスの発生源インベントリー計測方法)
9	JIS X XXXX	工業用水・工場排水中の4-ノニルフェノールの異性体別試験方法	H19.1.29 (申出)	H19.8 予定	山下 信義	環境管理技術研究部門 未規制物質研究グループ	H14~16 標準認証(ノニルフェノールの分析方法の標準化)
10	JIS X XXXX	土砂類中の全ひ素及び全鉛の定量—エネルギー分散方式蛍光 X 線分析法	H19.3.30		丸茂 克美	地質情報研究部門	H15~16 標準基盤 (土壌中の有害金属の簡易分析技術)
11	JIS X XXXX	大気中PM2.5 サンプラ	H19.3.30		吉山 秀典	環境管理技術研究部門	H14~16 標準基盤 (PM2.5 測定装置)

(22) 知的財産部門
(Intellectual Property Department)

所在地：つくば中央第2

人員：30名(13名)

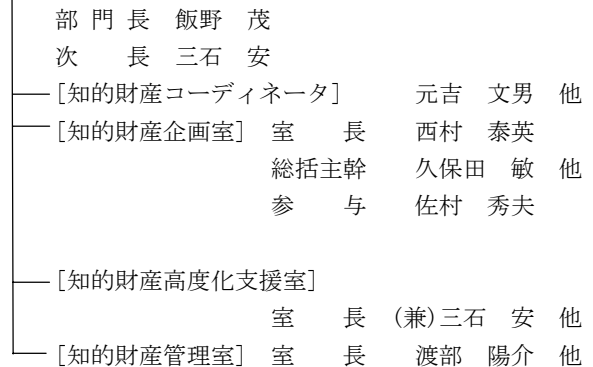
概要：研究成果が社会に使われることにより、経済及び産業の発展に貢献することは、産総研の大きな使命である。このため、知的財産部門においては、知的財産権の戦略的な創出及び効果的な維持、管理を組織的に行い、産総研の研究成果の最大限の知的財産権化を図ると共に、技術移転フェアやホームページ等で研究所所有の知的財産を紹介し、また、指定技術移転機関(産総研イノベーションズ)を活用することにより、目に見える技術移転を推進している。

また、職員に対して研修や説明会を開催することにより、知的財産権についての意識の高揚を促しているほか、内部弁理士や指定技術移転機関と連携し、内外のサービスニーズに対応している。さらには、ベンチャー開発戦略センターとの連携により、産総研発ベンチャーへの知的財産に係る支援も行っている。

知的財産部門の組織を下に示す。

機構図 (2007/3/31現在)

[知的財産部門]



・産総研の有する知的財産権の民間への移転・事業化の支援(産総研イノベーションズと協力)

産総研平成18年度特許関連統計

国内特許	出願件数	1,219件
	登録件数	567件
国外特許	出願件数	275件
	登録件数	219件
実施 (国内+国外)	実施契約件数	638件
	実施料	446百万円

産業技術総合研究所

平成18年度ユニット別出願件数（国内・外国出願）

研究ユニット	18年度国内出願件数			18年度外国出願件数			18年度外国権利数		
	単	共	計	単	共	計	単	共	計
深部地質環境研究センター	3	0	3	2	0	2	2	0	2
活断層研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
化学物質リスク管理研究センター	1	0	1	0	0	0	0	0	0
ライフサイクルアセスメント研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
パワーエレクトロニクス研究センター	13	2	15	5	2	7	4	2	6
生命情報科学研究センター	2	3	5	1	2	3	1	2	3
生物情報解析研究センター	3	3	6	2	1	3	2	1	3
ヒューマンストレスシグナル研究センター	5	9	14	0	0	0	0	0	0
強相関電子技術研究センター	2	4	6	0	2	2	0	2	2
次世代半導体研究センター	14	7	21	1	3	4	1	3	4
デジタルものづくり研究センター	4	0	4	0	0	0	0	0	0
界面ナノアーキテクニクス研究センター	12	3	15	3	2	5	3	2	5
グリッド研究センター	2	0	2	0	0	0	0	0	0
爆発安全研究センター	1	2	3	0	0	0	0	0	0
糖鎖工学研究センター	6	4	10	5	8	13	4	6	10
糖鎖医工学研究センター	2	2	4	0	0	0	0	0	0
年齢軸生命工学研究センター	1	1	2	0	0	0	0	0	0
デジタルヒューマン研究センター	0	1	1	0	0	0	0	0	0
近接場光応用工学研究センター	7	4	11	3	3	6	3	2	5
ダイヤモンド研究センター	12	3	15	2	0	2	2	0	2
バイオニクス研究センター	16	40	56	5	14	19	5	13	18
水素材料先端科学研究センター	0	1	1	0	0	0	0	0	0
太陽光発電研究センター	17	5	22	0	2	2	0	2	2
システム検証研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ナノカーボン研究センター	11	1	12	9	0	9	6	0	6
健康工学研究センター	6	8	14	0	1	1	0	1	1
情報セキュリティ研究センター	2	2	4	0	0	0	0	0	0
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	1	0	1	0	0	0	0	0	0
コンパクト化学プロセス研究センター	36	25	61	1	6	7	1	3	4
バイオマス研究センター	14	14	28	1	0	1	1	0	1
計測標準研究部門	25	4	29	7	3	10	6	2	8
地圏資源環境研究部門	2	0	2	0	0	0	0	0	0
知能システム研究部門	18	7	25	6	3	9	5	2	7
エレクトロニクス研究部門	28	16	44	7	6	13	7	6	13
光技術研究部門	28	34	62	4	8	12	4	8	12
人間福祉医工学研究部門	9	7	16	1	0	1	1	0	1
脳神経情報研究部門	8	2	10	1	0	1	1	0	1
ナノテクノロジー研究部門	53	19	72	16	10	26	16	8	24
計算科学研究部門	1	0	1	0	0	0	0	0	0
生物機能工学研究部門	28	4	32	0	2	2	0	2	2
計測フロンティア研究部門	4	12	16	2	2	4	1	2	3
ユビキタスエネルギー研究部門	12	26	38	2	5	7	2	4	6
セルエンジニアリング研究部門	27	11	38	9	1	10	9	1	10
ゲノムファクトリー研究部門	7	5	12	8	2	10	5	2	7
先進製造プロセス研究部門	67	47	114	10	29	39	10	18	28
サステナブルマテリアル研究部門	34	16	50	2	3	5	2	3	5
地質情報研究部門	0	1	1	0	0	0	0	0	0
環境管理技術研究部門	25	17	42	1	2	3	1	1	2
環境化学技術研究部門	52	36	88	7	10	17	5	9	14
エネルギー技術研究部門	39	22	61	3	1	4	2	1	3
情報技術研究部門	41	24	65	6	1	7	6	1	7

研究ユニット	18年度国内出願件数			18年度外国出願件数			18年度外国権利数		
	単	共	計	単	共	計	単	共	計
実環境計測・診断研究ラボ	27	5	32	6	1	7	6	1	7
メタンハイドレート研究ラボ	1	4	5	0	0	0	0	0	0
シグナル分子研究ラボ	4	1	5	1	0	1	1	0	1
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	2	0	2	0	0	0	0	0	0
ジーンファンクション研究センター	2	2	4	0	0	0	0	0	0
バイオセラピューテック研究ラボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
創薬シーズ探索研究ラボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
器官発生工学研究ラボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェロー	3	0	3	1	0	1	1	0	1
特許生物寄託センター	1	0	1	0	0	0	0	0	0
産学官連携推進部門	2	6	8	0	0	0	0	0	0
中国センター	3	0	3	0	0	0	0	0	0
*元 生命工学工業技術研究所	1	0	1	0	0	0	0	0	0
合計	747	472	1219	140	135	275	126	110	236

*分割出願案件（発明者退職）

(23) 国際部門
(International Affairs Department)

所在地：つくば中央第2

人員：21名（8名）

概要：国際部門は関連部署と連携し、海外の研究機関等の技術政策・研究開発動向を把握分析し、策定した国際戦略に基づき、その国際戦略を改定・推進するとともに、研究交流・共同研究、人材養成・ネットワーク構築（優秀な外国研究者を惹きつける環境整備等人材ハブ・ネットワーク化）を含め世界の有力研究機関・研究者との相互補完的連携を強化し、研究開発のコンピタンス、国際競争力の強化を図り、グローバルな相互補完的連携によって、アジア環境パートナーシップをはじめ世界の持続的発展可能な社会実現に向けた共通課題に取り組んでいる。また、研究活動における安全保障輸出管理及び国際活動に伴う危機管理業務に携わるとともに、海外への成果普及、研究ユニットの国際活動を支援している。

機構図（2007/3/31現在）

[国際部門]

部門長 松尾 隆之
次長 清水 隆
審議役 八木 康之
国際コーディネータ 宮崎 芳徳
部門総括 並木 壯壽
総括主幹 山田 理 他3名

[国際関係室]

室長 大久保 泰邦 他3名

[国際交流室]

室長 河合 健二 他5名（内1名兼任）

[研究セキュリティ管理部]

部長（兼）松尾 隆之 他4名（内1名兼任）

附属組織（産総研インターナショナルセンター）
センター長 大見 孝吉

国際関係室 (International Relation Office)

(つくば中央第2)

概要：MOU 締結、海外研究機関との連携強化、アジア環境エネルギーパートナーシップのアクション等アジア戦略の実施を図り、欧州戦略の着実な推進とともに、米国との戦略的研究連携を構築・推進している。また、ワークショップ開催、分野融合の具体的連携推進を含め、国際コーディネイト業務のサポートを行っている。

- 1) 戦略の構築・改定、海外研究機関との協定（MOU）締結・フォローアップを含め戦略的連携の強化。
- 2) MOU 締結・フォローとともに、研究ユニットからの海外機関との研究協力協定や国際共同研究・受託研究・委託研究契約締結の支援（知財、産学官と連携）。
- 3) 国際的な競争的資金や外部資金応募取りまとめを含め、国際連携プロジェクトに係る資金確保について研究ユニットを支援。技術移転業務として、国際協力機構等からの研修生の受け入れや海外への技術協力に係る業務の実施。
- 4) 重要な国際会議、二国間会議の戦略的活用、海外事務所活動を含め日本貿易振興機構等との連携、海外からのVIPの受け入れ、研究機関・各国政府関係者とのネットワーク強化により、国際戦略に係る海外情報分析とともに、産総研の国際的プレゼンスの向上について

て産総研イノベーションとも連携し、産総研成果をグローバル市場へ展開。

国際交流推進室 (International Cooperation Office)
(つくば中央第2)

概要：産総研フェローシップ（派遣及び招聘制度）のより一層の充実と、各種人材交流プログラムの推進等国際的な人材育成・ネットワーク化を推進するとともに、国際研究交流のための派遣・招聘に関する手続きの確実な実行及び研究者の国際研究活動に対する支援業務及び技術研修、海外危機管理マニュアルの周知徹底と具体的な危機に対する迅速な取り組みを行うことを通じ、研究活動の積極的な支援を行っている。

- 1) 産総研フェローシップ制度の実行等国際的な人材育成・ネットワーク化の強化
- 2) 外国人研究者の生活支援事業及び活動拠点室運営
- 3) 技術研修の取りまとめ
- 4) 国際研究活動に伴う海外危機管理業務の遂行

研究セキュリティ管理部

(Research Security Control Division)

(つくば中央第2)

概要：産総研安全保障輸出管理規程・要領に基づき、産総研の輸出管理業務の統括及び周知徹底を図り、具体的案件の審査、指導、教育、監査等の業務を推進している。ベストプラクティス産総研モデルを確立し、経済産業省からの要請に応じて国立大学法人等への支援を行った。また、外部人材受入事前登録業務の着実な実施と業務の効率化を図っている。

産総研インターナショナルセンター

(AIST International Center (AIC))

(つくば中央第1)

概要：産総研に滞在する外国人研究者及びその家族の生活上の支援を目的に、日本語研修、日本文化研修及び生活相談業務等の事業を行っている。

1) 海外出張

表1 平成18年度外国出張者数（予算別）

(件)

区 分	受付	取消等	実出張数
産総研予算による出張	3,159	15	3,144
外部機関からの依頼による出張	242	0	242
外部機関からの受託による出張	7	0	7
外部制度による出張	17	0	17
外国の研究機関等から招聘による出張	103	0	103
文科省科研費による出張	376	0	376
計	3,904	15	3,889

※上表の件数は平成17年度出張申請書受理ベースの件数です。

表2 平成18年度外国出張者数(国別)

区分/国・地域名	計		1内部	2公益法人 等依頼	3民間等よ り受託	4外部制度	5海外から の招聘	6文科省科 研費
	件数計	割合						
韓国	336	7.66%	265	12	3	2	28	26
台湾	71	1.62%	44	7			17	3
フィリピン	14	0.32%	12	1				1
インドネシア	32	0.73%	16	15			1	
カンボジア	4	0.09%	1	1				2
タイ	165	3.76%	125	22	1		8	9
マレーシア	22	0.50%	14	4			2	2
ミャンマー	5	0.11%	5					
スリランカ	1	0.02%	1					
インド	90	2.05%	78	3		2	1	6
パキスタン	5	0.11%	5					
ブータン	1	0.02%		1				
ラオス	3	0.07%	2	1				
シンガポール	82	1.87%	73	2			1	6
中国	339	7.73%	273	20		1	12	33
モンゴル	5	0.11%	4	1				
ベトナム	30	0.68%	20			1	2	7
オーストラリア	93	2.12%	79	5			4	5
ニュージーランド	8	0.18%	8					
パプアニューギニア	1	0.02%		1				
タヒチ	1	0.02%						1
米国	1,229	28.03%	1,020	65		6	6	132
カナダ	154	3.51%	130	7	1		2	14
メキシコ	32	0.73%	27	1			1	3
ブラジル	27	0.62%	24	1			1	1
アルゼンチン	4	0.09%	3					1
チリ	1	0.02%	1					
英国	151	3.44%	126	13		1		11
ドイツ	260	5.93%	210	22	2	1	3	22
フランス	281	6.41%	230	18		1	3	29
イタリア	239	5.45%	218	3		1	3	14
スイス	72	1.64%	56	7		1		8
リヒテンシュタイン	1	0.02%				1		
オーストリア	83	1.89%	62	4		1	2	14
ベルギー	38	0.87%	35	2				1
オランダ	43	0.98%	38	2			2	1
ノルウェー	43	0.98%	37	2			2	2
スウェーデン	58	1.32%	50	3			1	4
デンマーク	18	0.41%	15	1				2
フィンランド	18	0.41%	12	3			1	2
アイルランド	28	0.64%	17	1			1	9
スペイン	44	1.00%	39	3				2
ポルトガル	22	0.50%	18	1				3
ギリシャ	14	0.32%	11					3
ロシア	27	0.62%	18	5				4
ポーランド	16	0.36%	16					
チェコ	36	0.82%	29	2				5
ハンガリー	12	0.27%	9					3
ルーマニア	4	0.09%	3					1
スロヴァキア	3	0.07%	1					2
トルコ	15	0.34%	12					3
エジプト	4	0.09%	4					
南アフリカ	21	0.48%	14	6				1
ウクライナ	2	0.05%	2					
クロアチア	1	0.02%	1					

産業技術総合研究所

区分／国・地域名	計		1内部	2公益法人 等依頼	3民間等よ り受託	4外部制度	5海外から の招聘	6文科省科 研費
	件数計	割合						
スロベニア	6	0.14%	5				1	
ザンビア	1	0.02%		1				
ラトビア	1	0.02%	1					
プエルトリコ	1	0.02%						1
モーリシャス	2	0.05%	2					
アイスランド	1	0.02%	1					
アラブ首長国連邦	1	0.02%	1					
イスラエル	1	0.02%	1					
イラン	1	0.02%	1					
エストニア	1	0.02%	1					
キプロス	2	0.05%	2					
キューバ	2	0.05%	2					
サウジアラビア	1	0.02%		1				
ジャマイカ	1	0.02%	1					
セルビア	1	0.02%	1					
パラオ	3	0.07%	2					1
フィジー	1	0.02%		1				
ブルガリア	3	0.07%	1					2
ベラルーシ	2	0.05%	2					
香港	1	0.02%					1	
マダガスカル	1	0.02%	1					
マルタ	1	0.02%	1					
モザンビーク	1	0.02%						1
モナコ	1	0.02%	1					
モンテネグロ	1	0.02%	1					
南極	1	0.02%		1				
日本（海外在住）	36	0.82%	34					2
計	4,384	100.0%	3,575	272	7	19	106	405
（1つの出張で数カ国またがる場合にはそれぞれの国にカウントされております。）								
実出張者数	3,889		3,144	242	7	17	103	376

表3 平成18年度外国出張者数（ユニット別）

区分／組織	計	1内部	2公益 法人等 依頼	3民間 等より 受託	4外部 制度	5海外 からの 招聘	6文科 省科研 費
110 理事長	7	6				1	
110 理事	21	18	1	1		1	
130 企画本部	27	22	3		1	1	
140 評価部	12	9				3	
150 環境安全管理部	1		1				
180 広報部	5	4				1	
168 男女共同参画室	3	3					
172 イノベーション推進室	2	2					
170 監査室	0						
211 深部地質環境研究センター	32	30	2				
212 活断層研究センター	55	47	5			3	
213 化学物質リスク管理研究センター	37	36					1
215 ライフサイクルアセスメント研究センター	35	28	4				3
216 パワーエレクトロニクス研究センター	41	41					
217 生命情報科学研究センター	42	25	6			2	9
218 生物情報解析研究センター	14	9	3				2
221 ヒューマンストレスシグナル研究センター	10	7					3
222 強相関電子技術研究センター	8	5					3
223 次世代半導体研究センター	21	20					1
252 デジタルものづくり研究センター	7	7					
233 界面ナノアーキテクニクス研究センター	17	9					8
234 グリッド研究センター	117	107	3				7
235 爆発安全研究センター	20	14	5	1			
236 糖鎖工学研究センター	20	14	2		1	1	2
254 糖鎖医工学研究センター	6	6					
255 新燃料自動車技術研究センター	1	1					
237 年齢軸生命工学研究センター	6	4				2	
239 デジタルヒューマン研究センター	58	51	2				5
240 近接場光応用工学研究センター	30	27					3
241 ダイヤモンド研究センター	23	21	1		1		
242 バイオニクス研究センター	35	33					2
253 水素材料先端化学研究センター	7	4			1		2
244 太陽光発電研究センター	63	54	4			3	2
245 システム検証研究センター	19	19					
246 ナノカーボン研究センター	27	19		1		6	1
247 健康工学研究センター	11	7	1				3
248 情報セキュリティ研究センター	84	70	4			2	8
249 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	19	19					
250 コンパクト化学プロセス研究センター	34	25	1			2	6
424 循環バイオマス研究ラボ	0						
251 バイオマス研究センター	32	26	4			1	1
310 計測標準研究部門	389	346	21	2	2	15	3
321 地圏資源環境研究部門	144	121	18			2	3
328 知能システム研究部門	138	95	18			1	24
329 エレクトロニクス研究部門	80	62	6		1	1	10
330 光技術研究部門	89	69	4			2	14
333 人間福祉医工学研究部門	120	84	9			2	25
334 脳神経情報研究部門	55	34	4				17
339 ナノテクノロジー研究部門	105	74	9			6	16
340 計算科学研究部門	41	29	1		6	1	4
341 生物機能工学研究部門	87	61	4			5	17
342 計測フロンティア研究部門	67	55	5				7
343 ユビキタスエネルギー研究部門	75	51	11			1	12

産業技術総合研究所

区分/組織	計	1内部	2公益 法人等 依頼	3民間 等より 受託	4外部 制度	5海外 からの 招聘	6文科 省科研 費
344 セルエンジニアリング研究部門	83	61	4			4	14
345 ゲノムファクトリー研究部門	27	18	2		3	1	3
346 先進製造プロセス研究部門	216	182	15			6	13
347 サステナブルマテリアル研究部門	72	66	3			2	1
348 地質情報研究部門	150	100	11			6	33
349 環境管理技術研究部門	101	78	7			3	13
350 環境化学技術研究部門	93	76	1			3	13
351 エネルギー技術研究部門	221	187	12		1	4	17
352 情報技術研究部門	134	113	4			1	16
426 実環境計測・診断研究ラボ	17	16					1
427 メタンハイドレート研究ラボ	12	11				1	
428 シグナル分子研究ラボ	2	2					
243 ジーンファンクション研究センター	5	4				1	
429 超高速光信号処理デバイス研究ラボ	12	9	3				
431 創薬シーズ探索研究ラボ	4	2					2
490 フェロー	8	8					
123 研究コーディネータ	31	23	7			1	
125 顧問	9	9					
620 特許生物寄託センター	1	1					
630 ベンチャー開発戦略研究センター	26	18	1				7
635 地質調査情報センター	21	20					1
640 計量標準管理センター	64	53	6			4	1
710 技術情報部門	23	22	1				
740 産学官連携推進部門	19	16					3
770 知的財産部門	25	25					
760 国際部門	45	43	1			1	
810 業務推進部門	1	1					
850 能力開発部門	1	1					
870 研究環境整備部門	4	4					
931 北海道センター	0						
932 東北センター	0						
935 中部センター	0						
936 関西センター	1	1					
937 中国センター	1		1				
939 九州センター	1		1				
999 その他（外部の者）	60	44		2			14
合 計	3,889	3,144	242	7	17	103	376

表4 出張目的別出張者数（複数申告）

区分/目的	計		1. 内部	2. 公益法人 等依頼	3. 民間等よ り受託	4. 外部制度	5. 海外から 招聘	6. 文科省科 研費
	件数	割合						
国際会議・学会等	2,912	74.90%	2,372	156	6	15	69	294
動向調査	296	7.60%	238	30	1	0	6	21
実地調査	162	4.20%	128	16	0	0	1	17
在外研究	49	1.30%	36	1	0	0	5	7
共同研究	216	5.60%	162	9	0	0	12	33
技術協力	50	1.30%	27	15	0	0	8	0
交渉折衝	40	1.00%	30	9	0	0	0	1
在外研修	16	0.40%	14	0	0	1	0	1
その他	148	3.80%	137	6	0	1	2	2
合 計	3,889	100%	3,144	242	7	17	103	376

表5 産総研職員を招聘した外国機関等

機 関 名	国・地域名	人数
MicroMan, Enterprise Ireland	アイルランド	1
ミシガン大学	アメリカ	1
オゾン層・気候保護産業協会 JICOP	イタリア	1
国連理論物理センター	イタリア	1
University of Padova	イタリア	1
Cochin Conference	インド	1
インドネシア認定機関 KAN	インドネシア	1
APEC	ベトナム	2
	台湾	
アジア太平洋計量計画	ベトナム	2
	ブラジル	
National Association of Testing Authorities, Australia	オーストラリア	1
クィーンズランド大学	オーストラリア	3
International Winterschool on Electronic Properties of Novel Materials 2007 (IWEPM2007)	オーストリア	1
Universitaet Wien	オーストリア	1
Nano-NED	オランダ	1
化学兵器禁止機関 OPCW	オランダ	1
カナダ国立計測基準研究所 INMS	カナダ	1
カナダ国立研究機構 NRC	カナダ	1
A*STAR	シンガポール	1
チャルマース工科大学	スウェーデン	1
MEMS	スロベニア	1
アジア科学教育経済発展機構 Asia SEED	タイ	1
タイ国立科学技術開発機構 NSTDA	タイ	2
Chulalongkorn University チュラルンコン大学	タイ	3
タイ国家標準研究所 NIMT	タイ	2
独 ZiF 研究所	ドイツ	1
独ハーンマイトナー研究所	ドイツ	1
ゲーティンゲン大学	ドイツ	1
Institute for EnergyTechnology	ノルウェー	1
Isosilicon	ノルウェー	1
NanotechnologyinNouthernEurope	フィンランド	1
Human Frontier Science Program	フランス	1
リヨン工科大学	フランス	1
レイ・パスツール大学派遣	フランス	1
ASEAN 工学アカデミー	マレーシア	1
マレーシア工学会	マレーシア	1
Instituto Tec. de Monterrey	メキシコ	1
韓国 KSICE	韓国	1
Ajou University Cell Therapy	韓国	1
Gwangju 科学技術研究所	韓国	1
Kyungpook National Univesity	韓国	1
R&DCenter. KITEC	韓国	1
Sicence & Techonogy Policy Ins	韓国	1
韓国科学技術院 KAIST	韓国	1
韓国科学技術財団 KOSEF	韓国	1
延世大学	韓国	1
韓国 KRISS	韓国	4
韓国機械研究院 KIMM	韓国	1
韓国原子力研究所 KAERI	韓国	1
韓国生物工学会	韓国	1
韓国塑性加工学会鍛造分科会	韓国	1
韓国地震工学会	韓国	1
建国大学	韓国	1

産業技術総合研究所

機 関 名	国・地域名	人数
光州科学技術院 (GIST)	韓国	1
全南大学	韓国	1
梨花女子大学	韓国	1
ATA2006 Organizer	韓国	1
The University of Seoul	韓国	1
韓国地球科学資源研究所 KIGAM	韓国	2
韓国、全南大学校触媒研究所	韓国	1
韓国技術標準院 KATS	韓国	1
香港政府	香港	1
財団法人国家実験研究院科技政策研究與資訊中心 STPI	台湾	1
財団法人 交流協会	台湾	1
(台湾) 中國工程師學會	台湾	2
Metal Industries R&D Center	台湾	1
National Taiwan University	台湾	1
Taiwan Information Security Center	台湾	1
財団法人 台湾金属工業研究發展中心	台湾	1
台湾・中央研究院 生物化学研究所	台湾	1
台湾 National Central University	台湾	1
台湾成功大学防災研究センター	台湾	1
中華民國台北經濟文化代表処	台湾	1
CMS	台湾	1
Tamkang University	台湾	1
台湾工業技術研究院 ITRI	台湾	1
台湾 TAF	台湾	1
清華大学	中国	1
浙江大学	中国	1
FudanUniversity	中国	1
中国山東省済寧市人民政府	中国	1
中国寧波市象山港海洋観測所	中国	1
北京理工大学	中国	1
香港科技大学	中国	1
重慶市地震局	中国	3
大連理工大学	中国	1
中国科学院	中国	1
American Chemical Society	米国	1
University of California LA	米国	1
University of Michigan	米国	1
アメリカ MRS	米国	1
University NAVSTAR Consortium	米国	1
合 計		106

(1つの出張で複数の機関から招聘されている場合にはそれぞれの機関にカウントしております。)

2) 外国人研究者受入

表6 平成18年度外国人研究者受入実績(制度別)

受入制度	受入人数	取り扱い部門
外国人客員研究員 (内 JSPS/STAフェロー 40人)	302	国際部門、産学官連携部門 (国内申請42件)
ウィンターインスティテュート	5	国際部門
JSPSサマープログラム	6	国際部門
重点研究支援協力員	2	産学官連携部門
JICA研修	24	国際部門
技術研修	71	国際部門、産学官連携部門 (国内申請50件)
共同研究派遣	33	産学官連携部門
非常勤職員	274	能力開発部門
その他	5	国際部門
計	722	

(新規受入分、滞在6日以上)

表7 平成18年度外国人研究者受入実績(国籍別)

国・地域	受入人数
中国	213
韓国	97
インド	56
フランス	36
タイ	29
米国	28
英国	22
ベトナム	20
インドネシア	17
台湾	16
ドイツ	15
ロシア	14
イタリア	12
スウェーデン	12
バングラデシュ	11
フィリピン	11
スリランカ	7
ブルガリア	6
ポーランド	6
オーストラリア	6
ベルギー	5
ルーマニア	5
エジプト	5
その他40カ国・地域	73
合計	722

3) 技術研修

「独立行政法人産業技術総合研究所技術研修規程」(13規程第23号)に則り、外国の企業及び大学等から派遣された者に対して研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、産業科学技術の発展及び継承を図るために技術研修を実施している。

また、(独)国際協力機構(JICA)や(独)日本学術振興会(JSPS)、(社)科学技術国際交流センター(JISTEC)からの依頼により、JICA 集団研修、個別研修、JSPS サマープログラム研修、ウインターインスティテュート研修を実施している。

平成18年度は、6日以上滞在の技術研修員受入数は58名、5日以下 59名の総数117名を受け入れた。

(平成17年度から継続滞在 [6日以上滞在22名] を含むと、139名となる。)

表8 平成18年度 外国人技術研修受入実績

制 度	受入人数	5日以下	計
技術研修 (JICA/サマー/ウインター 研修以外)	23		23
サマープログラム研修	6		6
ウインターインスティテュート研修	5		5
JICA 個別研修	6	59	65
JICA 集団研修/国別特設	18		17
「バイオマス有効利用技術」	6		6
「アジア太平洋法定計量システム」	5		5
「環境調和技術」	3		3
「産業標準・評価技術」	4		4
合計	58	59	117

平成17年度からの継続

JICA 集団研修 「環境調和技術」	6		6
JICA 集団研修 「産業標準・評価技術」	5		5
JICA 個別研修	1		1
技術研修	10		10
合計	22	0	22

H17からの継続を含む合計

80 59 139

表9 平成18年度外国人技術研修受入実績（ユニット毎）

制度	ユニット	受入人数	5日以下	計
技術研修（JICA/サマー/ウインター 研修以外）		23		23
	【ユニット別内訳】			
	界面ナノアーキテクトニクス研究センター	1		
	ナノカーボン研究センター	2		
	知能システム研究部門	9		
	人間福祉医工学研究部門	1		
	ナノテクノロジー研究部門	2		
	生物機能工学研究部門	1		
	計測フロンティア研究部門	1		
	先進製造プロセス研究部門	2		
	地質情報研究部門	2		
	エネルギー技術研究部門	1		
	情報技術研究部門	1		
サマープログラム研修		6		6
	【ユニット別内訳】			
	近接場光応用工学研究センター	1		
	知能システム研究部門	1		
	環境管理技術研究部門	2		
	環境化学技術研究部門	1		
	情報技術研究部門	1		
ウインターインスティテュート研修		5		5
	【ユニット別内訳】			
	ライフサイクルアセスメント研究センター	1		
	生命情報科学研究センター	1		
	人間福祉医工学研究部門	1		
	計算科学研究部門	1		
	生物機能工学研究部門	1		
JICA 個別研修		6	59	65
	【ユニット別内訳】			
	太陽光発電研究センター	1		
	地圏資源環境研究部門		5	
	環境管理技術研究部門		13	
	計量標準管理センター	5	36	
	産学官連携推進部門		5	
JICA 集団研修/国別特設				
「バイオマス有効利用技術」		6		6
	【ユニット別内訳】			
	ライフサイクルアセスメント研究センター	1		
	バイオマス研究センター(中国センター)	1		
	生物機能工学研究部門	1		
	環境化学技術研究部門（つくばセンター1人、関西センター2人）	3		
「アジア太平洋法定計量システム」		5		5
	【ユニット別内訳】			
	計量標準管理センター	5		
「環境調和技術」		3		3
	【ユニット別内訳】			
	地圏資源環境研究部門	1		
	エネルギー技術研究部門（新燃料自動車技術研究センター）	2		
「産業標準・評価技術」		4		4
	【ユニット別内訳】			

産業技術総合研究所

コンパクト化学プロセス研究センター(東北センター)	1		
計測標準研究部門	1		
生物機能工学研究部門	1		
環境化学技術研究部門	1		
合計	58	59	117

(名)

平成17年からの継続

JICA 集団研修 「環境調和技術」	6		6
【ユニット別内訳】			
コンパクト化学プロセス研究センター (東北センター)	1		
生物機能工学研究部門	1		
環境管理技術研究部門	2		
環境化学研究部門 (関西センター)	2		

JICA 集団研修 「産業標準・評価技術」	5		5
【ユニット別内訳】			
バイオマス研究センター(中国センター)	1		
ライフサイクルアセスメント研究センター	1		
生物機能工学研究部門	2		
環境化学研究部門(関西センター)	1		

JICA 個別研修	1		1
【ユニット別内訳】			
環境管理技術研究部門	1		

技術研修	10		10
【ユニット別内訳】			
地圏資源環境研究部門	1		
知能システム研究部門	7		
脳神経情報研究部門	1		
環境化学技術研究部門	1		
合計	22	0	22

平成17年からの継続を含む合計 80 59 139

表10 平成18年度外国人技術研修 国・地域別受入れ一覧表 (6日以上滞在)

国・地域別	人数(人)	受入れ人数	JICA	ウィンター インスティテュート	サマープログラム	技術研修
アジア地域						
インド		1				1
インドネシア		3	3			
カンボジア		1	1			
韓国		10		5		5
タイ		12	12			
台湾		1				1
中華人民共和国		2	2			
フィリピン		2	1			1
ベトナム		2	2			
日本		2				2
小計		36	21	5	0	10
米州地域						
アメリカ		3			3	
ウルグアイ		1	1			
メキシコ		1				1
小計		5	1	0	3	1
ヨーロッパ地域						
クロアチア		1	1			
スウェーデン		1				1
スペイン		1				1
イギリス		3			2	1
フランス		7			1	6
ベルギー		1				1
小計		14	1	0	3	10
その他の地域						
オーストラリア		1				1
レバノン		1				1
ケニア		1	1			
小計		3	1	0	0	2
合計		58	24	5	6	23

表11 平成18年度外国人技術研修国・地域別受入れ一覧表
 (平成17年度からの継続；6日以上滞在)

人数(人) 国・地域別	受入れ人数	JICA	技術研修
アジア地域			
インドネシア	2	2	
韓国	1		1
タイ	1	1	
中華人民共和国	1	1	
トルコ	1	1	
フィリピン	2	2	
パレスチナ自治区	1	1	
ベトナム	2	2	
小計	11	10	1
米州地域			
アルゼンチン	1	1	
小計	1	1	0
ヨーロッパ地域			
オランダ	1		1
スペイン	1		1
フランス	6		6
小計	8	0	8
その他の地域			
ウガンダ	1	1	
日本	1		1
小計	2	1	1
合計	22	12	10

表12 外国機関との研究協力覚書締結

No	締結日	相手先機関	相手先 国・地域	担当ユニット
1	2006/4/4	韓国標準科学研究院 (KRISS)	韓国	計測標準研究部門
2	2006/4/13	サレルノ大学	イタリア	サステナブルマテリアル研究部門
3	2006/5/11	LANL (ロスアラモス研究所)	米国	固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター
4	2006/5/17	Institute de Biotechnologia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico (IBT/UNAM)	メキシコ	セルエンジニアリング研究部門
5	2006/5/22	上海珪酸塩研究所 (SICCAS)	中国	ナノテクノロジー研究部門
6	2006/5/29	CSIRO CMMT	オーストラリア	計測フロンティア研究部門
7	2006/6/8	Laboratoire Specification et Verification (CNRS UMR 8643)	フランス	システム検証研究センター
8	2006/6/23	Pohang Univ. Information Research Laboratories	韓国	システム検証研究センター
9	2006/6/26	チュラロンコン大学	タイ	環境化学技術研究部門
10	2006/6/27	NNC/NSTDA	タイ	環境化学技術研究部門
11	2006/6/27	MTEC/NSTDA	タイ	エネルギー技術研究部門
12	2006/7/1	University of California, Santa Barbara (UCSB)	米国	エレクトロニクス研究部門
13	2006/7/3	オーストラリア国立標準研究所 (NMIA)	オーストラリア	エレクトロニクス研究部門
14	2006/7/5	韓国生産技術研究院 (KITECH)	韓国	先進製造プロセス研究部門
15	2006/7/5	ETRI	韓国	知能システム研究部門
16	2006/7/6	A*STAR (ICES/IHPC)	シンガポール	ユビキタスエネルギー研究部門
17	2006/7/6	イリノイ大学	米国	システム検証研究センター
18	2006/7/10	ITRI, Material and Chemical Research Laboratories (MCL)	台湾	ナノテクノロジー研究部門
19	2006/7/11	韓国地質資源研究院 (KIGAM)	韓国	地質調査情報センター
20	2006/7/11	韓国地質資源研究院 (KIGAM) ANNEX I	韓国	地質調査情報センター
21	2006/7/11	韓国地質資源研究院 (KIGAM) ANNEX II	韓国	地質調査情報センター
22	2006/7/11	韓国地質資源研究院 (KIGAM) ANNEX III	韓国	地質調査情報センター
23	2006/7/11	韓国地質資源研究院 (KIGAM) ANNEX IV	韓国	地質調査情報センター
24	2006/7/11	韓国地質資源研究院 (KIGAM) ANNEX V	韓国	地質調査情報センター
25	2006/7/13	韓国地質資源研究院 (KIGAM) ANNEX VI	韓国	地質調査情報センター
26	2006/7/14	韓国地質資源研究院 (KIGAM) ANNEX VII	韓国	地質調査情報センター
27	2006/7/14	フランホーファ研究機関ケイ酸塩研究所	ドイツ	先進製造プロセス研究部門
28	2006/7/15	鉱物資源調査開発総局	トルコ	地質調査情報センター
29	2006/7/28	タイ科学技術研究院 (TISTR)	タイ	エネルギー技術研究部門
30	2006/8/2	ARS/USDA	米国	生物機能工学研究部門
31	2006/8/22	ケンブリッジ大学	英国	メタンハイドレート研究ラボ
32	2006/8/30	NAGRA (個別実験協定2)	スイス	深部地質環境研究センター
33	2006/9/6	ロスアラモス研究所 (LANL)	米国	メタンハイドレート研究ラボ
34	2006/9/21	カナダ国立ナノテクノロジー研究所 (NINT)	カナダ	ナノテクノロジー研究部門
35	2006/9/26	中国国土資源部地質調査局 南京地質鉱物産研究センター	中国	地質調査情報センター
36	2006/9/28	NTNU (包括研究協力協定)	ノルウェー	国際部門

産業技術総合研究所

No	締結日	相手先機関	相手先 国・地域	担当ユニット
37	2006/10/13	A*STAR (ICES)	シンガポール	ライフサイクルアセスメント研究センター
38	2006/10/30	Yonsei University College of Medicine (YUCM)	韓国	セルエンジニアリング研究部門
39	2006/11/6	カールスルーエ研究センター	ドイツ	ライフサイクルアセスメント研究センター
40	2006/11/6	CNRS (包括研究協力協定の延長)	フランス	国際部門
41	2006/11/16	BPPT	インドネシア	バイオマス研究センター
42	2006/11/16	CNRS (EC コントラクト)	フランス他	知能システム研究部門
43	2006/12/6	オーストリア地質調査所 (GBA)	オーストリア	地質調査情報センター
44	2006/12/11	NECTEC	タイ	知能システム研究部門
45	2006/12/19	Children's Medical Research Institute (CMRI)	オーストラリア	セルエンジニアリング研究部門
46	2007/1/15	国立台湾大学物理学科	台湾	計算科学研究部門
47	2007/1/15	中国地質調査局 地質科学院鉱産資源研究所	中国	地質調査情報センター
48	2007/1/16	Institute for Energy (包括研究協力協定)	ノルウェー	国際部門
49	2007/1/16	SINTEF (包括研究協力協定)	ノルウェー	国際部門
50	2007/1/22	Philippine LCA Cleaning House	フィリピン	ライフサイクルアセスメント研究センター
51	2007/2/12	DBT (包括研究協力協定)	インド	国際部門
52	2007/2/12	CSIR (包括研究協力協定)	インド	国際部門
53	2007/2/12	スロバキア科学アカデミー	スロバキア	エレクトロニクス研究部門
54	2007/2/20	ECSAW/CNRS	フランス	エネルギー技術研究部門
55	2007/2/28	National Institute for Materials Physics (NIMP)	ルーマニア	エレクトロニクス研究部門
56	2007/3/5	インディアナ大学	米国	界面ナノアーキテクニクス研究センター
57	2007/3/6	CSIRO (包括研究協力協定)	オーストラリア	国際部門
58	2007/3/14	インテル	米国	強相関電子技術研究センター
59	2007/3/27	G.N.D.U	インド	セルエンジニアリング研究部門

表13 平成18年度科学技術協力協定期協議への提示協力テーマ数

開催時期	相手国	政府間定期協議名	産総研の協力テーマ件数 (新規含む)
2006/6	イスラエル	第3回科学技術協力合同委員会	3
2006/6	イギリス	第6回科学技術協力合同委員会	19
2007/3	ベトナム	第1回科学技術協力合同委員会	8

表14 海外研究機関との共同研究、受託研究、委託研究件数

共同研究	4件
受託研究	3件
委託研究	6件

(年度内契約分)

表15 国際シンポジウム等開催（国際部門扱い）

会議等名称	開催場所	開催期間	備考
ハノーバー・メッセ2006	ハノーバー	2006年4月24～28日	協力
持続的社會を目指した科学技術に関する日中円卓会議	北京	2006年7月4日	協力
Thailand Science Tech 2006（タイ科学技術週間）出展	バンコク	2006年8月11～22日	協力
日台光触媒技術シンポジウム	台北	2006年9月2日	主催
シンポジウム「産学官連携による研究開発のイノベーション ロスアラモス国立研究所の事例を中心に」	東京	2006年9月13日	主催
バイオ、エネルギー、持続的発展、ナノテクに関するワークショップ	トロント	2006年9月27日	主催
日中石炭 C1化学シンポジウム	成都（四川省）	2006年10月22～25日	協力
日仏環境調和型セラミックワークショップ	名古屋	2006年11月1～3日	主催
Thailand-Japan Collaboration Workshop 2006	つくば	2006年11月14日	主催
第3回バイオマス・アジア・ワークショップ	東京・つくば	2006年11月15～17日	主催
AIST-VAST 第3回ワークショップ	つくば	2006年11月21日	主催
CAS-AIST-NEDO Workshop 2006	北京	2006年12月11～13日	主催
フランス国立科学研究所（CNRS）とのベストマネジメ ントプラクティスセミナー	パリ	2007年2月7日	主催
ジャワハルネルー研究センターにおけるナノテクノロジー シンポジウム	バンガロール	2007年2月8～9日	主催
インド科学産業研究委員会（CSIR）とのワークショップ	ニューデリー	2007年2月12日	主催
豪州連邦科学産業研究機構（CSIRO）とのワークショップ	ニューキャッスル	2007年3月6～7日	主催
GEO Grid ワークショップ	バンコク	2007年3月20日	主催
パロ会議	バンコク	2007年3月21～22日	主催

注1)「協力」は分科会の企画・組織化の分担、あるいは日本側とりまとめとしての参加等。

注2) 研究ユニット等が主催し国際部門がかかわらない国際会議等が多数あり、重要なものは下記URLにて紹介されて
います。

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/old_event_main.html

表16 平成18年度外国要人來訪

来訪日	来訪者	訪問先
2006年4月24日	南アフリカ共和国駐日特命全權大使 H.E.Dr. B.S. Ngubane	つくばセンター
2006年6月2日	韓国KITECH院長 Dr. Key H. Kim	つくばセンター
2006年6月23日	台湾工業技術研究院 (ITRI) 副院長 Dr. Hsin-Sen Chu	つくばセンター
2006年7月24日	インド科学技術諮問委員会議長 Prof. Chintamani N. R. Rao	つくばセンター
2006年7月27日	インド科学技術省次官 Dr. M. K. Bhan	東京本部
2006年8月22日	タイ王国王女殿下 H.R.H Princess Maha Chakri Sirindhorn	つくばセンター
2006年8月31日	元米国国務次官補 Mr. Randall G. Schriver	つくばセンター
2006年9月8日	カナダ国家研究評議会理事長 Dr. Pierre Coulombe	つくばセンター
2006年10月17日	インド科学技術省次官 Dr. T. Ramasami	東京本部
2006年11月9日	ブラジルサンパウロ大学学長 Prof. Adne Melges de Andrade	つくばセンター
2006年11月14日	タイ国家科学技術開発庁 (NSTDA) 長官 Dr. Sakarindr Bhumiratana	つくばセンター
2006年11月14日	タイ科学技術研究院 (TISTR) 院長 Dr. Nongluck Pankurdee	つくばセンター
2006年11月20日	ベトナム科学技術院 (VAST) 副院長 Dr. Nguyen Khoa Son	つくばセンター
2006年12月12日	フィンランド (VTT) 副理事長 Dr. Matti Kokkala	つくばセンター
2007年1月18日	ノルウェー産業科学技術研究所 (SINTEF) Dr. Unni Steinsmo	つくばセンター
2007年1月18日	ノルウェーエネルギー技術研究所 (IFE) Dr. Kjell Bendiksen	つくばセンター
2007年3月3日	ウズベキスタン共和国国家地質・地下資源委員会議長 Mr. N. G. Mavlyanov	つくばセンター
2007年3月9日	ベトナム科学技術大臣 H.E. Mr. Hoang Van Phong	つくばセンター
2007年3月12日	タイ国家科学技術開発庁 (NSTDA) 副長官 Dr. Prayoon Shiwattana	東京本部

(24) 研究業務推進部門
(General Administration Department)

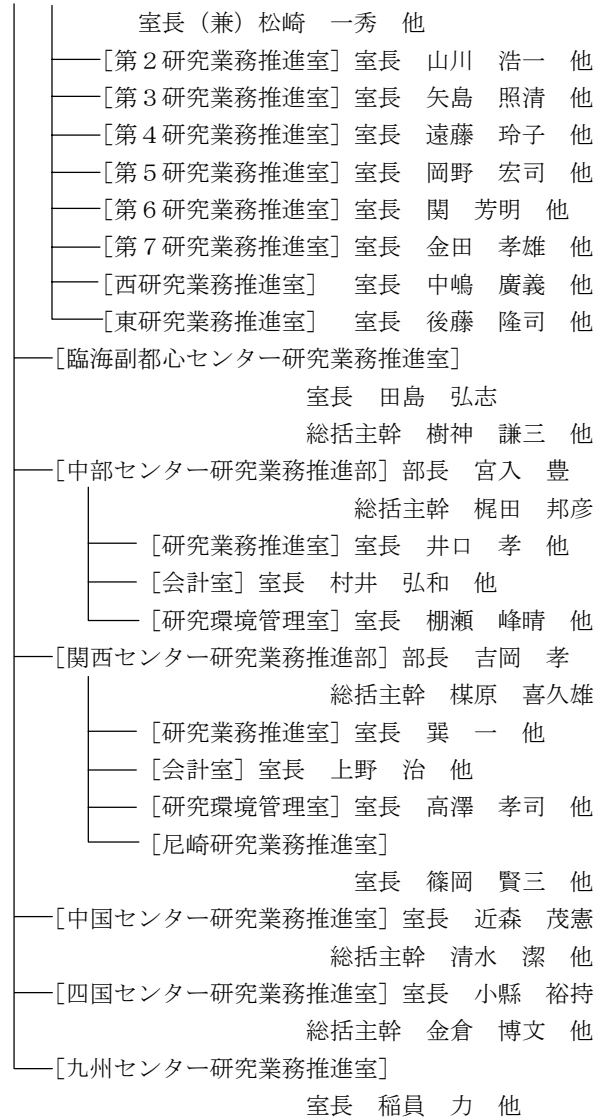
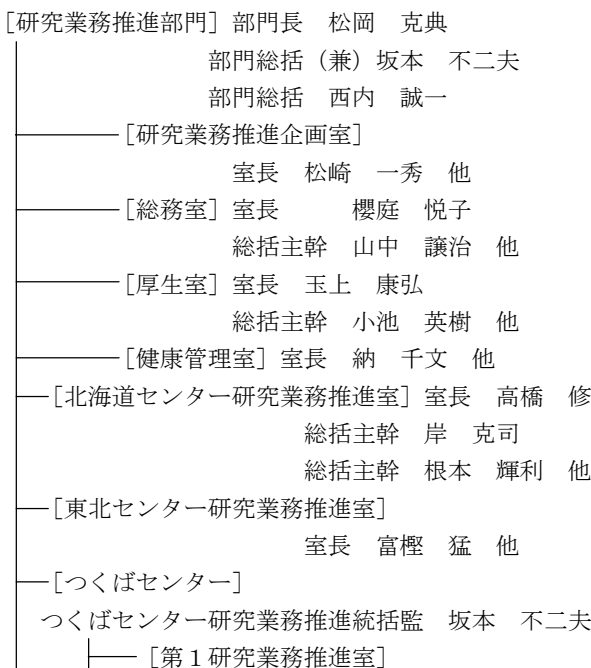
所在地：東京本部、北海道センター、東北センター、つくばセンター(つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター

人員：191名(1名)

概要：研究業務推進部門は、産総研の文書・公印管理、職員等の福利厚生の実施及び健康の維持増進を図り、職員等の勤務及びサービス管理など研究ユニットに密着した支援を行うとともに、職場の安全・衛生管理、建物及び施設の管理を主な業務としている。また、地域センターの研究業務推進部(室)では、会計室又は会計担当を配置し、物品の調達・管理等の会計事務を行う等、環境安全管理、能力開発等及び研究環境整備に関する業務の一部を分掌している。これらの業務は、職員等の日常生活(業務)に極めて密着していることから、職員等の要望への積極的な対応姿勢、適切な業務運営と業務の効率化を推進している。

また、研究ユニットと研究関連・管理部門等、双方の情報共有の促進と相互支援体制を強化し、質の高いユニット支援を提供することを目的として、総括事務マネージャーを配置し、ユニットスタッフと研究業務推進室が一体となって研究ユニットに対する研究支援を行う体制としている。

機構図(2007/3/31現在)



研究業務推進企画室 (General Affairs Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：研究事務業務の企画・立案・総合調整、つくば本部における役員の秘書、理事長が主宰する会議の庶務、文書・公印管理、職員等の勤務・サービス管理及び廃棄物の処理・管理に関する業務を行っている。

総務室 (General Affairs Office)

(東京本部)

概要：東京本部における職員等の勤務・サービス管理、文書管理、安全衛生管理、施設管理等定常的な庶務業務を行うとともに、役員の秘書業務及び官庁との事務連絡等の業務を行っている。

厚生室 (Welfare Office)

(つくば中央第2)

概要：福利厚生業務として、宿舍、団体扱の財形・生保・損保・簡保の差引き、レクリエーション費配分及び実施・サークル助成、災害補償、契約職員社会保険手続、

退職相談等の業務の他、つくばセンター、中部センター、関西センターでは一時預かり託児・児童保育も行っている。経済産業省共済組合産総研支部業務として、短期給付、長期給付、福祉事業の3つの主な事業の他、支部及び分室診療所運営、食堂・売店・理美容・自動販売機等の委託を行っている。

健康管理室 (Healthcare Office)

(つくば中央第1)

概要：つくばセンター・東京本部・臨海副都心センター職員等に対する健康診断の企画・実施、健康相談及び保健指導ならびに労働基準監督署への報告、職場巡視等を行うとともに、つくばセンターでは健康管理システムによる特殊検診受診項目確定、受診票作成・配信、結果管理及び結果通知配信、保健指導のためのデータ管理を行っている。インターネットによるメンタルヘルス相談、産業医等の雇用に係る業務も行っている。

研究業務推進室 (General Administration Office)

(北海道センター、東北センター、つくばセンター (つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター)

概要：つくばセンターの各事業所研究業務推進室は、事業所職員等の勤務・サービス管理、庁舎の維持管理、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務を主な業務としている。

地域センター (つくばセンターを除く) の研究業務推進室は、センターの文書・公印管理、職員等の勤務及びサービスに関する管理・指導、職場の安全衛生管理、建物及び施設管理等を行い、安心して研究に取り組める環境整備に努めている。

また、北海道センター、東北センター、中国センター、四国センター、九州センターでは、計画的な研究及び業務の遂行に期するため、各種物品の的確な調達及び資産管理を行うとともに関係機関等との連絡調整業務を行っている。

これらの業務は、職員等の規律の遵守とサービス支援の日常生活に密着しており、迅速な業務対応を行い効率的な組織運営を図っている。

会計室 (Accounting Office)

(中部センター、関西センター)

概要：会計室は、予算及び決算に関する業務、支払い、収入及び旅費に関する経理業務、物品、役務契約などの調達業務、固定資産の管理、運用、資産取得に係る検収などの財産管理業務を行っている。

これらの業務は、適正かつ迅速な業務執行を求められ

る支援業務であり、的確な業務の推進を図っている。

研究環境管理室

(Research Environmental Management Office)

(中部センター、関西センター)

概要：研究環境管理室は、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務及び情報化を推進するため情報システム運営管理の業務を主な業務としており、より良い研究環境を形成すべく、これらの業務を推進している。

(25) 能力開発部門

(Human Resource Department)

所在地：つくば中央第2

人員：45名 (6名)

概要：能力開発部門は、産総研組織規程第29条に規定されている人事、個人評価、給与、兼業、栄典、表彰、労働条件、労使関係の調整、服務規律、懲戒、能力開発等に係る業務を実施している。

機構図 (2007/3/31現在)

[能力開発部門]

部門長	塩田 康一
審議役	金沢 康夫
	岩崎 孝志
	渡邊 修治
	塩野入 克彦
部門総括	菊地 正寛
総括主幹	佐藤 芳夫
— [人事室]	室長 (兼) 渡邊 修治 他
— [勤労室]	室長 上野 俊夫 他
— [人材開発企画室]	室長 天神林 孝二 他
— [能力開発センター]	センター長 森 省二 他

人事室 (Personnel Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 役員及び職員の任用に関すること。
- ② 評価制度の構築・実施に関すること。
- ③ 給与の支給に関すること。
- ④ 人件費の把握、見直しに関すること。
- ⑤ 兼業の許可に関すること。
- ⑥ 分限に関すること。
- ⑦ 就職に関すること。
- ⑧ 栄典及び表彰に関すること。

勤労室 (Staff Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 職員の労働条件の基準に関すること。
- ② 労使関係に係る総合調整に関すること。
- ③ 服務規律に関すること。
- ④ 役員及び職員の懲戒に関すること。

人材開発企画室
(Human Resources Development Planning Office)
(つくば中央第2)

概要：

- ① キャリアパス開発及び研修企画に関すること。
- ② その他人材開発に関すること。

能力開発センター
(Human Resource Development Center)
(つくば中央第1)

概要：

- ① 職員の研修、能力開発に関すること。
- ② 職員等に対する就職情報の提供及び相談に関すること。

業務報告データ

年度特記事項

1. 平成18年度採用実績

①事務職員	9名	
②研究職員 (パーマネント)		29名
③ "	(招聘型任期付)	2名
④ "	(産業技術人材育成型任期付)	42名
⑤ "	(研究テーマ型任期付)	22名
計		104名

2. 平成18年度研修実績

	実施回数	受講者数
①職員基礎研修	46回	1,727名
②キャリア開発研修	9回	274名
③プロフェッショナル研修	36回	959名
④外部派遣研修		5名
合計	91回	2,965名

(26) 財務会計部門
(Financial Affairs Department)

所在地：つくば中央第2

人員：76名(0名)

概要：財務会計部門は、独立行政法人の趣旨に則り、研究支援の高度化及び組織運営の高度化を、財務会計諸施策を通じて実現することにより、産総研ミッションの遂行に寄与することとしている。

なお、財務会計に係るコンプライアンスとリスク管理を適切に行いつつ支援業務を遂行するため「財務室、予

算室、経理室、財産管理室及び調達部(4室で構成)」を配置している。

機構図(2007/3/31現在)



財務室 (Finance Office)

(つくば中央第2)

概要：予算の取りまとめ、財務分析、予算の分野別情報の管理、余裕金の運用、資金の借入及び償還、財務会計に係る業務であって、他の所掌に属しないものに関する業務を行っている。

予算室 (Budget Office)

(つくば中央第2)

概要：年度計画に基づく実行予算の配賦の計画及び示達、予算の執行管理に関する業務を行っている。

○収入件数 約5,800件、収入金額1,068.7億円。

経理室 (Accounting Office)

(つくば中央第2)

概要：資金計画、決算、金銭の支払、出納及び保管、税務、計算証明、財務会計システムの管理に関する業務を行っている。

○支払件数 約17万件、支払金額1,051億円。

○旅費件数 約9万件、約29億円。

○小口現金交付件数 約140件、約10百万円。

財産管理室 (Property Administration Office)

(つくば中央第2)

概要：有形固定資産の検収、管理及び運用、共通在庫消耗品の払出及び在庫管理、借地権の取得及び管理に関する業務を行っている。

○不用品処分とリサイクルの促進

資産等廃棄点数2,394点、総廃棄重量は資産とされない物品も含めて286トン、廃棄物処理費 21,832千円。

リサイクル物品情報システム及びリサイクルコーナー〔第2事業所テント倉庫内（100 m²）〕により、リサイクルの促進を図った。

- つくばセンターにおける在庫消耗品払出センターの運営
つくば中央第2事業所で運営。アイテム数は約900。

調達部 (Procurement Division)

(つくば中央第2)

概要：物件の調達、物件の売払及び賃貸等の契約、役務の提供等の契約、調達物品等の市場調査、競争参加者の資格審査、調達業務の調整、政府調達に係る協定に基づく調達公告等の官報掲載に関する業務を行っている。

各室の業務分担は、概ね、研究ユニット毎としている。

- 全契約件数 約123,000件
- 政府調達協定の対象案件数 116件、82.7億円
- インターネット調達

単価契約を締結している電子購買業者の電子購買サイト上で、商品検索・注文を行い、翌日又は翌々日には指定場所まで納品され、支払は毎月一括というスキームのインターネット調達を運用している。オフィス用品（約34,000アイテム）、理化学用品（約26,000アイテム）、電子部品（約65,000アイテム）、試薬類（全メーカー）、書籍（全般）の物品が調達可能。

利用件数2.3万件、利用金額3.4億円。

- グリーン購入法の適用

「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」に基づき、産総研として、平成18年度における「環境物品等の調達の推進を図るための方針」を定め、実施しているところ。

(27) 研究環境整備部門 (Research Facilities Department)

所在地：つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第5、つくば東

人員：57名（0名）

概要：研究環境整備部門は、施設及び設備の整備計画、建設及び管理、共用研究設備・施設及びエネルギー等の供給施設の運営、電気工作物の保安、依頼試作等に関する業務を行っている。

これらの業務を遂行するため、施設計画室、施設プロジェクト室、建設室、施設管理室及びテクニカルセンターの4室1センターを配置している。

産業技術総合研究所の活動基盤となる施設・設備の整備を行い、良好なインフラストラクチャーとして保全し、向上させるとともに、創造的で効率的な研究の実施に必要な技術支援を推進し、もって競争力ある研究環境を創出することを部門のミッションとしている。

次の通りの施設等をその管理対象としている。

- 敷地面積 約249 ha
- 建築面積（延床面積） 約76万 m²

機構図（2007/3/31現在）

[研究環境整備部門]	部門長	内田 修
	次長	今井 孝司
	審議役	池田 正樹
	部門総括（兼）	今井 孝司
	総括主幹	小林 昭彦
[施設計画室]	室長	黒羽 義雄
	総括主幹	菅野 寿津夫 他
[施設プロジェクト室]	室長	金田 重保
	総括主幹	小野 一洋 他
	室長	（兼）今井 孝司
[建設室]	総括主幹	河田 秋澄
	総括主幹	新山 博二 他
	室長	石塚 徹 他
[施設管理室]	室長	石塚 徹 他
[テクニカルセンター]	センター長（兼）	花岡 隆昌 他

施設計画室 (Facilities Planning Office)

(つくば中央第1)

概要：施設計画室は、施設及び設備の整備計画、技術審査及び関連法令に関する業務、研究実施部門等の施設使用の管理に関する業務、工事及び工事関連役務の提供等の契約業務を行っている。

施設プロジェクト室 (Facilities Project Office)

(つくば中央第1)

概要：施設プロジェクト室は、設計、施工基準類の整備、施設及び設備に係る耐震施策、技術動向調査を行っている。

建設室 (Construction Office)

(つくば中央第1)

概要：建設室は、老朽化対策による電力電灯設備改修、給排水衛生設備改修、空調設備改修など施設及び設備の建設工事に係る設計・積算・監理、監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

施設管理室 (Facilities Maintenance Office)

(つくば中央第1)

概要：施設管理室は、施設及び設備・外構・植栽に係る維持管理、エネルギーの供給施設及び廃水処理施設等の運営を行っている。

これらの管理・運営に係る労働安全、電気工作物の保安、省エネルギーに関する業務を行っている。また、研究実施部門等からの設計依頼の受付窓口を行うとともに、

施設設備等の補修、修繕の業務を行っている。

試作・工作・分析等に関する技術相談を行っている。

テクニカルセンター (Technical Service Center)
(つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第5、つくば東)

概要：テクニカルセンターは、研究活動を技術的な側面から支援する業務を行っている。

主な業務は、研究用物品の設計・試作、研究者が自ら試行錯誤して工作ができる共用工作室の維持管理と講習等の指導、作業環境測定、物質の化学分析・解析、及び

1) 施設の整備 (平成18年度に産総研資産になった主なもの)

○空調設備等改修

1. 改修目的

空調機本体・配管等は、老朽化が著しいので機能維持及び配管系統の漏洩防止等のため改修を行った。

2. 整備費用 (老朽化対策) 28億円 (平成17年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第1事業所機械設備(空調)改修その他工事	株式会社 エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ	三機工業 株式会社	平成17年9月28日～平成18年11月30日
つくば中央第2事業所機械設備(空調)改修その他工事		高砂熱学工業 株式会社	平成17年9月28日～平成18年12月1日
つくば中央第5事業所機械設備(空調)改修その他工事		新菱・不二熱特定建設工事共同企業体	平成17年9月28日～平成19年3月30日
つくば中央第6事業所機械設備(空調)改修その他工事		株式会社 大気社	平成17年9月28日～平成18年8月31日

○給排水衛生設備改修

1. 改修目的

上水・雑用水・消火栓配管等は、老朽化のため腐食が進行しており、漏水事故防止等のため改修を行った。

2. 整備費用 (老朽化対策) 2.1億円 (平成17年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第1事業所機械設備(衛生)改修その他工事	株式会社 三橋建築設計事務所	三機工業 株式会社	平成17年9月27日～平成18年4月28日

8.9億円 (平成18年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計	施工	工期
つくば中央第1事業所機械設備(衛生)改修その他工事	株式会社 都市環境設計	株式会社 大気社	平成18年9月7日～平成19年3月30日
つくば西事業所機械設備(衛生)改修その他工事		エルゴテック 株式会社	平成18年9月15日～平成19年3月30日

○排ガス処理設備等改修

1. 改修目的

排ガス処理設備等は、老朽化による処理効率低下の改善と排気系統の漏洩を防止するため改修を行った。

2. 整備費用 (老朽化対策) 2.6億円 (平成17年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば西-1棟他排ガス処理設備改修その他工事	株式会社 テクノ工場	株式会社 日立プラントテクノロジー	平成17年9月27日～平成18年7月31日
つくば中央北廃水処理施設他排ガス処理設備改修その他工事		株式会社 大気社	平成17年9月28日～平成18年10月31日

5.2億円 (平成18年度施設整備費補助金)

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央2-1棟他排ガス処理設備改修その他工事		高砂熱学工業 株式会社	平成18年9月28日～平成19年3月30日
つくば中央5-1A棟他排ガス処理設備改修その他工事		新菱冷熱工業 株式会社	平成18年9月28日～平成19年3月30日

○研究排水埋設管改修

1. 改修目的

研究排水埋設管は、老朽化しており漏洩を防止するため改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 1.2億円（平成17年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央東事業所系統研究廃水埋設管他改修工事	株式会社 山下設計	株式会社 岡部工務店	平成17年12月26日～ 平成18年6月30日

○建築設備改修

1. 改修目的

建築設備は、老朽化による外壁等の落下及び浸水事故等を防止するため改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 11億円（平成18年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央2-1棟他外壁改修工事	株式会社 丸川建築設計事務所	株式会社 竹中工務店	平成18年8月28日～ 平成19年3月30日
つくば中央5-1A棟他外壁改修工事		常総開発工業株式会社	平成18年9月13日～ 平成19年3月30日
つくば中央7-1棟他外壁改修工事		株式会社 森本組	平成18年9月8日～ 平成19年3月30日
つくば西事業所西-1棟他外壁改修工事		小田急建設株式会社	平成18年9月15日～ 平成19年3月30日

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計	施工	工期
つくば東事業所他屋上防水改修その他工事	株式会社 綜企画設計	株式会社 加賀田組	平成18年10月17日～ 平成19年3月30日

○高圧ガス設備等改修

1. 改修目的

高圧ガス設備等は、老朽化による機能低下及び配管系統の漏洩等を防止するため改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 1.3億円（平成18年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第3事業所特殊ガス設備改修その他工事	株式会社 日本設計	大成温調株式会社	平成18年9月29日～ 平成19年3月30日

3. 地域拠点

<凡 例>

地域拠点名 (English Name)

所在地：住所

代表窓口：TEL：， FAX：

人 員：常勤職員数 (研究職員数)

概 要：部門概要

機構図

(3/31現在の役職者名、各部署の人数 総人数 (職員数))

(1) 東京本部 (AIST Tokyo Headquarters)
つくば本部 (AIST Tsukuba Headquarters)

所在地：

(東京本部)

〒100-8921 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1

(つくば本部)

〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

概 要：産業技術総合研究所は、東京及びつくばに本部機能を集中した2本部体制をとり、それぞれの地理的な特長を生かした活動を行い効率的な運営を行っている。

東京を行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として産総研の機動的な活動に有効に活用するとともに、つくば拠点には補完する本部機能として、産学官連携、国際、研究業務推進等を大規模な研究拠点に隣接させることにより効率的となる組織を置いている。

また、テレビ会議システムの活用により、東京・つくば両本部の有機的・効率的連携を図っている。

機構図 (2007/3/31現在)

東京本部

役員

企画本部

業務推進本部

法務室

情報公開・個人情報保護推進室

監査室

ベンチャー開発戦略研究センター

技術情報部門東京分室

研究業務推進部門総務室

つくば本部

役員

企画本部

業務推進本部

評価部

環境安全管理部

広報部

情報公開・個人情報保護推進室

男女共同参画室

次期情報システム研究開発推進室

イノベーション推進室

技術情報部門

産学官連携推進部門

知的財産部門

国際部門

研究業務推進部門

能力開発部門

財務会計部門

研究環境整備部門

(2) 北海道センター (AIST Hokkaido)

所在地：〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17丁目2-1

代表窓口：TEL：011-857-8400、FAX：011-857-8900

サイト：札幌大通りサイト

(住所：〒060-0042 札幌市中央区大通西5丁目8

電話：011-219-3359、FAX：011-219-3351)

人 員：71名 (50名)

概 要：産業技術総合研究所北海道センターは、地域における中核研究機関として、「バイオテクノロジーを使ったもの作り」を研究目標とするゲノムファクトリー研究部門を中心とした研究拠点の構築とともに、北海道経済産業局が推進する「北海道スーパークラスター振興戦略」と連携して、産総研全体の研究成果を活用した北海道バイオ産業の活性化や、新産業創出に資するための地域連携拠点の構築を目指している。

1) 研究拠点化の推進

遺伝子組換え植物や微生物によるバイオプロセスの開発、高機能タンパク質等の生産を目的としたゲノムファクトリー研究部門を中心とした研究拠点化を推進している。特に平成18年度には、世界最初の「完全密閉型遺伝子組換え植物工場」を完成すると共に、「産総研技術フェア」を開催して、産総研イノベーションコア構想における「遺伝子組換え植物を利用した有用物質の生産技術の開発」の重要性をアピールした。

2) 産学官連携・地域連携拠点の強化

北海道大学、室蘭工業大学、北見工業大学、経済産業局、自治体、経済団体等14機関と協力して企業等の技術相談に対するワンストップサービスを行うなど、企業の技術開発、新事業創出のための各種相談、セミナー・交流会等の人的交流を促進する場である札幌大通サテライトを中心に、産業界と産総研・研究ユニットとの連携の強化を図った。平成18年度のサテライトの利用者数は、約3,600人、技術相談の件数は、330件余りであった。また、技術相談や、企業訪問時の参考資料として、月別に各種支援制度を纏めた、「テクノサポートカレンダー」を制作し、9,000部を配付した。

北海道大学との間では、連携大学院による教授、准教授の派遣の他、包括的な連携協定の基づく合同シンポジウムを開催し、連携4分野（ナノバイオ、計算科学、分散エネルギー、地質科学）での協力の強化に努めた。

3) ベンチャー企業等道内バイオ産業振興への支援

産総研自らの技術シーズに基づく起業、産総研の技術ポテンシャルを活用したバイオベンチャーの支援を目的とした「バイオベンチャー育成センター」において、入居ベンチャー企業6社に対する支援を行うと共に、動物実験施設の利用について、新たな1社に対して共同研究に基づく支援を行った。

また、「バイオジャパン2006、IT&BIO ビジネスマッチング関西」に、これらベンチャー企業と共に出席し、販路開拓やマッチングなど、ビジネス支援の強化に努めた。

さらに、専門学校生を技術研修員として受け入れ、バイオ技術者としての技術・資質の向上を図る「バイオテクニシャン育成事業」を実施しており、平成18年度は5名の研修生の受入を行った。

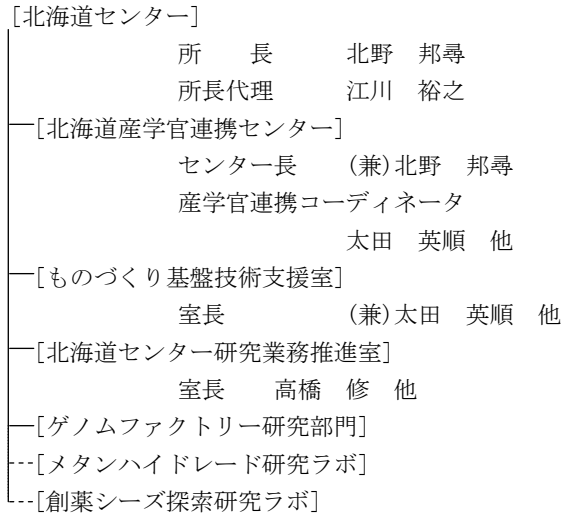
4) 広報を含む産学官連携センター業務の円滑な推進

外部研究機関との共同研究、受託・委託研究、技術研修、研究助成金等に係わる契約業務、JSPS・NEDOによるフェローシップや研究交流（派遣・招聘）等の手続きの円滑化を行うと共に、夏休み期間中の一般公開、全国から選抜された11名の高校生を対象とするサマーサイエンスキャンプを行った。更に、札幌商工会議所創立100周年記念行事として大々的に開催された「子供未来博」についても、1ヶ月余りの全開催期間を通してブー

ス展示を行った。（博覧会入場者数は20万人超え）

道央圏以外への研究成果のシーズ発信や、地域ニーズの把握を目的として、産学官連携コーディネータ等が、北見、釧路、帯広、旭川、室蘭、苫小牧、函館の自治体、工業技術センター、大学を訪問すると共に、経済産業局が道内6カ所で開催した施策説明会にも同行し、産総研の研究成果を活用した地域振興の可能性を検討した。

機構図（2007/3/31現在）



(3) 東北センター（AIST Tohoku）

所在地：〒983-8551 仙台市宮城野区苦竹4-2-1
 代表窓口：TEL:022-237-5211 FAX：022-236-6839
 人員：49名（36名）

概要：産業技術総合研究所東北センターは、東北経済産業局が推進する産業クラスター計画「TOHOKU ものづくりコリドー」とも連携しながら地域産業の振興に向けて、東北地域における研究拠点および連携拠点として、先端的な低環境負荷型化学プロセス分野の COE 化を目指すとともに、東北6県の公設研との連携を基軸にした広域連携のハブ機能としての役割を果たしている。当センターには、環境負荷の小さい機能性材料の開発と、環境負荷の少ない且つ省エネルギー型の化学プロセス技術の開発研究を集中的に実施している「コンパクト化学プロセス研究センター」と、超臨界流体技術の実用化を目指した「超臨界流体エンジニアリング連携研究体」が置かれている。

また、化学産業分野におけるエネルギー・有機溶剤多消費型化学プロセスから、省エネルギー・省資源・低環境負荷型化学プロセスへの革新的転換を目指した技術開発と、実用化及び新しい産業創出を目的として「グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム（GIC）」および「超臨界流体技術実用化推進研究会（new-SIC）」を組織し、産学官連携活動による産業ニ

ーズと研究シーズのマッチングの促進を図っている。
GICには企業会員59社が、new-SICには企業会員54社が参加している。具体的な活動としては、隔月毎にGIC及びnew-SICそれぞれの講演会をシーズ毎に開催し、研究情報の交流促進に努めており、その結果、会員企業との共同研究は39件に達し、研究ユニットのシーズを核とした関連企業との連携強化が図られている。

この他、産学官の連携活動として、国立大学法人東北大学と独立行政法人産業技術総合研究所が組織的連携・協力を係わる協定を平成18年1月に締結し、平成18年度の連絡協議会では6分野（ライフサイエンス、環境・エネルギー、MEMS、情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、地質）での研究交流の推進を確認した。

外部研究機関との共同研究、受託・委託研究、技術研修、研究助成金等に係わる契約業務、JSPS等によるフェローシップや研究交流（派遣・招聘）等の手続きの円滑化、さらには質の高い特許取得のための弁理士相談を積極的に推進した。

地域の企業や公設研との技術交流を深めるために第6回東北産業技術研究交流会（福島市）及び産業の活性化・東北地域産業の振興を図るために平成18年度東北地域産業技術懇談会（福島県ハイテクプラザ）を開催し、また環境フォーラム、企業と学術研究機関との出会い等を経済団体等と共催した。さらに、「産総研東北センター科学未来展」を仙台市の協力を得て開催し、また、地域発先端テクノフェア、エコプロダクツ東北、エコ・テクノ等各種展示会に出展し、研究成果の紹介や技術相談を通して成果普及に努めた。

高温高压実験室、防塵室、除振室を備えた東北産学官連携研究棟（とうほく OSL）では平成18年度末で28実験・研究室が使用され、東北地域における新たな産業技術創生のための研究開発が行われている。

業務報告データ：

○刊行物

名称 (Vol. No.)	刊行区分	発行部数
産業技術総合研究所東北センター技術資料 第6号	不定期	150部
産業技術連携推進会議 東北・北海道地域部会研究 論文集 第6号	年刊	200部
産総研東北 Newsletter No. 13~18	定期	900~ 1,100部

○主催（共催）行事

開催年月日	名称
18.07.06	第6回東北産業技術研究交流会
18.07.07	平成18年度東北地域産業技術懇談会
18.07.28	東北地域産学官連携推進会議
18.10.28 ～ 29	産総研東北センター科学未来展
18.11.02	企業と学術研究機関との出会い -MEET2006秋-
19.01.25	環境フォーラム 「超臨界技術の現状と可能性」

東北センター 機構図（2007/3/31現在）

所長：吉田 忠

所長代理：板橋 修

<ul style="list-style-type: none"> — [東北産学官連携センター] <li style="padding-left: 20px;">センター長：(兼)吉田 忠 <li style="padding-left: 20px;">産学官連携コーディネータ：(兼)板橋 修 <li style="padding-left: 20px;">総括主幹：倉田良明、水谷 芳樹、高橋裕平 他 — [ものづくり基盤技術支援室] <li style="padding-left: 20px;">室長：松永英之 他 — [東北センター研究業務推進室] <li style="padding-left: 20px;">室長：富樫 猛 他 --- [コンパクト化学プロセス研究センター] <li style="padding-left: 20px;">--- [超臨界流体エンジニアリング連携研究体]
--

(4) つくばセンター (AIST tsukuba)

所在地：〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

人員：2,333名 (1,832名)

概要：産総研つくばセンターは、産総研全体の研究機能の中核として、およそ70パーセントの施設や研究者が集積した大規模研究拠点である。その特徴を生かし、幅広い研究分野をカバーするとともに、分野を融合した、これまでにない新規研究分野の創出を目指している。また、それらの研究ユニットとともに研究関連・管理部門の大部分が集中配置され、東京本部及びつくば本部との密な連携によって、産総研の中核を担う役割を持っている。

つくばセンターは、全国に展開する地域センターと連携して、また、その立地する茨城県やつくば市そして首都圏の大学・研究機関・民間企業とも密接な連携を進め、研究人材の供給や研究成果の移転を促進する役割を果している。地域から国際社会までを視野に入れて、社会や産業界が直面している困難な問題について、科学技術の立場から解決策や解決に必要な知識を提供している。

つくばセンターは、つくば地域に展開する最大規模の研究施設の一つとして、地域の環境と安全への配慮についても責任をもって取り組んでいる。

機構図 (2007/3/31現在)

- [つくばセンター] 所長 小玉 喜三郎
- [つくば中央第1] 管理監 古室 昌徳
管理監補佐 松崎 一秀
- [つくば中央第2] 管理監 古室 昌徳
管理監補佐 山川 浩一
- [つくば中央第3] 管理監 古室 昌徳
管理監補佐 矢島 照清
- [つくば中央第4] 管理監 古室 昌徳
管理監補佐 遠藤 玲子
- [つくば中央第5] 管理監 小玉 喜三郎
管理監補佐 岡野 宏司
- [つくば中央第6] 管理監 小玉 喜三郎
管理監補佐 関 芳明
- [つくば中央第7] 管理監 小玉 喜三郎
管理監補佐 金田 孝雄
- [つくば西] 管理監 古室 昌徳
管理監補佐 廣瀬 全孝
管理監補佐 中嶋 廣義
- [つくば東] 管理監 小玉 喜三郎
管理監補佐 後藤 隆司
- [企画本部]
- [業務推進本部]
- [イノベーション推進室]
- [評価部]
- [環境安全管理部]
- [広報部]
- [情報公開・個人情報保護推進室]
- [男女共同参画室]
- [次期情報システム研究開発推進室]
- [監査室]
- [生物情報解析研究センター]
- [ヒューマンストレスシグナル研究センター]
- [年齢軸生命工学研究センター]
- [バイオニクス研究センター]
- [糖鎖医工学研究センター]
- [次世代半導体研究センター]
- [グリッド研究センター]
- [デジタルヒューマン研究センター]
- [近接場光応用工学研究センター]
- [強相関電子技術研究センター]
- [界面ナノアーキテクトニクス研究センター]
- [ダイヤモンド研究センター]
- [ナノカーボン研究センター]
- [デジタルものづくり研究センター]
- [化学物質リスク管理研究センター]
- [ライフサイクルアセスメント研究センター]

- [パワーエレクトロニクス研究センター]
- [爆発安全研究センター]
- [太陽光発電研究センター]
- [固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター]
- [コンパクト化学プロセス研究センター]
- [バイオマス研究センター]
- [水素材料先端科学技術研究センター]
- [深部地質環境研究センター]
- [活断層研究センター]
- [人間福祉医工学研究部門]
- [脳神経情報研究部門]
- [生物機能工学研究部門]
- [知能システム研究部門]
- [エレクトロニクス研究部門]
- [光技術研究部門]
- [情報技術研究部門]
- [ナノテクノロジー研究部門]
- [計算科学研究部門]
- [先進製造プロセス研究部門]
- [環境管理技術研究部門]
- [環境化学技術研究部門]
- [エネルギー技術研究部門]
- [地圏資源環境研究部門]
- [地質情報研究部門]
- [計測標準研究部門]
- [計測フロンティア研究部門]
- [シグナル分子研究ラボ]
- [器官発生工学研究ラボ]
- [バイオセラピューティック研究ラボ]
- [超高速光信号処理デバイス研究ラボ]
- [メタンハイドレート研究ラボ]
- [先端情報計算センター]
- [特許生物寄託センター]
- [ベンチャー開発戦略研究センター]
- [地質調査情報センター]
- [計量標準管理センター]
- [技術情報部門]
- [産学官連携推進部門]
- [知的財産部門]
- [国際部門]
- [研究業務推進部門]
- [能力開発部門]
- [財務会計部門]
- [研究環境整備部門]

(5) 臨海副都心センター
(AIST Tokyo Waterfront)

所在地：〒135-0064 東京都江東区青海二丁目41番地6号
人員：87名 (71) 名

概要：産業技術総合研究所臨海副都心センターは、文部科学省及び経済産業省の連携協力によって整備された国際研究交流大学村に、産学官連携の役割を担う研究拠点として、平成13年4月1日に設置された。当センターは国内外産学官各分野の一線級研究者による多様な研究に対応できるフレキシビリティの高い空間を設けている。

そして7つの研究ユニット（生命情報科学研究センター、生物情報解析研究センター、デジタルヒューマン研究センター、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター、ナノテクノロジー研究部門、セルエンジニアリング研究部門、情報技術研究部門）が、新産業の創出や市場拡大につながる独創的かつ先端的技術シーズの研究開発とともに国内外の研究者との交流や研究成果の情報交換を行っている。

平成17年4月からは、産学官連携の研究拠点を拡張し、新たにバイオテクノロジーと情報工学の融合研究のための施設として、バイオ・IT 融合研究施設の運用を開始した。

当センターへは、平成18年度に内外の大学・企業・政府関係者等約350名が視察に訪れており、国際的な産学官による研究交流拠点としての役割を果たしている。

----- 機構図（2007/3/31現在）

〔臨海副都心センター〕 所長 守谷 哲郎

所長代理 石川 雄一

〔臨海副都心産学官連携センター〕

センター長（兼）守谷 哲郎

総括主幹 東 晴彦

総括主幹 西澤 良教

〔臨海副都心センター研究業務推進室〕

室 長 田島 弘志

総括主幹 樹神 謙三

室長代理 飯田 和治

生命情報科学研究センター

生物情報解析研究センター

デジタルヒューマン研究センター

固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター

ナノテクノロジー研究部門

セルエンジニアリング研究部門

情報技術研究部門

(6) 中部センター（AIST Chubu）

所在地：〒463-8560

名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞2266-98

代表窓口：TEL:052-736-7000、FAX:052-736-7400

サイト：瀬戸サイト：〒489-0884瀬戸市西茨町110番地、

TEL：0561-82-2141～2

人 員：162名（129名）

概要：産業技術総合研究所中部センターは、ものづくり産業が高度に集積した中京地域における学術研究開発ゾーンの一つである「なごやサイエンスパーク」に立地し、その中核的研究機関と位置づけられている。当センターは、地域における歴史的なものづくりである窯業あるいは機械金属に関わる技術の開発を基盤として発展し、ファインセラミックスや金属などの工業材料の創製・部材化とそのプロセス技術を軸として研究開発を行い、新産業の創生と産業競争力強化に寄与してきた。また、当センターは、先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門及び計測フロンティア研究部門を擁し、持続的発展可能な社会における産業技術を確立するため、材料・プロセス・評価標準に関わる高度な研究を展開した。同時に中部における産業クラスター形成のための東海ものづくり創生プロジェクトや北陸ものづくり創生プロジェクト等に協力・支援することにより地域の産業政策の遂行に寄与し、さらに地域新生コンソーシアム研究開発提案への参画等を通じ地域の企業・大学・公設研との連携を深め、特に名古屋大学および名古屋工業大学とは連携・協力提携協定を締結した。また、地域における産総研を中核とした連携を構築するための活動を実施している。平成18年度の代表的な活動状況を以下に示す。

中部センター所属の研究ユニット合同により「産業技術総合研究所中部センター研究発表会」を開催し、「省エネルギー・環境部材」、「電子デバイス及び材料」、「セラミックスプロセス技術」、「分析・評価・標準」、「金属系部材」の研究部門の枠を超えたセッションを設け、トピックス発表6件、ポスター発表41件の研究成果を発表した。270余名の参加者があり、活発な意見交換が行われ、中部センターの研究動向をアピールし好評を得た。

技術普及講演会を富山県（参加者37名）で開催した。また、名古屋商工会議所で新技術動向セミナーを6月（参加者62名）と1月（参加者58名）に行った。

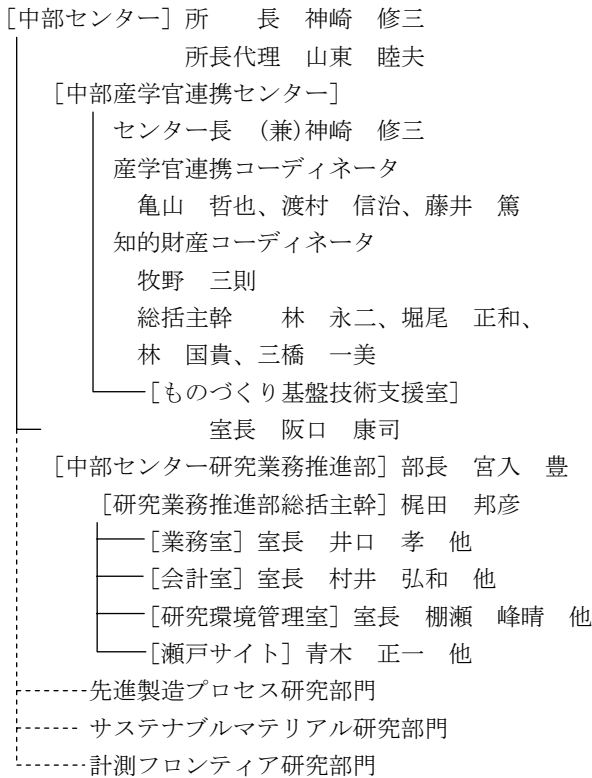
一般公開を7月（来場者1,158名）に開催した。これらの行事以外に、本年度の延べ見学者は429名に達している。

知的財産権の取得を積極的に推進し、国内特許93件、外国特許18件を出願した。

技術相談件数は322件あった。

産業界をはじめとする外部機関との連携も積極的に展開し、共同研究259件、委託研究8件、受託研究36件を行った。大学とは、連携大学院の拡充強化に努め、8大学（名古屋工業大学、岐阜大学、大同工業大学、名城大学、中部大学、愛知工業大学、長岡技術科学大学、上智大学）に13名の教授と4名の准教授が就任している。東海ものづくり創生プロジェクト及び北陸ものづくり創生プロジェクト関連の会議・研究会に職員を派遣した。また、平成18年度は、地域新生コンソーシアム研究開発事業12テーマに参加した。

機構図(2007/3/31現在)



(7) 関西センター (AIST Kansai)

所在地：〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31
 代表窓口：072-751-9601 FAX：072-754-1939
 サイト：
 尼崎事業所：〒661-0974 兵庫県尼崎市若王子3-11-46、
 TEL：06-6494-7854
 大阪扇町サイト：〒530-0025 大阪府大阪市北区
 扇町2-6-20、TEL：06-6312-0521
 千里サイト：〒560-0083 大阪府豊中市
 新千里西町1-2-14、TEL：06-4863-5025

人 員：219名 (177名)

概 要：産業技術総合研究所関西センターは、旧大阪工業技術研究所、旧電子技術総合研究所大阪ライフエレクトロニクス研究センター、旧計量研究所大阪計測システムセンター、旧地質調査所大阪地域地質センターの4所を母体としている。

現在、当センターには、3研究センター（ヒューマンストレスシグナル研究センター、ダイヤモンド研究センター、システム検証研究センター）、7研究部門（セルエンジニアリング研究部門、ユビキタスエネルギー研究部門、光技術研究部門、人間福祉医学研究部門、環境化学技術研究部門、計測標準研究部門、ナノテクノロジー研究部門）及び関西産学官連携センター内の2連携研究体が置かれている。

関西センターは、持続的発展可能な社会の実現、産業

競争力の強化、地域産業の発展への貢献を目指し、健康な暮らしを支える技術、豊かな暮らしを創る技術、安心・安全な暮らしを守る技術の生活に密着する研究開発を推進している。

関西地域は、産業界とアカデミアが集積し産学官連携が組みやすい構造にある。この特徴を活かし、産総研の研究ポテンシャルを地域産業の振興に役立たせる連携活動も積極的に展開している。

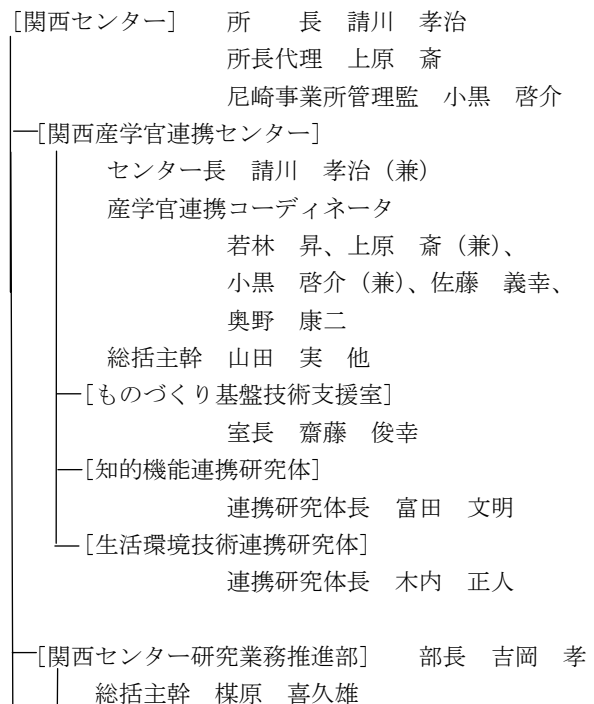
近畿経済産業局をはじめ、企業、大学、公的研究機関、自治体、企業団体や研究開発支援団体などとの交流・連携を深めている。

産総研の研究活動を紹介するため、産総研技術シーズ発表会（京都市（85名）、福井市（79名））、ナノテクフォーラム（池田市（197名））、第2回 UBIQEN フォーラム-水素・燃料電池研究分野-（大阪市（167名））、研究成果発表会「ディスプレイ関連材料」（大阪市（157名））、研究講演会～医工連携の潮流と人材養成～（豊中市（118名））等を開催した。

連携業務の平成18年度実績（共同研究219件、技術研修134件、受託研究47件、国内特許出願（単願60件、共願84件）は活発な産学官連携の実態が表われている。

また、科学技術の啓蒙普及を主眼に開催した研究所一般公開（＜尼崎＞7月21日、350名、＜池田＞8月4日、969名）、池田市教育特区事業による市内小学校への科学教室や、全国の科学館や地方自治体等の要請による科学教室を84回(参加者5327名)実施した。これらの参加者数からもみられるように関西センターに寄せられている期待は大きい。

機構図 (2007/3/31現在)



- [研究業務推進室] 室長 巽 一
- [会計室] 室長 上野 治
- [研究環境管理室] 室長 高澤 孝司
- [尼崎研究業務推進室] 室長 篠岡 賢三

- [ユビキタスエネルギー研究部門]
- [ヒューマンストレスシグナル研究センター]
- [ダイヤモンド研究センター]
- [計測標準研究部門]
- [システム検証研究センター]
- [光技術研究部門]
- [人間福祉医工学研究部門]
- [セルエンジニアリング研究部門]
- [環境化学技術研究部門]
- [ナノテクノロジー研究部門]

知的機能連携研究体

(Collaborative Research Team of Intelligent Functions)

連携研究体長：富田 文明（関西センター）

概要：18年度計画

関西産業界は大阪圏に生活支援ロボット産業の拠点の形成することを目指している。そこで、関西センターがその政策的および技術的なイノベーションハブとしての役割を果たすべく、産総研で長年培ってきた先端的ロボット技術（狭義のロボットだけでなく、広義にロボットを構成する要素技術を含む RT 技術）の実用化、事業化を実現する本格研究を実施する。

1) 民間共同研究の推進

当該技術の実用化を目指して関西圏の企業を中心として共同研究を実施する。

2) コンソーシアムの設立準備

当該技術の広報活動と企業のニーズの把握、そして、共同研究による新規市場の開拓を目的として、関連企業を会員とする技術コンソーシアムを設立する準備をする。

18年度成果

実験環境とともにアシスタント、テクニカルスタッフが整いつつあり、外部資金の獲得とともに企業との共同研究による派遣研究員の受入もできている。特に関西の大企業とは来年度に FA 分野に特化したジョイントベンチャーを設立する予定にまで至っている。

1) 民間共同研究の推進

関西の大企業2社と資金提供型共同研究、技術研修を実施するとともに、研究リソース不足の中小企業2社に対しては、池銀コンソーシアム研究開発助成金、経産省中小企業技術革新成果事業化促進事業の競争的外部資金を獲得することにより共同研究を実施している。また、RT 交流プラザへの出展、AIST 関西懇話

会での講演、民間企業の見学等に対応することにより、企業との連携のきっかけを得ている。

2) コンソーシアムの設立準備

来年度の発足を目指して、コンソーシアムの体制、規定等を検討するとともに、発足後に経済産業省（近畿経済産業局）ネオクラスター計画に参画する予定である。

生活環境技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Green Life Technology)

連携研究体長：木内 正人（関西センター）

概要：18年度計画

関西地域では、人の暮らしに役立つ産業が集積している。本連携研究体では、これまでに蓄積した、水処理、空気処理、表面処理技術の核である、バイオ・触媒・プラズマ・イオンビーム・分析の各技術の高度化と融合化により、人の暮らしに関与する商品のグリーン化を実現し製造プロセスのグリーン化を図りつつ、実用化する。具体的には、微生物応用による水処理技術を核としながら、省エネルギーに配慮しながら快適空間を創出する技術の実用化と普及を行う。ニーズの探索とシーズの融合により迅速な対応を行う。

18年度成果

水処理技術を中心として、企業との共同研究を13件実施した。技術相談を4件行った。

活性炭を利用し、微生物処理による水処理技術の普及に努め、北海道の牧場に畜産水処理プラントを導入し、実証試験を展開した。

(8) 中国センター (AIST Chugoku)

所在地：〒737-0197 広島県呉市広末広2-2-2

代表窓口：電話：0823-72-1111、FAX：0823-73-3284、

人員：40名（31名）

概要：独立行政法人産業技術総合研究所中国センターは、中国地域における中核的な研究機関として、基礎から応用に到る連続的な研究フェーズを有する「本格研究」の確立を目指しつつ、積極的な産学官連携と、基礎研究の成果を産業技術へ橋渡しする「第二種基礎研究」の推進に鋭意取り組んでいる。

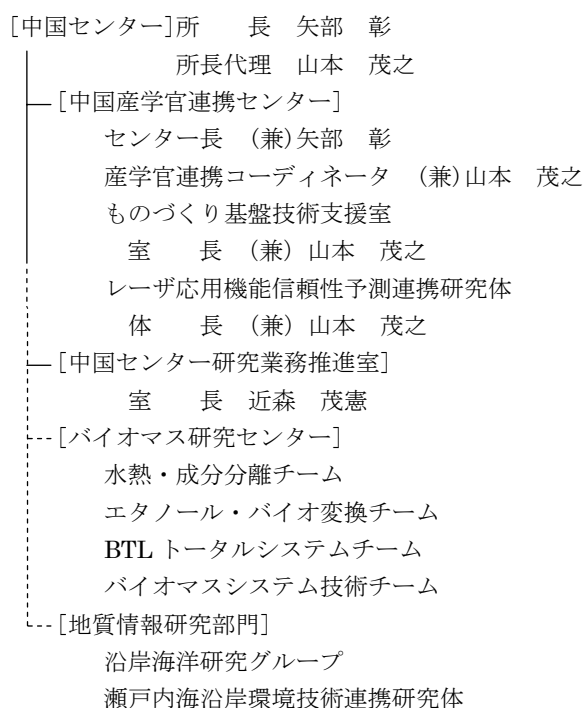
中国センターには、「循環バイオマス研究ラボ」から、新たに強化・設立された「バイオマス研究センター」が設置され、木質系バイオマスからのエタノール・ETBE製造、ディーゼル燃料製造及びシミュレーションによるシステム評価等を行うことによって、石油を中心とする化石資源代替を促進し、循環型エネルギー社会の構築に貢献できる実用化バイオマス転換プロセスの開発を目指している。

また、沿岸海洋研究分野においては、瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体を設置し、環境修復産業の創出を目指して、環境エンジニアリングの研究開発に努めている。

さらに、ものづくり技術分野においては、ものづくり基盤技術の支援を推進すると共に、レーザ応用機能信頼性予測連携研究体を設置し、予測診断技術の研究を進めている。

産学官連携センターは、「中国地域産総研技術セミナー」等を通して産総研の研究開発の成果を中国地域に紹介するとともに、産学官連携による技術開発をコーディネートするべく、努力している。

 機構図 (2007/3/31現在)



レーザ応用機能信頼性予測連携研究体

(Collaborative Research Team of Advanced LASER Non-Destructive Reliability Estimation Technology : 略称 LANDRET)

連携研究体長：山本 茂之 (中国センター)

概 要：レーザ応用機能信頼性予測連携研究体は、中国センターにおいて長年にわたって培ってきたレーザ光回折法に基づく非破壊検査技術及び画像診断技術に関する研究成果を民間企業との共同研究を通じて実用化、事業化することを目的とする。

産総研中国センターの研究シーズである、レーザ光回折法に基づく非破壊検査技術及び画像診断技術に関する研究成果を基盤として、(1)自動車用エンジンシリンダーブロックの高品位加工曲面の品質検査システムの開発、(2)産業機械部品の円筒形状加工部 (鏡面、光沢面) の内・外曲面の微小傷・欠陥検査システムの開発、(3)異

形・非円筒形状部品の表面欠陥高速検査技術の開発、(4)検査画像の知的画像解析・診断技術の開発に関して、革新的な検査システムの開発試作と性能及び機能評価を行うとともに異常部自動検出のための知的画像診断アルゴリズムの開発と検査画像による性能評価を行う。

(9) 四国センター (AIST Shikoku)

 所在地：〒761-0395 高松市林町2217番地14号

人 員：38名 (29名)

概 要：独立行政法人産業技術総合研究所の四国拠点としての四国センターは、'94.7月に香川県が技術・情報・文化の複合拠点として旧高松空港跡地に整備した「香川インテリジェントパーク」内に位置している。本パーク内には、先端技術・ソフトウェア開発などを行う県内外企業の研究所、香川大学工学部、かがわ産業支援財団、香川県の研究所、総合コンベンション施設などが集積している。

四国センターの産学官連携等においては、四国経済産業局、中小企業基盤整備機構四国支部等と協力し、四国内外の広域連携による民間企業などとの産学官連携活動、技術開発やコーディネート等の支援活動を活発に行い、地域の産業振興・社会ニーズへ貢献できるように奮闘しているところである。

研究拠点としての四国センターでは、四国経済産業局の四国テクノブリッジ (産業クラスター) 計画の重点課題である健康関連産業を中心とした産業の育成・振興に向けた取組を強化するなど特定の領域で、世界的に高いポテンシャルを有する先端融合研究を推進している。

また、産総研では「継続可能な循環型社会の実現に向けて」を旗印に、研究所全体において ISO14001の認証取得を目指しており、工技院時代に取得している東事業所、2003年10月に取得した中部センターに続き、2004.1.23に当四国センターが産総研で3番目に認証取得、2007年3月31日現在、認証継続中である。

平成18年度における四国センターの主な業務実績等は次のとおりである。

(1) 健康工学研究センター

健康な長寿社会の構築を見据え、人間生活における人体の健康維持管理に関する工学的技術開発の推進を目的として、平成17年4月に「健康工学研究センター」を設立。産総研の全研究ユニットや四国の行政・企業・大学・研究機関等と緊密に連携しつつ、健康予知診断技術および健康リスク削減技術を中心とした研究開発並びに健康産業創出を推進するわが国における健康工学研究の中核拠点を目指している。

(2) 四国産学官連携センター

平成18年度の連携拠点としての取組と実績は次のとおりである。

- ① 産学官連携プロジェクトの発掘・立案・実施

- ・四国経済産業局と連携したテクノキャラバンを実施（相談件数127件）
- ・地域新生コンソーシアム研究開発事業に採択3件、前年度からの継続案件2件、計5件を実施。
- ・産学連携製造中核人材育成事業を1件実施。
- ・共同研究17件（四国内8件、資金提供型4件）、受託研究19件、技術研修12件

② 広域連携を目指した活動

平成17年度に締結した四国6大学（国立5大学＋高知工科大学）との包括連携協定に基づき、定期的に「大学・産総研四国連絡協議会」を開催。連携すべき案件、研究課題等を検討し、競争的資金の獲得や関係機関との連携拡大・強化に積極的に取り組んでいる。平成18年度においては、2件の競争的資金の獲得（地域新生コンソーシアム研究開発事業「分離機能性ナノ粒子の非接触複合化による機動的浄水システムの開発」、地域中小企業支援型研究開発事業「健康寿命延命に向けた体調維持管理用の各種計測解析診断装置の開発」）、1件のフォーラム（四国食品健康フォーラム）を（財）四国産業・技術振興センター等と連携し開催した。また、（独）中小機構基盤整備機構四国支部、（財）四国産業・技術振興センターとの共催で、四国内中小企業の都市圏への販路開拓を目的とした都市圏協力企業による商品（技術）評価を実施し、四国センターは技術面でサポートを行った。

③ 広報活動

- ・地域への技術シーズの提供として、研究講演会（産総研四国センター研究講演会、次世代バイオナノ研究会）5回、健康工学シンポジウム1回、ものづくり技術セミナー2回、ものづくり溶接・表面改質フォーラム2回、産総研技術セミナー等5回
- ・四国センター一般公開（352名）、見学者受け入れ14団体（延べ222名）を実施。

- 生体ナノ計測チーム
- バイオデバイスチーム
- 生体機能評価チーム
- 健康リスク削減技術チーム

(10) 九州センター（AIST Kyushu）

所在地：〒841-0052佐賀県鳥栖市宿町807-1

代表窓口：TEL：0942-81-3600 FAX：0942-81-4089

（サイト）

福岡サイト：〒810-0022福岡市中央区薬院4-4-20

TEL：092-524-9047 FAX：092-524-9010

福岡西サイト：〒819-0395福岡市西区元岡744

九州大学伊都キャンパス内

TEL：092-802-0260 FAX：092-802-0259

北九州サイト：〒808-0135福岡県北九州市若松区

ひびきの2-1

北九州学術研究都市 事業化支援センター内

長崎サイト：〒851-0392長崎県長崎市深堀町

5丁目717番1号

三菱重工業株式会社 長崎研究所内

直方サイト：〒822-0002 福岡県直方市頓野1541

TEL：0949-26-5511 FAX：0949-26-5518

人員：70名（51名）

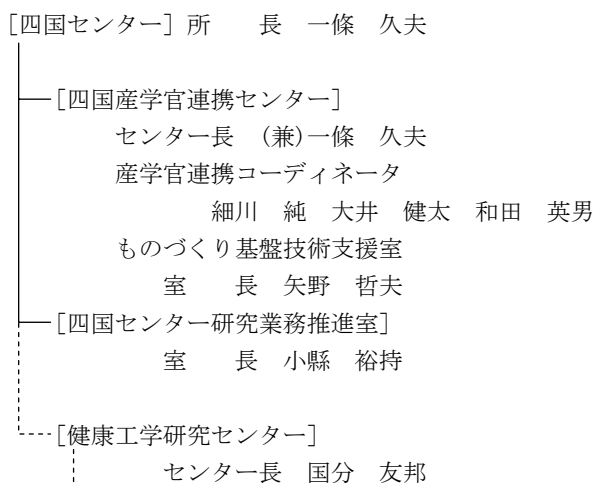
概要：産業技術総合研究所九州センターは、本拠地を鳥栖に構え、福岡サイト、福岡西サイト、北九州サイト、長崎サイトおよび直方サイトをまとめた研究拠点の総称である。平成18年7月29日に、地域の青少年への科学技術の啓蒙を目的とした当センターの一般公開を鳥栖で行った。「体験型サイエンス実験ショー」、「移動地質標本館コーナー」、「つくば出張コーナー」をはじめとして、九州センターから7つのテーマを展示・公開し、420名の入場者があった。

平成19年2月15日に、「地域に根差し、世界に発信する九州センターを目指して」をメインテーマとした、平成18年度九州センター研究講演会を福岡市で開催した。当センターにおける研究成果の発表および関連分野から講師を招いた特別講演を催し、参加人数は168名であった。

九州センター産学官連携推進事業（講演会、セミナー等）として、九州・沖縄地域公設試等合同成果発表会（10月20日、参加者200名）、産総研テクノショップ in 九州（11月15日～16日、参加者157名）等を開催した。また、産総研コンソーシアム「実環境計測・診断システム協議会」が主催する講演会およびその傘下の研究会主催の講演会を11回開催し、参加者数は462名であった。

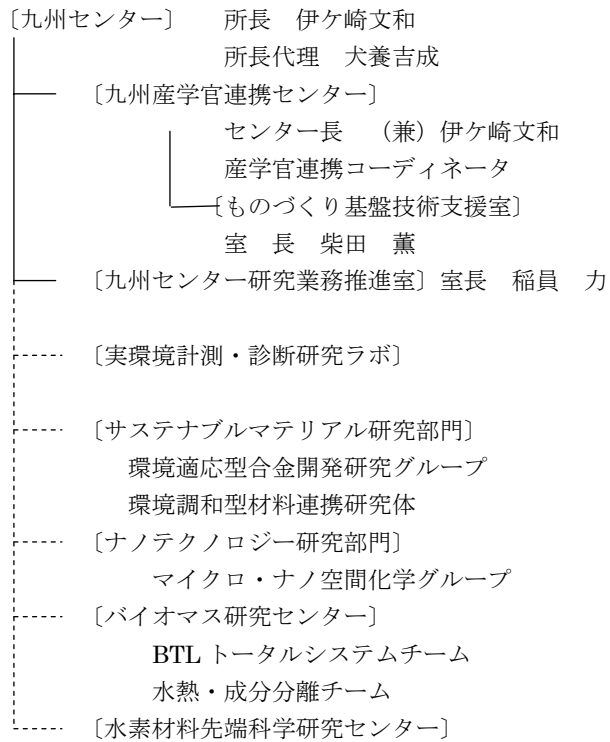
福岡ナノテク NOW2006（5月25日～27日）、北九州学術研究都市産学連携フェア（10月18日～20日）、全九州半導体技術国際フォーラム（11月1日～2日）、エコ・テクノ2006（11月20日～23日）、ビジネス交流会（11月28日）等の地域イベントに試作品やパネル等の出展を行っ

機構図（2007/3/31現在）



た。

機構図（2007/3/31現在）



4. 総合センター

<凡 例>

総合センター名 (English Name)

所在地：住所

概要：部門概要

関連組織：

業務報告データ (表等で報告)

(1) 地質調査総合センター
(Geological Survey of Japan)

所在地：〒305-8567 つくば市東1-1-1 中央第7 他
 概要：産業技術総合研究所地質調査総合センターは、以下に示すように研究コーディネータのもとに研究ユニット及び関連部署からなる産総研内の地質の調査に関連する組織の総称である。この組織はほぼ旧地質調査所を引き継いでおり、対外的には”Geological Survey of Japan”を名乗って、各国地質調査所に対して我が国を代表する窓口となっている。

地質の調査は、産総研のミッションの一つとして位置付けられている。地質学及び関連科学の幅広い分野にわたる研究者からなる地質調査総合センターは、学際的・境界領域的研究分野の積極的開拓を目指した連携体制を構築し、国の知的基盤整備の一翼をになうとともに、地震・火山噴火等の突発的地質災害発生時の緊急調査・観測体制に対応する機能を持っている。また、地質調査総合センターは、構成する研究ユニットの地質分野における研究成果を一つの出口としてまとめ、旧地質調査所の出版物刊行を引き継いだ出版活動及び成果普及活動を実施している。さらに、産学官連携活動の一環として、経済産業省知的基盤課との定期懇談会、関連業界団体である(社)全国地質調査業協会連合会及び地方公共団体等との定期懇談会等を実施している。

地質調査総合センターでは、各ユニット及び関連部署間の意思の疎通を図るために、隔週の連絡会議を開催し、情報交換・意見交換等を行っている。

 関連組織 (2007/3/31現在)

[地質調査総合センター]

研究コーディネータ 佃 栄吉

産学官連携コーディネータ 古宇田 亮一

研究ユニット

[深部地質環境研究センター]

センター長 笹田 政克 他
[活断層研究センター]センター長 杉山 雄一 他
[地圏資源環境研究部門]部門長 矢野 雄策 他
[地質情報研究部門]部門長 富樫 茂子 他
関連部署

[地質調査情報センター]

センター長 栗本 史雄 他
[広報部 地質標本館]

館長 青木 正博 他

地域拠点等

[産学官連携推進部門 北海道産学官連携センター]
中川 充 他[産学官連携推進部門 東北産学官連携センター]
高橋 裕平 他[産学官連携推進部門 関西産学官連携センター]
寒川 旭 他

事務局

[地質調査情報センター]

業務報告データ

日付	地質調査総合センター行事
H18. 4. 17	産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」設立総会及び第1回総会
H18. 4. 18	地質標本館特別展「日本列島の20億年ー白尾元理写真展ー」 ～7. 17
H18. 4. 19	地質調査総合センター新人研修 ～4/21
H18. 4. 22	地質標本館普及講演会「日本列島の骨格を成す付加体」、「デジカメで撮る地学写真」
H18. 4. 26	活断層研究センター第5回研究発表会
H18. 5. 14	地球惑星科学関連学会(幕張メッセ)(ブース出展) ～5. 18
H18. 6. 14	第5回地質図の利用普及に関する懇談会

総合センター

- | | | | |
|-------------|--|-------------|---|
| H18. 6. 26 | 第1回 CCOP 国内支援委員会 | H18. 12. 14 | 第2回 CCOP 国内支援委員会 |
| H18. 6. 29 | JOGMEC-地質調査総合センター意見交換会（西新橋） | H19. 1. 10 | 第5回地球システム・地球進化ニューイヤースクール（共催）～1.10 |
| H18. 7. 10 | アジア・オセアニア地球科学会（AOGS）第3回年会（シンガポール）（ブース出展）～7.14 | H19. 1. 13 | 北淡活断層シンポジウム2007（活断層研究センター 共催）～1.14 |
| H18. 7. 22 | 地質標本館講演会「砂の世界へようこそ 美しい砂と楽しく遊ぼう！」
地質標本館特別展「美しい砂の世界ー不思議な砂・楽しい砂・役に立つ砂ー」～9.24 | H19. 1. 22 | 国際惑星地球年（IYPE）オープニングセレモニー（東大・小柴ホール） |
| H18. 7. 24 | 第19回国際鉱物学連合総会（神戸国際会議場）（ブース出展）～7.28 | H19. 1. 29 | 産業技術連携推進会議・地質関係分科会（地圏環境分科会、地質地盤情報分科会）第1回合同総会および地質関係研究会合同設立総会（兼 第4回自治体ー産総研地質地盤情報連絡会） |
| H18. 7. 26 | サマーサイエンスキャンプ2006「北海道の大地の上で地球上の営みを体験しよう」～7.28 | H19. 1. 31 | 海洋研究開発機構との意見交換会（西新橋） |
| H18. 8. 18 | 地学団体研究会つくば総会（ブース出展）～8.21 | H19. 2. 1 | 第11回震災対策技術展（横浜会場）（ブース出展）～2.2 |
| H18. 8. 19 | 地質標本館「砂とあそぼう！」 | H19. 2. 13 | 全国地質調査業協会連合会-地質調査総合センター第6回懇談会 |
| H18. 8. 25 | 地質標本館「化石のクリーニング」 | H19. 2. 15 | 首都圏地震シンポジウム「関東平野の地震を考える」（秋葉原ダイビル） |
| H18. 8. 26 | 地質標本館「夏休み地球何でも相談」 | H19. 2. 28 | 地質地盤情報協議会第2回総会 |
| H18. 8. 27 | 第17回国際堆積学会議（福岡国際会議場）（ブース出展）～9.1 | H19. 3. 13 | 第1回「地質の日」提唱共同発起人会 |
| H18. 8. 31 | 第2回京都大学-地質調査総合センター連絡会 | H19. 3. 24 | 地質標本館「第18回自分で作ろう!! 化石レプリカ」 |
| H18. 9. 15 | 地質情報展 2006 こうち「黒潮よせるふるさとの地質」～9.18 | H19. 3. 26 | スプリングサイエンスキャンプ「地球の診断～仙台市郊外で地質の調査」 |
| H18. 9. 21 | 全地連技術 e-フォーラム2006（名古屋）（ブース出展）～9.22 | H19. 3. 27 | 日本堆積学会2007年つくば例会一般普及講演会（つくばカピオ）（共催） |
| H18. 10. 3 | 地質標本館特別展「人類と社会の未来をつなぐ地質時代ー日本の第四紀研究50年ー」～11.12 | | |
| H18. 10. 4 | 第1回震災対策技術展／自然災害対策技術展（仙台会場）（ブース出展）～10.5 | | |
| H18. 10. 14 | 地質標本館普及講演会「石器製作実演」 | | |
| H18. 10. 20 | 第3回自治体ー産総研地質地盤情報連絡会 | | |
| H18. 10. 28 | 地質標本館 野外観察会「笠間市周辺の岩石と鉱物ー稲田花こう岩採石場と桂村の珪化木ー」 | | |
| H18. 11. 11 | 地質標本館「第17回自分で作ろう!! 化石レプリカ “生きている化石”」 | | |
| H18. 11. 12 | 第6回青少年のための科学の祭典・日立大会（ブース出展） | | |
| H18. 11. 14 | 第6回地質調査総合センターシンポジウム「地質情報の社会貢献を考える」 | | |
| H18. 11. 21 | 地質標本館特別展「地質情報展 2006 こうちー黒潮よせるふるさとの地質ー」～2007. 3. 5 | | |
| H18. 11. 24 | 第5回地圏資源環境研究部門成果報告会 | | |

(2) 計量標準総合センター (National Metrology Institute of Japan)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3

概要：産業技術総合研究所内の計測標準研究部門と計量標準管理センターの2つの部署等を一括して、計量標準総合センター（National Metrology Institute of Japan：NMIJ）と総称している。計量標準総合センターは、この2部署等が互いに連携を取りながら、経済産業省が企画立案する政策のもと、計量標準や計測分析技術に関する先導的な研究開発を行っていくとともに、質の高い標準供給を行い、我が国のトレーサビリティ制度と法定計量制度の発展に貢献をしている。また、計量標準総合センターは、外部からは産総研の計量に関わる活動の中核的な組織として位置付けられ、国際的にはメートル条約などにおいて日本の代表機関として位置付けられている。

計量に関わる活動を円滑に進めるために、企画本部と首席評価役を交えて毎週1回の定期的な連絡会を開催しており、その事務局を計量標準計画室が担っている。

具体的な、主な活動は以下の通りである。

- 1) 標準整備計画に基づく、既存の計量標準の維持・改善と新しい標準の研究・開発
- 2) 高品質な標準の供給、共同研究・技術指導、広報活動等による成果の普及
- 3) 計量標準の需要動向の調査と、それに基づく標準整備計画や研究課題への反映
- 4) メートル条約、OIML 条約などの国際条約に基づく活動（計量標準の国際相互承認 [MRA]、各国の国家計量機関 [NMI] との研究協力・技術協力など）
- 5) 計量や計測に関する人材の育成
- 6) 計量法に基づく計量器の型式承認試験、基準器検査等

関連組織（2007/3/31現在）

[計量標準総合センター] 代表 田中 充
[計測標準研究部門]
部門長 田中 充 他
[計量標準管理センター]
センター長 三木 幸信 他

業務報告データ

- ・計量標準総合センター全体会合 2回
(4月18日、1月4日)
- ・計量標準総合センター連絡会 34回
- ・2006年度供給開始標準項目
物理標準 20、標準物質 17
- ・ピアレビュー及び ASNITE-NMI 認定審査

技術ピアレビュー・ASNITE-NMI 認定の合同審査を通じて、7種類の校正サービスについて認定を取得した

- ・JCSS 審査等への技術アドバイザーの派遣
延べ52名の技術アドバイザーを審査に派遣した
- ・講演会等 8回
- 1. 国際計量標準シンポジウム～産業界の海外活動を支える計量標準～（NMIJ、日本計量機器工業連合会主催）4月6日 東京ビッグサイト
- 2. 第16回 NMIJ セミナー：計量標準「質量力および流量分野の研究開発紹介」（NMIJ、日本計量機器工業連合会主催）4月7日 東京ビッグサイト
- 3. 第17回 NMIJ セミナー：法定計量「国際的な動向」（NMIJ、日本計量機器工業連合会主催）4月7日 東京ビッグサイト
- 4. 第18回 NMIJ セミナー：一確かな分析に必要な標準物質－ 8月31日 幕張メッセ
- 5. 計測標準フォーラム第4回合同講演会（NMIJ、日本 NCSLI 主催）11月22日 大田区産業プラザ PiO
- 6. 計量標準総合センター第10回成果発表会 1月18日－19日 3-9棟会議室
- 7. 計量標準総合センター第11回成果発表会 2月15日－16日 3-9棟会議室
- 8. Symposium on “High-Precision Nano-Metrology for Nano-Manufacturing”（ナノ応用製造に必要な高精度ナノ計測技術に関するシンポジウム）（NMIJ 主催、NEDO 共催）2月21日 東京国際交流館

・イベント参加等 4回

1. 「INTERMEASURE2006（第22回国際計量計測展）」ブース出展 4月6-8日 東京ビッグサイト
2. 「2006分析展」ブース出展 8月30-9月1日 幕張メッセ
3. 「計測展2006 OSAKA」ブース出展 12月6日-8日 グランキューブ大阪
4. 「PITTCON 2007」ブース出展 2月26日-3月1日 米国イリノイ州シカゴ McCormick Place

・出版物発行 4回

1. 産総研計量標準報告 Vol. 5 No. 1 発刊（2006.5）
2. 産総研計量標準報告 Vol. 5 No. 2 発刊（2006.8）
3. 産総研計量標準報告 Vol. 5 No. 3 発刊（2006.11）
4. 産総研計量標準報告 Vol. 5 No. 4 発刊（2007.3）

①物理標準

法定計量

種 類	受理個数	検査・試験個数	不合格個数	不合格率 (%)
検定	14	14	0	0.0
型式承認試験	86	82	4	4.9
基準器検査	3,337	3,372	33	1.0
比較検査	76	76	3	3.9

* ()内は試験個数を示すもの

校正・試験等

種 類	受理個数	校正・試験個数
特定標準器による校正 (特定二次標準器)	203	186
特定標準器による校正 (特定副標準器)	19	16
依頼試験	410	402
技能試験等校正	18	17
所内構成	149	112
研究開発品	34	31

イ. 検 定

当所で現在行われている計量法に基づいた検定業務は、精度の極めて高いものと高度の検定設備能力を必要とするものなどの機種だけがその対象となっている。

種 類	項 目		受理個数	検査個数	不合格 個 数	不合格率 (%)
	実施場所					
温	バックマン温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	14	14	0	0.0
		小 計	14	14	0	0.0
度	バックマン温度計以外の ガラス製温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
合 計	つくばセンター	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	14	14	0	0.0	
総 計		14	14	0	0.0	

ロ、型式承認試験

計量器の構造（性能及び材料の特性を含む。）をあらかじめ十分に試験して、一定の基準に適合するものに「型式の承認」を与え、同一構造のものについては、その後の計量器の検定に際し、構造の検定を省略（一部残るものもある）し、検定の適正化と効率化を図る制度である。

型式承認試験統計表

種類	項目 実施場所	受理件数			試験 件数	承認 件数	不承認 件数	不承認率 (%)		
		新規	追加	計						
タクシメーター	つくばセンター	0	2	2	3	3	0	0.0		
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0		
	計	0	2	2	3	3	0	0.0		
質量計	非自動はかり	つくばセンター	18	4	22	13	12	1	4.5	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
		計	18	4	22	13	12	1	4.5	
温度計	ガラス製体温計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
		計	0	0	0	0	0	0	0.0	
	抵抗体温計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
		大阪扇町サイト	7	1	8	9	8	1	12.5	
		計	7	1	8	9	8	1	12.5	
体積計	水道メーター	つくばセンター	2	0	2	0	0	0	0.0	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
		計	2	0	2	0	0	0	0.0	
	温水メーター	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
		計	0	0	0	0	0	0	0.0	
	燃料油メーター	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
		計	0	0	0	0	0	0	0.0	
	液化石油ガスメーター	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
		計	0	0	0	0	0	0	0.0	
	ガスメーター	つくばセンター	2	0	2	7	7	0	0.0	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
		計	2	0	2	7	7	0	0.0	
	圧力計	アネロイド型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
			大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0	
アネロイド型血圧計		つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	30	0	30	35	33	2	6.7		
計	30	0	30	35	33	2	6.7			
熱量計	ボンベ型熱量計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0		
	積算熱量計	つくばセンター	8	0	8	3	3	0	0.0	
大阪扇町サイト		0	0	0	0	0	0	0.0		
計	8	0	8	3	3	0	0.0			
騒音計	普通騒音計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0		
	精密騒音計	つくばセンター	2	0	2	2	2	0	0.0	
大阪扇町サイト		0	0	0	0	0	0	0.0		
計	2	0	2	2	2	0	0.0			
照度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0		
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0		
	計	0	0	0	0	0	0	0.0		

総合センター

種 類	項目 実施場所	受 理 件 数			試 験 件 数	承 認 件 数	不承認 件数	不承認率 (%)	
		新規	追加	計					
濃 度 計	ジルコニア式酸素濃 度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	1	0	1	1	1	0	0.0
		計	1	0	1	1	1	0	0.0
	磁気式酸素濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	非分散型赤外線式 二酸化硫黄濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	1	0	1	1	1	0	0.0
		計	1	0	1	1	1	0	0.0
	非分散型赤外線式 窒素酸化物濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	非分散型赤外線式 一酸化炭素濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	化学発光式窒素 酸化物濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
ガラス電極式水素 イオン濃度検出器	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	2	2	4	4	4	0	0.0	
	計	2	2	4	4	4	0	0.0	
ガラス電極式水素 イオン濃度指示計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	4	0	4	4	4	0	0.0	
	計	4	0	4	4	4	0	0.0	
合 計	つくばセンター	32	6	38	28	27	1	3.6	
	大阪扇町サイト	45	3	48	54	51	3	5.6	
総 計		77	9	86	82	78	4	4.9	

ハ、基準器検査

計量器の構造、修理などの事業を行う者及び計量関係行政機関等が、検定、定期検査、立入検査などを行う場合には、その標準として基準器検査に合格して基準器検査成績書が交付された基準器を用いることになっている。基準器検査の対象機種種の大半については、当所が検査をおこなっており、これらの業務は、計量法に基づいて行う重要な標準供給業務となっている。なお、基準器検査は検定手数料の関係から次の二つに大別される。

(1) 手数料を徴収する検査（計量器メーカー等が使用するもの）

(2) 手数料を伴わない検査（計量行政機関等が使用するもの）

基準器検査統計表

種類	項目		受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
	実施場所					
長さ	基準巻尺	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	23	23	1	4.3
		小計	23	23	1	4.3
合計			23	23	1	4.3
質量基準器	基準手動天びん	つくばセンター	146	144	0	0.0
		大阪扇町サイト	161	148	1	0.7
		小計	307	292	1	0.3
	基準台手動はかり	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	0	0	0	0.0
	基準直示天びん	つくばセンター	9	9	0	0.0
		大阪扇町サイト	5	4	0	0.0
		小計	14	13	0	0.0
	特級基準分銅	つくばセンター	536	536	1	0.2
		大阪扇町サイト	669	669	6	0.9
		小計	1,205	1,205	7	0.6
合計			1,526	1,510	8	0.5
温度基準器	基準ガラス製温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	612	642	9	1.4
		小計	612	642	9	1.4
	基準ベックマン温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	2	1	0	0.0
小計	2	1	0	0.0		
合計			614	643	9	1.4
体積基準器	基準フラスコ	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	35	35	0	0.0
		小計	35	35	0	0.0
	基準ビュレット	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	7	7	0	0.0
		小計	7	7	0	0.0
	基準ガスメーター	つくばセンター	63	57	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	63	57	0	0.0
	基準水道メーター	つくばセンター	78	75	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	78	75	0	0.0
	基準燃料油メーター	つくばセンター	53	54	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	53	54	0	0.0
	基準タウ	つくばセンター	111	107	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	111	107	0	0.0
基準体積管	つくばセンター	35	34	0	0.0	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0.0	
	小計	35	34	0	0.0	
合計			382	369	0	0.0

総合センター

種 類	項 目		受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
	本支所別					
密度基準器	基準密度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	2	2	1	50.0
		小 計	2	2	1	50.0
	液化石油ガス用 浮ひょう型密度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	49	47	3	6.4
		小 計	49	47	3	6.4
合 計		51	49	4	8.2	
圧力基準器	基準液柱型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	245	241	1	0.4
		小 計	245	241	1	0.4
	基準重錘型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	431	429	7	1.6
		小 計	431	429	7	1.6
合 計		676	670	8	1.2	
熱量基準器	基準流水型熱量計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
	ユンケルス式流水型 熱量計	つくばセンター	1	1	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	1	1	0	0.0
合 計		1	1	0	0.0	
騒音	基準静電型 マイクロホン	つくばセンター	27	26	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	27	26	0	0.0
合 計		27	26	0	0.0	
振動	基準サーボ式ピック アップ	つくばセンター	2	4	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	2	4	0	0.0
合 計		2	4	0	0.0	
濃度	基準酒精度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	12	12	0	0.0
		小 計	12	12	0	0.0
合 計		12	12	0	0.0	
比重基準器	基準比重浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	23	64	2	3.1
		小 計	23	64	2	3.1
	基準重荷マ度 浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	1	1	100.0
		小 計	0	1	1	100.0
合 計		23	65	3	4.6	
合 計		つくばセンター	1,061	1,047	1	0.1
		大阪扇町サイト	2,276	2,325	32	1.4
総 計			3,337	3,372	33	1.0

二、比較検査

比較検査は、検定と同様に合否の判定を行うが、具体的な器差を明らかにして成績書を交付し、精密な計量に資する制度である。

比較検査

種 類	項目	受理個数	検定個数	不合格 個 数	不合格率 (%)
	実施場所				
酒精度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
	大阪扇町サイト	76	76	3	3.9
総	計	76	76	3	3.9

総合センター

ホ、特定標準器による校正試験

特定標準器による校正（特定二次標準器）

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01. 長さ	1	0	1	0	0	0
よう素安定化ヘリウムネオンレーザ	1	0	1	0	0	0
02. 幾何学量	1	0	1	1	0	1
ロータリーエンコーダ	1	0	1	1	0	1
03. 時間	29	0	29	7	0	7
周波数発振器	29	0	29	7	0	7
04. 質量	27	0	27	27	0	27
標準分銅	27	0	27	27	0	27
05. 力	7	0	7	5	0	5
ビルトアップ式力基準機	2	0	2	0	0	0
実荷重式、こうかん式又は油圧式力基準機	5	0	5	5	0	5
06. トルク	6	0	6	6	0	6
参照用トルクメータ	3	0	3	3	0	3
参照用トルクレンチ	3	0	3	3	0	3
07. 圧力	11	0	11	11	0	11
ピストン重錘型圧力計	11	0	11	11	0	11
07. 圧力	0	0	0	0	0	0
粘性真空計	0	0	0	0	0	0
10. 流量	12	0	12	11	0	11
ISO型トロイダルスロート音速ノズル	8	0	8	7	0	7
レーザー流速計	0	0	0	0	0	0
液体流量校正装置	0	0	0	0	0	0
気体流量校正装置	1	0	1	1	0	1
光学式気体流速計校正装置	0	0	0	0	0	0
石油用流量計	1	0	1	1	0	1
超音波流速計	1	0	1	1	0	1
微風速校正風洞	1	0	1	1	0	1
11. 密度	3	0	3	5	0	5
シリコン単結晶	3	0	3	5	0	5
14. 音響	7	0	7	6	0	6
標準マイクロホン	7	0	7	6	0	6
16. 振動加速度	0	0	0	0	0	0
レーザー干渉式振動測定装置	0	0	0	0	0	0
振動加速度計	0	0	0	0	0	0
19. 直流・低周波	22	0	22	22	0	22
交流抵抗器	1	0	1	1	0	1
電圧発生装置	7	0	7	7	0	7
標準キャパシタ	3	0	3	3	0	3
標準抵抗器	10	0	10	10	0	10
誘導分圧器	1	0	1	1	0	1
20. 高周波	32	0	32	31	0	31
ピストン減衰器	1	0	1	1	0	1
固定長エレメント型ダイポールアンテナ	4	0	4	5	0	5
光パワー測定装置	3	0	3	3	0	3
光電検出器	1	0	1	1	0	1
高周波雑音（同軸）	0	0	0	0	0	0
高周波電圧	2	0	2	2	0	2
高周波電力 2.9 mm 同軸	1	0	1	1	0	1
高周波電力 7 mm 同軸	12	0	12	10	0	10
同軸可変減衰器	8	0	8	8	0	8
21. 測光量・放射量	2	0	2	2	0	2
分光応答度	2	0	2	2	0	2
22. 放射線	11	0	11	12	0	12
放射線線量計	11	0	11	12	0	12

産業技術総合研究所

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
23. 放射能	11	0	11	11	0	11
ガンマ線スペクトロメーター	5	0	5	5	0	5
液体シンチレーションカウンタ	1	0	1	1	0	1
荷電粒子測定装置	2	0	2	2	0	2
標準線源付加圧型電離箱	3	0	3	3	0	3
25. 温度	11	0	11	13	0	13
貴金属熱電対	6	0	6	8	0	8
白金抵抗温度計	5	0	5	5	0	5
26. 湿度	5	0	5	11	0	11
露点計	5	0	5	11	0	11
28. 硬さ	5	0	5	5	0	5
ビッカース硬さ基準機	0	0	0	0	0	0
ビッカース硬さ表標準片	0	0	0	0	0	0
ロックウェル硬さ基準機	0	0	0	0	0	0
ロックウェル硬さ標準片	5	0	5	5	0	5
合 計	203	0	203	186	0	186

へ、依頼試験

依頼試験統計表

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01. 長さ	8	5	13	8	3	11
デジタルスケール (1 m まで)	0	0	0	0	0	0
ブロックゲージ (遠隔校正)	0	0	0	0	0	0
ブロックゲージ絶対測定	6	0	6	6	0	6
よう素安定化	0	0	0	0	0	0
干渉測長器	0	0	0	0	0	0
距離計	2	0	2	2	0	2
特殊ブロックゲージ絶対測定	0	0	0	0	0	0
内径外径	0	5	5	0	3	3
標準尺絶対測定 (指定線間)	0	0	0	0	0	0
標準尺比較測定	0	0	0	0	0	0
02. 幾何学量	15	0	15	13	0	13
AFM 方式段差測定	0	0	0	0	0	0
CMM (遠隔校正)	1	0	1	1	0	1
CMM による幾何形状測定	2	0	2	1	0	1
オートコリメータ	1	0	1	1	0	1
ステップゲージ	1	0	1	0	0	0
ボールバー	0	0	0	0	0	0
ボールプレート・ホールプレート	1	0	1	1	0	1
ポリゴン鏡	0	0	0	0	0	0
ロータリーエンコーダ	2	0	2	2	0	2
一次元グレーティング	0	0	0	0	0	0
光学式段差測定 (0.02~0.3 μm)	1	0	1	1	0	1
光学式段差測定 (0.08~0.2 μm)	0	0	0	0	0	0
歯形・歯すじ	0	0	0	0	0	0
触針式段差・深さ	1	0	1	1	0	1
真円度	1	0	1	1	0	1
真直度	0	0	0	0	0	0
多面鏡	1	0	1	0	0	0
表面粗さ測定	0	0	0	0	0	0
平面度	3	0	3	4	0	4
03. 時間	65	0	65	86	0	86
YAG レーザ周波数	0	0	0	0	0	0
広帯域光周波数	0	0	0	0	0	0
周波数 (遠隔校正)	60	0	60	82	0	82
周波数発振器 原子発振器・商用発振器	4	0	4	4	0	4
通信帯光周波数	1	0	1	0	0	0
04. 質量	85	0	85	79	0	79
特性試験	12	0	12	6	0	6
分銅又はおもり	73	0	73	73	0	73
06. 力	7	0	7	7	0	7
高精度力計	7	0	7	7	0	7
06. トルク	16	0	16	16	0	16
トルクメータ	14	0	14	14	0	14
参照用トルクレンチ	2	0	2	2	0	2
07. 圧力	9	0	9	5	0	5
液体	5	0	5	0	0	0
気体	4	0	4	5	0	5
08. 重力加速度	0	0	0	0	0	0
重力加速度	0	0	0	0	0	0
09. 真空計	2	0	2	2	0	2
真空計	2	0	2	2	0	2
副標準用電離真空計管球	0	0	0	0	0	0
10. 流量	11	0	11	3	0	3

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
液体大流量及び中流量	3	0	3	3	0	3
気体小流量	6	0	6	0	0	0
気体中流速	0	0	0	0	0	0
気体中流量	1	0	1	0	0	0
石油大流量（軽油・灯油）	1	0	1	0	0	0
11. 密度	1	0	1	1	0	1
シリコン単結晶	0	0	0	0	0	0
固体材料	1	0	1	1	0	1
12. 粘度・動粘度	16	0	16	20	0	20
粘度計校正用標準液	16	0	16	20	0	20
13. 体積（衡量法）	0	3	3	0	3	3
タンク（容量 100 L を超え 200 L 以下）	0	0	0	0	0	0
タンク（容量 10 L）	0	0	0	0	0	0
タンク（容量 50 L 以上 100 L 以下）	0	0	0	0	0	0
ビュレット（出用）	0	1	1	0	1	1
フラスコ（出用）	0	2	2	0	2	2
14. 音響	1	0	1	1	0	1
音場感度（I 形、II 形マイクロホン）	1	0	1	1	0	1
15. 超音波	21	0	21	21	0	21
音場感度（ハイドロホン）	21	0	21	21	0	21
超音波パワー	0	0	0	0	0	0
14. 振動加速度	0	0	0	0	0	0
低周波振動加速度	0	0	0	0	0	0
18. 音速	0	0	0	0	0	0
音速	0	0	0	0	0	0
19. 直流・低周波	7	0	7	6	0	6
インダクタ	1	0	1	1	0	1
テラオームメータ	1	0	1	1	0	1
交流電流比較器	3	0	3	3	0	3
直流分圧器の分圧比の校正	0	0	0	0	0	0
電力計	2	0	2	1	0	1
電力量計	0	0	0	0	0	0
標準抵抗器	0	0	0	0	0	0
標準電圧発生器	0	0	0	0	0	0
20. 高周波	7	0	7	5	0	5
アンテナ係数試験	0	0	0	0	0	0
ピストン減衰器	0	0	0	0	0	0
ミリ波電力	0	0	0	0	0	0
レーザエネルギー	0	0	0	0	0	0
レーザパワー	0	0	0	0	0	0
レーザ減衰量	0	0	0	0	0	0
光ファイバパワー	0	0	0	0	0	0
高周波インピーダンス	1	0	1	1	0	1
高周波雑音	0	0	0	0	0	0
高周波雑音（同軸）	0	0	0	0	0	0
高周波電力	5	0	5	3	0	3
電磁界強度	0	0	0	0	0	0
同軸可変減衰器	1	0	1	1	0	1
導波管可変減衰器	0	0	0	0	0	0
利得（ホーンアンテナ）	0	0	0	0	0	0
21. 測光量・放射線量	20	0	20	16	0	16
分光応答度	13	0	13	10	0	10
分光拡散反射率（可視域）	5	0	5	5	0	5
分光放射照度（紫外）	2	0	2	1	0	1
放射検出器	0	0	0	0	0	0
22. 放射線	29	0	29	29	0	29

総合センター

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
β線	1	0	1	1	0	1
照射線量測定器	5	0	5	5	0	5
照射線量率測定器	22	0	22	22	0	22
放射光軟X線フルエンス	1	0	1	1	0	1
放射線量検出素子（バッグ用フィルム、線量計用ガラス、熱ルミネセンス、線量計用素子等）	0	0	0	0	0	0
23. 放射能	4	0	4	4	0	4
γ線核種放射能	0	0	0	0	0	0
環境レベル放射能	0	0	0	0	0	0
放射能試料	0	0	0	0	0	0
放射能測定器	2	0	2	2	0	2
放射能濃度	2	0	2	2	0	2
放射能面密度	0	0	0	0	0	0
24. 中性子	10	0	10	9	0	9
中性子源校正試験	0	0	0	0	0	0
中性子測定器校正試験	10	0	10	9	0	9
25. 温度	9	1	10	9	1	10
カプセル型白金抵抗温度計	1	0	1	0	0	0
ガラス製温度計	0	1	1	0	1	1
ステム型白金抵抗温度計	3	0	3	4	0	4
貴金属熱電対	2	0	2	2	0	2
非接触温度計・校正装置	3	0	3	3	0	3
26. 湿度	1	0	1	1	0	1
露点計（範囲 露点-10℃～+95℃）	1	0	1	1	0	1
露点計（範囲 露点-70℃～-10℃）	0	0	0	0	0	0
27. 固体物性	8	0	8	4	0	4
熱拡散率	4	0	4	0	0	0
熱膨張率（線膨張係数）	0	0	0	0	0	0
薄膜熱拡散率測定	4	0	4	4	0	4
29. 衝撃値	1	0	1	1	0	1
衝撃試験機	1	0	1	1	0	1
30. 粒子・粒子特性	1	0	1	1	0	1
粒径	1	0	1	1	0	1
粒子質量	0	0	0	0	0	0
31. 有機分析	0	0	0	0	0	0
純度測定	0	0	0	0	0	0
51. 計量器の構成要素及び検査装置の試験	2	0	2	2	0	2
ガソリン量器用空気分離器	2	0	2	2	0	2
はかり・制温ばね等の温度による試験	0	0	0	0	0	0
はかりの制温装置（試験温度-10℃～60℃）	0	0	0	0	0	0
試験装置の認定試験	0	0	0	0	0	0
伸縮率、増加率、減少率（ガスマーター用膜）	0	0	0	0	0	0
特定計量器外部接続装置の性能試験	0	0	0	0	0	0
その他	37	0	37	37	0	37
体積	8	0	8	8	0	8
流量	29	0	29	29	0	29
OIML 適合証明書	8	0	8	9	0	9
ロードセル	1	0	1	2	0	2
自動車等給油メーター	2	0	2	2	0	2
電子体温計	0	0	0	0	0	0
非自動はかり	5	0	5	5	0	5
合 計	401	9	410	395	7	402

技能試験等校正

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01.長さ	0	0	0	0	0	0
02.実用安定化レーザ	0	0	0	0	0	0
04.質量	0	0	0	0	0	0
02.高精度分銅	0	0	0	0	0	0
05.力	0	0	0	0	0	0
02.はかり	0	0	0	0	0	0
02.一軸試験機	0	0	0	0	0	0
02.力計	0	0	0	0	0	0
10.流量	2	0	2	2	0	2
02.気体小流量	0	0	0	0	0	0
02.気体中流速	0	0	0	0	0	0
02.気体中流量	2	0	2	2	0	2
02.微風速	0	0	0	0	0	0
11.密度	1	0	1	1	0	1
02.密度標準液	1	0	1	1	0	1
02.密度浮ひょう	0	0	0	0	0	0
14.音響	2	0	2	2	0	2
02.サウンドレベルメータ	1	0	1	1	0	1
02.音響校正器	1	0	1	1	0	1
16.振動加速度	0	0	0	0	0	0
02.振動加速度計	0	0	0	0	0	0
19.直流・低周波	1	0	1	1	0	1
02.キャパシタ	1	0	1	1	0	1
02.交直変換器	0	0	0	0	0	0
02.交流抵抗器	0	0	0	0	0	0
02.標準抵抗器	0	0	0	0	0	0
02.誘導分圧器	0	0	0	0	0	0
20.高周波	2	0	2	0	0	0
02.アンテナ係数試験	0	0	0	0	0	0
02.レーザパワー校正	0	0	0	0	0	0
02.高周波電圧	0	0	0	0	0	0
02.高周波電力	2	0	2	0	0	0
21.測光量・放射量	9	0	9	7	0	7
02.光度	3	0	3	0	0	0
02.照度	0	0	0	1	0	1
02.全光束	3	0	3	3	0	3
02.分光放射照度	3	0	3	0	0	0
02.分布温度	0	0	0	3	0	3
25.温度	1	0	1	4	0	4
02.貴金属熱電対	0	0	0	3	0	3
02.白金抵抗温度計	1	0	1	1	0	1
02.非接触温度計・校正装置	0	0	0	0	0	0
28.硬さ	0	0	0	0	0	0
02.ビッカース硬さ標準片	0	0	0	0	0	0
02.ブリネル硬さ標準片	0	0	0	0	0	0
02.ロックウェル硬さ標準片	0	0	0	0	0	0
合 計	18	0	18	17	0	17

特定標準器による校正（特定副標準器）

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
19. 直流・低周波		7	0	7	7	0	7
ジョセフソン効果電圧測定装置		0	0	0	0	0	0
交直差測定装置		0	0	0	0	0	0
交流電圧用交直変換器		3	0	3	3	0	3
交流電流用交直変換器		1	0	1	1	0	1
抵抗測定装置		0	0	0	0	0	0
電圧測定装置		0	0	0	0	0	0
電圧発生装置		1	0	1	1	0	1
標準抵抗器		2	0	2	2	0	2
標準分圧器		0	0	0	0	0	0
21. 測光量・放射量		4	0	4	0	0	0
コイル M 字型光度標準電球		0	0	0	0	0	0
コイル M 字型分布温度標準電球		0	0	0	0	0	0
全光束標準電球		0	0	0	0	0	0
単平面型照度標準電球		0	0	0	0	0	0
分光放射照度標準電球		4	0	4	0	0	0
25. 温度		8	0	8	9	0	9
温度計用		6	0	6	7	0	7
放射温度計校正用		2	0	2	2	0	2
合 計		19	0	19	16	0	16

部門内校正

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01. 長さ		3	4	7	3	4	7
ブロックゲージ絶対測定		1	0	1	1	0	1
干渉測長器		1	0	1	1	0	1
特殊ブロックゲージ絶対測定		1	0	1	1	0	1
内径外径		0	4	4	0	4	4
02. 幾何学量		1	0	1	0	0	0
CMMによる幾何形状測定		1	0	1	0	0	0
04. 質量		99	0	99	53	0	53
分銅又はおもり		99	0	99	53	0	53
07. 圧力		7	0	7	7	0	7
液体		2	0	2	2	0	2
気体		5	0	5	5	0	5
15. 超音波		3	0	3	12	0	12
音場感度 (ハイドロホン)		3	0	3	12	0	12
19. 直流・低周波		4	0	4	4	0	4
誘導分圧器		1	0	1	1	0	1
標準抵抗器		3	0	3	3	0	3
20. 高周波		18	0	18	18	0	18
高周波電力		1	0	1	1	0	1
高周波インピーダンス		17	0	17	17	0	17
25. 温度		7	0	7	8	0	8
放射温度計校正用		2	0	2	2	0	2
白金抵抗温度計		4	0	4	4	0	4
非接触温度計・校正装置		1	0	1	2	0	2
27. 固体物性		3	0	3	3	0	3
熱膨張率 (線膨張係数)		3	0	3	3	0	3
合 計		145	4	149	108	4	112

総合センター

ト、研究開発品

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
1. 熱拡散率試験片 (4枚)		0	0	0	0	0	0
2. 白金パラジウム熱電対		2	0	2	2	0	2
3. 音速試験片		0	0	0	0	0	0
4. 熱膨張率標準物(単結晶シリコン)		26	0	26	23	0	23
5. 熱拡散率標準物質(等方性黒鉛)		6	0	6	6	0	6
合 計		34	0	34	31	0	31

② 認証標準物質

計量標準総合センターでは品質システムを整備し、生産計画に基づいて、標準物質の生産を行っている。特性値は、安定性と均一性を確認し、妥当性が確かめられた測定方法とトレーサビリティの確立された計測標準を用いている。また、不確かさを算出した上で、内部の標準物質認証委員会にて審議され、認証標準物質 (NMIJ CRM) を随時、頒布している。

認証標準物質の一覧表
(NMIJ 認証標準物質)

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM1001-a	鉄-クロム合金 (Cr 5 %)	3
NMIJ CRM1002-a	鉄-クロム合金 (Cr 15 %)	3
NMIJ CRM1003-a	鉄-クロム合金 (Cr 20 %)	3
NMIJ CRM1004-a	鉄-クロム合金 (Cr 30 %)	3
NMIJ CRM1005-a	鉄-クロム合金 (Cr 40 %)	3
NMIJ CRM1006-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 5 %)	1
NMIJ CRM1007-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 10 %)	1
NMIJ CRM1008-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 20 %)	1
NMIJ CRM1009-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 40 %)	1
NMIJ CRM1010-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 60 %)	1
NMIJ CRM1011-a	鉄-炭素合金 (C 0.1 %)	4
NMIJ CRM1012-a	鉄-炭素合金 (C 0.2 %)	4
NMIJ CRM1013-a	鉄-炭素合金 (C 0.3 %)	4
NMIJ CRM1014-a	鉄-炭素合金 (C 0.5 %)	4
NMIJ CRM1015-a	鉄-炭素合金 (C 0.7 %)	4
NMIJ CRM1016-a	鉄-クロム合金 (Cr 40 %)	0
NMIJ CRM3001-a	フタル酸水素カリウム	15
NMIJ CRM3401-a	一酸化窒素純ガス	0
NMIJ CRM3402-a	二酸化硫黄純ガス	0
NMIJ CRM3403-a	亜酸化窒素/窒素標準ガス(高濃度)	0
NMIJ CRM4001-a	エタノール	4
NMIJ CRM4002-a	ベンゼン	3
NMIJ CRM4003-a	トルエン	3
NMIJ CRM4004-a	1,2-ジクロロエタン	0
NMIJ CRM4007-a	クロロホルム	0
NMIJ CRM4011-a	<i>o</i> -キシレン	2
NMIJ CRM4012-a	<i>m</i> -キシレン	2
NMIJ CRM4013-a	<i>p</i> -キシレン	2
NMIJ CRM4019-a	ブロモホルム (トリプロモメタン)	0
NMIJ CRM4020-a	ブロモジクロロメタン	0
NMIJ CRM4021-a	エチルベンゼン	2
NMIJ CRM4022-b	フタル酸ジエチル	0
NMIJ CRM4030-a	ビスフェノールA	0
NMIJ CRM4036-a	ジブロモクロロメタン	0
NMIJ CRM4037-a	<i>trans</i> -1,2-ジクロロエチレン	0
NMIJ CRM4040-a	アクリロニトリル	0
NMIJ CRM4041-a	塩化ビニル	0
NMIJ CRM4051-a	メタン	0
NMIJ CRM4052-a	プロパン(液化ガス)	0
NMIJ CRM4201-a	<i>p,p'</i> -DDT標準液	0
NMIJ CRM4202-a	<i>p,p'</i> -DDE標準液	1
NMIJ CRM4203-a	γ -HCH標準液	1
NMIJ CRM4204-a	<i>p,p'</i> -DDT、 <i>p,p'</i> -DDE、 γ -HCH3種混合標準液	0
NMIJ CRM4206-a	PCB28(2,4,4'-トリクロロビフェニル)標準液	0

総合センター

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM4207-a	PCB153(2, 2', 4, 4', 5, 5'-ヘキサクロビフェニル)標準液	0
NMIJ CRM4208-a	PCB170(2, 2', 3, 3', 4, 4', 5-ヘプタクロビフェニル)標準液	0
NMIJ CRM4209-a	PCB194(2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5'-オクタクロビフェニル)標準液	0
NMIJ CRM4210-a	PCB70(2, 3', 4', 5-テトラクロビフェニル)標準液	0
NMIJ CRM4211-a	PCB105(2, 3, 3', 4, 4'-ペンタクロビフェニル)標準液	0
NMIJ CRM4401-a	VOC三種混合標準ガス(低濃度)	0
NMIJ CRM4402-a	VOC三種混合標準ガス(高濃度)	0
NMIJ CRM4403-a	SF6, CF4混合標準ガス	0
NMIJ CRM5001-a	ポリスチレン2400	8
NMIJ CRM5002-a	ポリスチレン500	12
NMIJ CRM5003-a	ポリカーボネート46000	0
NMIJ CRM5004-a	ポリスチレン1000	3
NMIJ CRM5005-a	ポリエチレングリコール400	3
NMIJ CRM5006-a	ポリエチレングリコール1000	3
NMIJ CRM5007-a	ポリエチレングリコール1500	3
NMIJ CRM5201-a	GaAs/AlAs超格子標準物質	8
NMIJ CRM5202-a	SiO ₂ 多層薄膜標準物質	3
NMIJ CRM5501-a	引張弾性率標準物質	6
NMIJ CRM5502-a	動的粘弾性標準物質(PVC)	0
NMIJ CRM5503-a	動的粘弾性標準物質(PMMA)	10
NMIJ CRM5504-a	動的粘弾性標準物質(PE-UHMW)	2
NMIJ CRM5505-a	動的粘弾性標準物質(PEEK)	4
NMIJ CRM5506-a	シャルピー衝撃試験標準物質 (PVC)	0
NMIJ CRM5507-a	シャルピー衝撃試験標準物質 (PMMA)	0
NMIJ CRM5508-a	シャルピー衝撃試験標準物質 (ABS)	1
NMIJ CRM6001-a	コレステロール	9
NMIJ CRM7201-a	河川水(有害金属元素分析用-無添加)	34
NMIJ CRM7202-a	河川水(有害金属元素分析用-添加)	34
NMIJ CRM7301-a	海底質(フタル酸分析用)	1
NMIJ CRM7302-a	海底質(有害金属分析用)	5
NMIJ CRM7303-a	湖底質(有害金属分析用)	18
NMIJ CRM7304-a	海底質(PCB・塩素系農薬類分析用-高濃度)	2
NMIJ CRM7305-a	海底質(PCB・塩素系農薬類分析用-低濃度)	3
NMIJ CRM7306-a	海底質(有機スズ分析用)	1
NMIJ CRM7401-a	サメ(squalus acanthias)肝油(塩素系農薬類分析用)	0
NMIJ CRM7402-a	タラ魚肉粉末(微量元素/ヒ素化合物/ヒ素化合物分析用)	5
NMIJ CRM7901-a	アルセノベタイン水溶液	4
NMIJ CRM8001-a	ファインセラミックス用炭化けい素微粉末(α形)	3
NMIJ CRM8002-a	ファインセラミックス用炭化けい素微粉末(β形)	4
NMIJ CRM8004-a	ファインセラミックス用窒化けい素微粉末(直接窒化合成) II	0
NMIJ CRM8102-a	重金属分析用ABS樹脂ペレット(Cd, Cr, Pb低濃度)	35
NMIJ CRM8103-a	重金属分析用ABS樹脂ペレット(Cd, Cr, Pb高濃度)	42
NMIJ CRM8105-a	重金属分析用ABS樹脂ディスク(Cd, Cr, Pb; 低濃度)	27
NMIJ CRM8106-a	重金属分析用ABS樹脂ディスク(Cd, Cr, Pb高濃度)	59
NMIJ CRM8107-a	ビスフェノールA含有ポリカーボネート	2
NMIJ CRM8108-a	臭素系難燃剤含有ポリスチレン	79
NMIJ CRM8112-a	重金属分析用ABS樹脂ペレット(Cd, Cr, Pb, Hg; 低濃度)	0
NMIJ CRM8113-a	重金属分析用ABS樹脂ペレット(Cd, Cr, Pb, Hg; 高濃度)	27
NMIJ CRM8116-a	重金属分析用ABS樹脂ディスク(Cd, Cr, Pb, Hg; 高濃度)	0
合 計		535

③ 外国出張・招へい

外国出張

出張件数	出張先国	出張目的
197件	インド	国際度量衡局諮問委員会 国際法定計量機関委員会 アジア太平洋計量計画 アジア太平洋法定計量フォーラム アジア太平洋経済協力機構 二国間比較 その他
	フランス	
	韓国	
	アメリカ	
	タイ	
	ドイツ	
	中国	
	イタリア	
	イギリス	
	シンガポール	
	オーストラリア	
	南アフリカ	
	メキシコ	
	フィリピン	
	カナダ	
	台湾	
マレーシア		
その他		

外国人招へい

件数	招へい国	招へい目的
10件	ドイツ (1件)	ピアレビュー その他
	韓国 (5件)	
	タイ (1件)	
	中国 (1件)	
	シンガポール (1件)	
	台湾 (1件)	

JICA 予算による外国人の受入及び派遣 (出張)

外国への派遣 (出張)

テーマ名	人数 (人)	派遣先
タイ NIMT プロジェクト	15	タイ

外国人の受入

研修名	人数 (人)	受入相手国
アジア太平洋法定計量システム	5	インドネシア (2)
		カンボジア (1)
		タイ (2)
タイ国別：国家計量標準	5	タイ

外国機関との研究協力覚書締結

題名	相手機関	調印日
計量標準総合センターと韓国標準科学研究院との間の計量計測分野における協力に関する覚書	The KOREA Research Institute of Standards and Science (KRISS)	2006年4月4日
産総研計量標準総合センターと韓国技術標準局 (KATS) との日韓計量計測標準協力委員会に関する相互協力覚書	The KOREAN Agency for Technology and Standards(KATS)	2006年12月4日

国際比較

分野 (BIPM)	件数
時間	0
長さ	4
質量	4
振動・音響	0
温度	1
物質量	3
測光放射	3
放射線	2
電磁気	1
合計	18

④ 講習・教習

平成18年度計量教習実績

計量標準管理センター 計量研修センター

講習・教習名		対象者	期間		場所	受講者数	
一般計量教習	前期	計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員	H18. 4. 5～6. 30	3月	つくば	23	
	後期		H18. 9. 4～12. 1	3月		33	
一般計量特別教習		計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員で一般計量教習を修了した者	H19. 1. 11～3. 9	2月	つくば	33	
環境計量特別教習	濃度関係		H19. 1. 11～3. 1	7週間		つくば	12
		騒音・振動関係	H19. 3. 5～3. 20	2週間	つくば	9	
短期計量教習	第一回	計量行政機関等の職員	H18. 6. 28～7. 26	1月	つくば	20	
	第二回		H18. 11. 16～12. 15	1月		23	
特定教習	計量検定所・計量検査所新任所長教習	都道府県及び特定市の新任所長	H18. 6. 7～6. 9	3日	つくば	20	
	指定製造事業者制度教習	当該制度の検査に携わる都道府県等の職員	H18. 6. 12～6. 23	2週間		つくば	21
	計量検定所・計量検査所幹部職員教習	都道府県及び特定市の幹部計量公務員	H18. 5. 17～5. 19	3日		つくば	20
	環境計量証明事業制度教習	都道府県及び特定市の職員	H18. 5. 22～6. 2	2週間		つくば	10
	特定計量証明事業管理者講習	当該事業の環境計量士（濃度関係）であって、ダイオキシン類の実務の経験1年以下の者	H18. 10. 16～10. 20	1週間		お台場	3
計量研修	試験所・校正機関認定審査員研修	AIST、NITE の職員で品質システム審査員候補	H18. 11. 14～11. 15	2日	つくば	17	
			H18. 6. 5～6. 9	1週間		つくば	17
	不確かさ・エキスパート養成研修	計量関係技術者	H18. 11. 14～11. 15	2日	つくば	17	
環境計量講習	濃度関係	環境計量士の国家試験に合格した者であって、施行規則第51条（登録条件）の条件を満たさない者。登録しようとする区分に係る環境計量証明事業者等に属し、かつ、計量に関する実務に1年以上従事している方については、その実務経験が認められれば環境計量士として登録することが出来るので本講習を受講することは不要	H18. 4. 11～4. 14	各4日間	つくば	18	
			H18. 4. 18～4. 21			15	
			H18. 7. 11～7. 14			30	
			H18. 7. 18～7. 21			30	
			H18. 7. 25～7. 28			30	
			H18. 8. 1～8. 4			30	
			H18. 8. 22～8. 25			27	
			H18. 8. 29～9. 1			29	
			H18. 9. 12～9. 15			26	
			H18. 9. 26～9. 29			25	
	H18. 10. 10～10. 13		21				
	H18. 10. 24～10. 27		14				
	H18. 12. 5～12. 8		22				
	騒音・振動関係		H18. 9. 4～9. 8	1週間	つくば	28	
			H18. 10. 2～10. 6			27	
H18. 10. 16～10. 20		25					
H18. 11. 6～11. 10		16					
JICA 集団研修	『アジア太平洋法定計量システム』コース	発展途上国の計量関係公務員	H18. 6. 15～9. 8 *日数は産総研が担当の受入日数	17日	つくば	5	
合計（人）						696	

Ⅲ. 資 料

Ⅲ. 資 料

従来の工業技術院年報では大部分を占めていた研究発表、特許登録などのデータは、産業技術総合研究所年報からは、単に研究ユニット別の発表数等を記載している。これらのデータは、産業技術総合研究所公式ホームページ (<http://www.aist.go.jp/>) からデータベースの形で提供されている。検索等が自由に行えるため、是非、公式ホームページにアクセスしていただきたい。

資料

1. 研究発表

ユニット名 (合計)	誌上	口頭	著書	地球	計量	ソフト	DB	イベント	プレス	合計
理事(2)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
監事(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
企画本部(63)	30	31	2	0	0	0	0	0	0	63
業務推進本部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
評価部(13)	2	10	1	0	0	0	0	0	0	13
環境安全管理部(4)	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4
広報部(100)	7	11	15	1	0	0	11	55	0	100
法務室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
情報公開・個人情報保護推進室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
男女共同参画室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
次期情報システム研究開発推進室(1)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
イノベーション推進室(10)	1	8	1	0	0	0	0	0	0	10
監査室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
深部地質環境研究センター(176)	56	107	5	4	0	0	0	4	0	176
活断層研究センター(285)	56	157	28	15	0	0	0	28	1	285
化学物質リスク管理研究センター(205)	77	111	13	0	0	1	0	2	1	205
ライフサイクルアセスメント研究センター(288)	123	155	9	0	0	0	0	1	0	288
パワーエレクトロニクス研究センター(132)	51	76	1	0	0	0	0	2	2	132
生命情報科学研究センター(167)	75	74	6	0	0	3	0	6	3	167
生物情報解析研究センター(266)	77	172	9	0	0	0	0	4	4	266
ヒューマンストレスシグナル研究センター(140)	48	84	5	0	0	0	0	3	0	140
強相関電子技術研究センター(205)	71	130	2	0	0	0	0	1	1	205
次世代半導体研究センター(189)	79	96	7	0	0	0	0	5	2	189
ものづくり先端技術研究センター(8)	4	4	0	0	0	0	0	0	0	8
デジタルものづくり研究センター(104)	26	63	5	0	2	0	0	8	0	104
界面ナノアーキテクトニクス研究センター(281)	69	192	8	0	0	0	0	11	1	281
グリッド研究センター(138)	55	75	6	0	1	0	0	0	1	138
爆発安全研究センター(152)	46	101	3	0	0	0	2	6	0	152
糖鎖工学研究センター(59)	27	30	1	0	0	0	0	0	1	59
糖鎖医工学研究センター(99)	41	58	0	0	0	0	0	0	0	99
年齢軸生命工学研究センター(64)	22	41	0	0	0	0	0	1	0	64
デジタルヒューマン研究センター(225)	86	128	6	0	0	0	0	5	0	225
近接場光応用工学研究センター(105)	32	67	2	0	0	0	0	3	4	105
ダイヤモンド研究センター(143)	59	77	6	0	0	0	0	1	0	143
バイオニクス研究センター(144)	29	108	1	0	0	0	0	5	1	144
水素材料先端科学研究センター(35)	10	23	2	0	0	0	0	0	0	35
太陽光発電研究センター(226)	93	115	14	0	0	0	0	3	1	226
システム検証研究センター(84)	31	52	1	0	0	0	0	0	0	84
ナノカーボン研究センター(113)	28	75	0	0	0	0	0	5	5	113
健康工学研究センター(151)	52	91	3	0	0	0	0	4	1	151
情報セキュリティ研究センター(250)	114	126	9	0	0	0	0	1	0	250
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター(19)	7	11	0	0	0	0	0	0	1	19
コンパクト化学プロセス研究センター(228)	97	127	1	0	0	0	0	2	1	228
バイオマス研究センター(252)	74	168	8	0	0	0	0	2	0	252
計測標準研究部門(1184)	316	621	28	0	204	2	0	13	0	1,184
地図資源環境研究部門(554)	175	291	57	3	2	2	0	23	1	554
知能システム研究部門(425)	149	258	9	0	0	0	0	7	2	425
エレクトロニクス研究部門(545)	205	310	16	0	0	0	0	11	3	545
光技術研究部門(720)	259	421	26	0	0	0	0	11	3	720
人間福祉医工学研究部門(787)	338	413	16	0	0	1	1	18	0	787
脳神経情報研究部門(286)	125	154	4	0	0	0	1	2	0	286
ナノテクノロジー研究部門(960)	277	623	43	0	0	0	0	10	7	960
計算科学研究部門(255)	71	177	5	0	0	1	0	1	0	255
生物機能工学研究部門(486)	127	326	17	0	0	0	10	4	2	486
計測フロンティア研究部門(466)	158	291	10	0	1	0	0	3	3	466
ユビキタスエネルギー研究部門(429)	109	294	22	0	0	1	0	2	1	429
セルエンジニアリング研究部門(390)	119	257	12	0	0	0	0	1	1	390
ゲノムファクトリー研究部門(190)	52	127	5	0	0	0	0	5	1	190
先進製造プロセス研究部門(1398)	484	819	47	0	11	0	0	26	11	1,398
サステナブルマテリアル研究部門(598)	244	311	11	0	1	0	0	28	3	598
地質情報研究部門(1229)	294	693	97	68	0	0	9	67	1	1,229
環境管理技術研究部門(723)	208	452	47	0	1	0	0	14	1	723
環境化学技術研究部門(619)	177	402	22	0	4	0	0	11	3	619
エネルギー技術研究部門(1170)	437	681	37	0	0	1	0	12	2	1,170
情報技術研究部門(428)	186	218	7	0	0	0	0	16	1	428
実環境計測・診断研究ラボ(192)	63	108	3	0	0	0	0	18	0	192
メタンハイドレート研究ラボ(76)	30	44	0	0	0	0	0	2	0	76
シグナル分子研究ラボ(51)	6	41	3	0	0	0	0	1	0	51
超高速光信号処理デバイス研究ラボ(56)	22	31	3	0	0	0	0	0	0	56
ジーンファンクション研究センター(6)	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6

産業技術総合研究所

ユニット名 (合計)	誌上	口頭	著書	地球	計量	ソフト	DB	イベント	プレス	合計
バイオセラピューティック研究ラボ(11)	3	8	0	0	0	0	0	0	0	11
創薬シーズ探索研究ラボ(23)	6	17	0	0	0	0	0	0	0	23
器官発生工学研究ラボ(5)	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5
フェロー(8)	2	6	0	0	0	0	0	0	0	8
名誉フェロー(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究コーディネータ(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
情報化統括責任者(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
産業技術アーキテクト(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
顧問(1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
先端情報計算センター(1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
特許生物寄託センター(12)	5	6	1	0	0	0	0	0	0	12
ベンチャー開発戦略研究センター(12)	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
地質調査情報センター(36)	16	11	1	1	0	0	1	6	0	36
計量標準管理センター(25)	2	0	7	0	15	0	0	1	0	25
技術情報部門(59)	14	40	5	0	0	0	0	0	0	59
産学官連携推進部門(127)	35	79	5	0	0	0	0	7	1	127
知的財産部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
国際部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
業務推進部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究業務推進部門(5)	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5
能力開発部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
財務会計部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究環境整備部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東京本部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北海道センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東北センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
つくばセンター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
臨海副都心センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中部センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
関西センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中国センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
四国センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
九州センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
集計結果	6,481	11,505	749	92	242	12	35	483	75	19,674

資料

2. 兼 業

平成18年度兼業一覧

所属\依頼先	大学	官公庁	公益法人	民間	その他	計
深部地質環境研究センター	3	0	4	0	0	7
活断層研究センター	1	1	3	1	0	6
化学物質リスク管理研究センター	1	10	11	11	0	33
ライフサイクルアセスメント研究センター	5	1	9	1	0	16
パワーエレクトロニクス研究センター	1	1	2	0(1)	0	4(1)
生命情報科学研究センター	14	6	7	4	0	31
生物情報解析研究センター	14	2	10	2	0	28
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2	1	2	0(1)	0	5(1)
強相関電子技術研究センター	1	1	0	0	0	2
次世代半導体研究センター	2	0	4	1	0	7
ものづくり先端技術研究センター	0	0	0	0	0	0
デジタルものづくり研究センター	0	2	7	0	0	9
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	4	1	1	0	0	6
グリッド研究センター	0	5	0	4(1)	0	9(1)
爆発安全研究センター	7	1	5	1	0	14
糖鎖工学研究センター	0	0	3	0(1)	0	3(1)
年齢軸生命工学研究センター	5	3	1	0	0	9
デジタルヒューマン研究センター	6	0	4	0(3)	0	10(3)
近接場光応用工学研究センター	0	0	1	1(2)	0	2(2)
ダイヤモンド研究センター	2	0	0	1	0	3
バイオニクス研究センター	1	0	1	0	0	2
水素材料先端科学研究センター	0	0	1	0	0	1
太陽光発電研究センター	0	0	1	0	0	1
システム検証研究センター	1	1	0	2(2)	0	4(2)
ナノカーボン研究センター	0	0	3	0	0	3
健康工学研究センター	1	0	3	0	0	4
情報セキュリティ研究センター	0	0	4	3	0	7
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	1	0	1	0	0	2
コンパクト化学プロセス研究センター	3	0	3	1	0	7
バイオマス研究センター	1	1	2	0	0	4
計測標準研究部門	15	2	8	1(2)	0	26(2)
地圏資源環境研究部門	2	8	7	4	0	21
知能システム研究部門	16	5	5	6(4)	0	32(4)
エレクトロニクス研究部門	5	3	6	4(6)	0	18(6)
光技術研究部門	5	2	8	1(2)	0	16(2)
人間福祉医工学研究部門	20	4	7	2(3)	0	33(3)
脳神経情報研究部門	11	4	5	2	0	22
ナノテクノロジー研究部門	7	5	14	4(3)	0	30(3)
計算科学研究部門	4	0	1	2	0	7
生物機能工学研究部門	9	15	12	3(4)	0	39(4)
計測フロンティア研究部門	4	1	10	0	0	15
ユビキタスエネルギー研究部門	3	1	16	4	0	24
セルエン지니어リング研究部門	6	11	16	10(2)	0	43(2)
ゲノムファクトリー研究部門	2	2	2	2(2)	0	8(2)
先進製造プロセス研究部門	12	12	17	5(2)	0	46(2)
サステナブルマテリアル研究部門	13	5	7	0(2)	0	25(2)
地質情報研究部門	10	3	6	2(1)	0	21(1)
環境管理技術研究部門	9	15	27	7(1)	0	58(1)
環境化学技術研究部門	8	9	18	5	0	40
エネルギー技術研究部門	11	17	46	8(2)	0	82(2)
情報技術研究部門	11	6	16	11(7)	0	44(7)
実環境計測・診断研究ラボ	0	1	1	2(1)	0	4(1)
メタンハイドレート研究ラボ	0	0	2	0	0	2
シグナル分子研究ラボ	3	0	3	0(1)	0	6(1)
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	2	0	0	0	0	2
ジーンファンクション研究センター	2	0	1	0(1)	0	3(1)
バイオセラピューティック研究ラボ	0	0	1	0	0	1
創薬シーズ探索研究ラボ	0	0	1	0	0	1
フェロー	0	2	0	1	0	3
研究関連・管理部門・その他	22	58	51	2(2)	0	133(2)
合 計	288	228	407	121(59)	0	1044(59)

() 内は役員兼業の数を示している。

3. 中期目標

独立行政法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）は、旧工業技術院に置かれていた15の国立研究機関及び旧通商産業省に置かれていた計量教習所を統合し、平成13年4月に公務員型の独立行政法人として発足した。その目的は、鉱工業の科学技術に関する研究及び開発等の業務を総合的に行うことにより、産業技術の向上及びその成果の普及を図り、もって経済及び産業の発展並びに鉱物資源及びエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保に資することである。発足して以降これまでの間、産総研では統合と独立行政法人化したことによるメリットを活かし、研究所内の資源配分及び組織構成を研究所全体として最適化することによって、この目的の達成に努めてきた。

現下の技術を巡る状況を俯瞰すれば、我が国の経済と産業のより一層の発展を図る上では従来にはない価値を新たに生み出していくことが不可欠であり、そこにおいて技術の果たす役割がこれまで以上に増大していくことは言をまたない状況にある。中長期的にも、人類社会の持続的な発展を維持していく上で技術に対する期待は非常に大きなものとなっている。こうした期待に対応し、内外を問わず研究開発における競争は活発化するとともに、産業界、学界を問わず研究開発活動はグローバル化し、また、融合化していくものと考えている。

このような状況において、産総研に課せられた目的と、その目的を達成するために現に産総研が行っている業務の重要性は、従前にも増して高まっている。こうした認識の下、第2期中期目標期間の開始に向け、産総研に期待される役割を的確に果たしていくためには、産総研が多様な人材それぞれが持てる能力を最大限発揮し得るような研究環境を実現し、研究所全体として研究能力を高めていくとともに、目的達成に効果的に資する研究分野への研究の重点化を図っていくことが必要である。同時に、いかに研究成果をあげ、それを普及させるかという観点から、企業、大学といった性格の異なる組織との間で有効な連携を進めていくことも強く求められる。

こうした基本認識を踏まえ、産総研の目的達成能力を一層高めていく上で、組織形態という観点からは、産総研は、制度的自由度がより高い非公務員型の独立行政法人に移行することが適切と考える。このため、移行に必要な法律措置を講じたところであり、産総研は平成17年4月1日、第2期中期目標期間の開始とともに非公務員型の独立行政法人へ移行する。第2期中期目標期間における産総研では、非公務員型の独立行政法人として持ち得る能力を最大限発揮し、研究開発の実施にとどまらず、人材の育成、研究成果の移転、技術情報の発信といった産総研の行うあらゆる活動を通じ、我が国におけるイノベーションの実現に多大な貢献を果たすことを期待する。

I. 中期目標の期間

産総研の平成17年度から始まる第2期における中期目標の期間は、5年（平成17年4月～平成22年3月）とする。

II. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

第2期中期目標期間において産総研は、知識の発見、現象の解明を目指す基礎的な研究を主として大学が、また、技術を製品として具現化する開発的な研究を民間企業が担う中において、基礎的な研究の成果である個々の知識体系を融合し、社会・経済ニーズへの適合を図る、いわば基礎的な研究と開発的な研究との間をつなぐ研究を中核に据えつつ、基礎的な研究及び開発的な研究を非公務員型移行のメリットを最大限活かして大学及び産業界と連携を図ることにより、各フェーズの連続的な研究の実施を目指す。こうした研究の実施により、新産業の創出等我が国の産業構造の変革と、これによる我が国及び世界の持続可能な発展に貢献する。また、経済産業省所管の独立行政法人として、産業技術政策をはじめとする経済産業政策に貢献するとともに、我が国の技術革新システムにおいて技術開発のプラットフォーム機能を発揮し、また、産業界に直接働きかけ得る主体的な組織としての役割を果たすことにより、産総研は、公的研究機関の改革における先導的モデルとなることを目指す。

1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

(1) 戦略的な研究開発の推進

（戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化）

新産業の創出や地域経済の活性化などの産総研に対するニーズを的確に把握し、これを踏まえて研究課題を戦略的に企画した上で、これに沿った研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。また、地域センターにおいては、地域の技術特性を踏まえた研究からの世界最先端の研究成果の創出を目指すとの観点から、研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。

（技術情報の収集・分析と発信）

国内外の科学技術の動向に関し、産総研独自の分析能力を高めることにより、技術情報の蓄積や知識の集積を行い、これを産総研における研究開発の実施に有効に活用するとともに、広く社会に発信する。

（研究組織の機動的な見直し）

社会や産業界及び地域のニーズに対応した研究成果の効率的な創出のため、研究ポテンシャル、人材、施設などの研究資源を有効に活用し得るよう、研究組織を、具体的な研究分野、研究テーマの消長、取捨選択に合わせ、また、定期的実施している評価の結果も踏まえ、再編・改廃も含めて機動的に見直す。

（国際競争力強化のための国際連携の推進）

国際競争力のある研究成果の創出と人材の養成を目

的に、世界の有力研究機関や研究者との人材交流、共同研究などの研究交流を実施する。

(研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用)

研究ユニットの評価に際しては、従来のアウトプットを中心とした評価に加え、費用対効果や実現されたアウトカムといった新たな視点も踏まえた評価制度の見直しを図り、その評価結果を研究ユニットの見直しや研究資源の配分に有効に反映させる。また、個人評価については、個々人の業務内容に応じた評価軸を設定するとともに、その結果を適切に処遇に反映し得るよう人事・給与制度を見直す。

(2) 経済産業政策への貢献

(産業技術政策への貢献)

産総研が持つ知見を活かして我が国の研究開発プロジェクトを効率的かつ効果的に推進するなど、産業技術政策の立案、実施に積極的に貢献するため、経済産業省が実施する技術戦略マップの策定や技術開発プロジェクトへの中核的研究機関としての参画及びプロジェクト実施に際しての産総研が有する研究インフラの提供などを行う。また、産業技術の発展に貢献する高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材の育成を行う。

(中小企業への成果の移転)

産業の現場を支える中小企業の技術力の向上を図るため、共同研究や受託研究の実施、技術情報の提供及び地域公設研との連携、協力などを通じ、研究開発に取り組む中小企業への成果の移転を積極的に行う。

(地域の中核研究拠点としての貢献)

産総研の研究成果等を活かして地域経済産業をより一層発展させるため、地域における研究ニーズの収集やこれに応じた研究成果の移転などの地域連携機能を強化するとともに、地域の技術特性を踏まえた産業クラスター計画への参画等を通じ、地域社会における産業技術研究を推進する中核研究拠点としての役割を果たす。

(工業標準化への取り組み)

社会からの要請の高い各種の工業標準等の確立に向け、第2期中期目標期間中には、国際提案も含めた40以上の標準化の素案を作成するなど積極的な貢献を行う。

(3) 成果の社会への発信と普及

(研究成果の提供)

知的財産権の実施許諾、共同研究や技術研修の実施、外部研究員の受け入れ、産総研研究員の外部派遣などの多様な方法を組み合わせることにより、産総研の創出した研究成果の社会への最大限の普及を目指す。また、論文などの学術的な成果についても、研究活動の遂行により得られた科学的、技術的な知見などを広く社会に公表することによって産業界、学界での科学技

術に関する活動に貢献するとの観点から、積極的に発信する。

(研究成果の適正な管理)

産総研の研究活動や外部機関との共同研究等によって得られた産総研の研究成果については、産総研の重要な経営財産であるとの認識の下、人材の交流や産学官の連携等を円滑に推進するとの観点から、これを適正に管理する。

(広報機能の強化)

産総研の活動や研究成果等が専門家だけでなく広く一般の国民にも理解されるよう、分かりやすい広報の実現を図る。また、国際展開を含めた広報活動関連施策を見直すことにより、海外における産総研の認知度の向上を目指す。

(知的財産の活用促進)

知的財産権の適切な確保と、確保した知的財産権の有効活用により、産総研の成果の社会への移転を推進するため、産総研の知的財産権関連施策を見直す。

(4) 非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進

(産業界との連携)

質の高い産業技術シーズの創出と、その社会への迅速かつ確実な移転を図るために、非公務員型への移行のメリットを最大限活かし、産業界との多様な形態の連携を積極的に推進する。

(学界との連携)

多様で優れた研究成果の創出と世界に通用する研究人材の育成を目的に、基礎研究分野に相対的な強みを有し研究体制も産総研とは大きく異なる大学等との連携を強力に推進する。

(人材の交流と育成)

非公務員型への移行により構築が可能となる柔軟な人事制度を活用し、職員の能力向上と技術革新を担う人材の育成を目的に、産業界や学界等との人材交流を積極的に行う。また、その一環として、産業界からの出向受入れと産総研から産業界への出向を新たに開始する。

(弾力的な兼業制度の構築)

産総研の研究成果の外部への移転を円滑に行うため、非公務員型への移行のメリットを最大限活かした柔軟な兼業制度を構築する。

2. 研究開発の計画

(鉱工業の科学技術)

【別表1】

(地質の調査)

【別表2】

(計量の標準)

【別表3】

3. 情報の公開

公正で民主的な法人運営を実現し、法人に対する国

民の信頼を確保するという観点から、情報の公開及び個人情報保護に適正に対応する。

4. その他の業務

(特許生物の寄託業務)

特許生物の寄託制度の運営に関わることによる産業界への貢献を目的に、特許庁からの委託による特許生物株の寄託・分譲の業務を適切かつ円滑に遂行する。

(独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業)

独立行政法人製品評価技術基盤機構との標準化関係業務等に関する共同事業を適切に行う。

III. 業務運営の効率化に関する事項

1. 研究活動を支援する業務の高度化

(経営機能の強化)

産総研に対するニーズに沿った研究を効率的に実施し、その成果の最大限の普及を図るという産総研のパフォーマンスの一層の向上の観点から、経営機能の強化を図る。また、組織の社会的責任を果たすとの観点から、法令遵守体制を一層強化する。

(研究支援業務の効率的な推進)

研究支援業務に関し、業務フローの見直しを図るとともに、旅費、給与関連等の業務のアウトソーシングなどを通じた業務量の節減を行い、研究実施部門も含めた組織運営の一層の効率化を実現する。また、研究支援業務の実施部門に対する評価制度を業務の特性を踏まえ見直すとともに、評価結果を業務運営に反映させることにより、一層の効率化を図る。

(研究支援組織体制の最適化)

業務効率化の観点から、研究支援組織体制の不断の見直しを行い、その最適化を図る。また、産総研の全職員に対する管理部門の職員の比率を、職員配置の適正な集中と分散を通じ、特に地域センターを中心に引き続き低減させる。

(業務の電子化の推進)

業務の電子処理システムを高度化することにより、研究支援業務の効率化を進める。システムの構築に当たっては、経済産業省電子政府構築計画に基づき、業務の最適化計画を作成するとともに、情報セキュリティの強化と利用者への情報提供等の利便性の向上を図る。

(施設の効率的な整備)

安全で効率的な研究環境を提供するため、アウトソーシングなどを活用しつつ、適切に自主営繕事業を推進し、施設の効率的な整備を図る。

2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

(1) 柔軟な人事制度の確立

(優秀かつ多様な人材の確保)

非公務員型の独立行政法人への移行を踏まえ、従来の国家公務員の採用方式によらない柔軟な採用制度を構築し、国内外から優秀かつ多様な人材を確保する。

また、女性に働きやすい職場環境の提供を行い、女性職員の採用に積極的に取り組む。

(多様なキャリアパスの確立)

職員の適性と能力にあわせた多様なキャリアパスを設定し、様々な能力を有する人材の効果的な活用を図る。

(非公務員型移行を活かした人材交流の促進)

外部人材との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の向上及び研究成果の産業界への円滑な移転を目的に、産業界や学界からの人材の受け入れ及び兼業も含む産総研からの人材の派遣等の人材交流を促進する。

(2) 職員の意欲向上と能力開発

(高い専門性と見識を有する人材の育成)

各種の研修等の能力開発制度の充実を図り、求められる業務について高い専門性と見識とを有する人材の育成に努める。

(個人評価制度の効果的活用と評価の反映)

個人の業績を多様な観点から評価し、職員の勤労意欲の向上を図る。その際には、評価結果に応じて査定を受ける業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなど、給与制度に関しても職員個々の業績に応じた処遇の実現との観点から、必要な見直しを図る。

3. 環境・安全マネジメント

(安全衛生の向上)

事故及び災害の未然防止等の安全確保策を推進するとともに、併せて、職員の健康を増進することにより、快適な職場環境造りに積極的に取り組む。

(省エネルギーの推進と環境への配慮)

研究活動にともなう環境影響に配慮するとともに、環境負荷低減に向けたエネルギーの有効利用の促進に引き続き積極的に取り組む。

4. 業務運営全体での効率化

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3 %以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1 %以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針（平成17年12月24日閣議決定）に基づき、国家公務員の定員の純減目標（今後5年間で5 %以上の純減）及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行う。

IV. 財務内容の改善に関する事項

運営費交付金を充当して行う事業については、「III. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項に配慮した中期計画の予算を作成し、当該予算による運営を

行う。

また、積極的に外部資金の増加に努め、総予算に対する固定的経費の割合の縮減等の経営努力を行う。

(自己収入の増加)

外部資金等の自己収入の増加にこれまで以上に努める。

(固定的経費の割合の縮減)

大型機器の共通化、管理業務等の効率化を図ることなどにより、固定的経費の割合を縮減する。

V. その他業務運営に関する重要事項

1. 施設及び設備に関する計画

良好な研究環境を維持するため、長期的な展望に基づき、老朽化対策を含め、業務の実施に必要な施設及び設備の計画的な整備に努める。

2. 人事に関する計画

非公務員型への移行のメリットを最大限活用し、多様な人材の採用及び活用を図るために、任期付き任用制度の見直しを行う。また、管理業務に関わる支出額(人件費を含む)の総事業費に対する割合を抑制する。

【別表1】 鉱工業の科学技術

I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発

我が国が高齢化社会に進んでいく中で、国民が将来とも健康で質の高い生活を維持、向上していくための予防医療、早期診断等の医療技術がこれまで以上に求められている。これを実現するために、ポストゲノム時代におけるバイオテクノロジーを活用した新しい健康関連産業の創出のための研究開発、画像診断技術や細胞工学技術などを活用した診断・治療関連技術の研究開発及び環境負荷の低減にも資する新規生物機能の探索とそれを活用したバイオプロセス技術に関する研究開発を実施する。

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

予防医療の実現を促進するため、疾患特異的バイオマーカーの探索技術や検知技術などの早期診断や創薬に資する基盤技術の研究開発を実施する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、テーラーメイド医療への応用を目指した研究開発を実施する。

1-(1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

疾患等特定の生体反応に関与する遺伝子及びタンパク質等の生体分子の網羅的な解析によってバイオマーカーの探索と同定を行い、これらマーカー分子の検出・評価技術を基盤とする早期診断・予防医療技術に関する研究開発を実施する。

1-(2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発

薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮し

たテーラーメイド医療を実現するため、ゲノム情報の迅速な解析に基づく創薬・診断支援技術に関する研究開発を実施する。

2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

安全かつ効果的な医療の実現に向け、生体を分子レベルでイメージングする精密診断・治療技術及び組織再生や人工臓器等の機能代替技術に関する研究開発を実施する。

2-(1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

迅速で正確な検査診断システム及び低侵襲の治療システムの実現に向けた生体の分子レベルでのイメージング技術に関する研究開発及び安全かつ効果的な医療の実現に向けた手術訓練の支援システムに関する研究開発を実施する。

2-(2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

喪失した身体機能を生体組織レベルで再生、代替する再生医療技術及び長期生体適合性を有する人工臓器技術に関する研究開発を実施する。

3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

社会の高齢化が進展する中で健康で質の高い生活の実現に資するため、脳機能、認知行動特性及び身体調節系特性等を客観的に評価する技術を確立するとともに、低下した身体機能の回復及び健康増進等に関する技術の研究開発を実施する。

3-(1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発

脳損傷患者の治療効果を高めるため、脳機能の評価技術を開発するとともに評価結果に基づいた効果的な治療方法やリハビリ手法に関する研究開発を実施する。また、事故及び疾患等による機能欠損を補うための脳機能補償技術に関する研究開発を実施する。

3-(2) 身体機能の計測・評価技術の開発

運動動作や循環器機能等に関する計測及びその相互関係の総合的評価技術に関する研究開発を実施する。また、生活習慣病の予防に向け、動作調節系及び循環調節系の機能改善の支援に関する研究開発を実施する。

3-(3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

個々の人間特性に適合した安全・安心な生活環境の実現に向け、認知行動特性の計測技術及びその特性の解明技術を開発する。また、日常生活での安全確保等の支援技術の研究開発を実施する。

4. 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

新規有用生物や遺伝子資源の効率的探索及び生物機能を活用した有用物質の生産に関する技術の研究開発を実施する。

4-(1) 新規な遺伝子資源の探索

バイオプロセスの高度化や新規高付加価値製品の開

発に利用可能な微生物及び遺伝子の効率的な探索技術の研究開発を実施する。

4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

バイオプロセスにより、有用物質を低コスト、高効率かつ高純度で生産するための技術の研究開発を実施する。

4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

遺伝子組換え植物を用い、生理活性物質等を効率的に生産する技術の研究開発を実施する。

4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

生理活性をもつ天然物を探索し、その構造と機能の解析を行うことにより、これら天然物を機能性食品に利用する技術の研究開発を実施する。

5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

新しい医療機器の開発に関する技術評価ガイドライン策定に貢献し、優れた医療機器の開発と実用化を促進するとともに、福祉に関連した製品の規格体系を整備する。また、我が国のバイオ産業の競争力強化を図るため、技術融合によるバイオテクノロジー関連計測技術に関する研究開発を実施するとともにその標準化を進める。

5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

医療機器の技術評価ガイドライン作成に資するため、機器の評価に関する基盤研究を実施する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の国際及び国内規格制定に向けて、感覚・動作運動・認知分野を中心とした関連規格を体系的に整備する。

5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析機器を開発する。また、これを用いて細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測し解析する技術に関する研究開発を実施する。

5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

DNA、タンパク質及び酵素等のバイオテクノロジーの共通基盤となる生体分子の計測技術に関する研究開発を実施し、その国際標準化を目指す。

5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

遺伝子組換え生物が環境に与える影響を評価するため、環境中の特定の微生物や遺伝子を対象とした高精度・高感度モニタリング技術の研究開発を実施する。また、生活環境中の有害物質の評価及び管理技術の研究開発を実施する。

II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

情報サービスや情報機器の高度化による情報化社会への進展の中で、産業活動や社会生活における情報サービス提供の利便性向上、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる社会の実現が求められている。このため、知的資源のネットワーク化と情報の質や価値を高めるための大容量データサービス技術の研究、ロボットと情報家電を始めとする生活創造型サービス創出に向けた研究及び情報のセキュリティ、信頼性、生産性を向上させる情報通信の基盤技術に関する研究開発を実施する。また、新たな情報産業の創出に向けた技術の研究開発を実施する。

1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

人間の知的活動の飛躍的な高度化を目指し、多様なユーザ毎に必要な情報を抽出する技術やネットワークを介した地球規模での知識の蓄積及び高度利用技術の研究開発を実施する。さらに、人間及び社会から得られる情報をデジタル化して有効利用する技術の研究開発を実施する。

1-(1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

加速度的に増大する情報の中から必要な情報を効率よく得るために、あらゆるデータをその意味内容に基づいて構造化して取り扱うための技術及びそれを利用して知的活動を支援する技術の研究開発を実施する。

1-(2) グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発

地球規模で蓄積された知識の自由で容易な利用を可能とするため、多くの情報システム上で動作する情報処理ソフトウェアを効率的に作成するとともに、その動作安定性を向上させる情報技術の研究開発を実施する。

1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発

人間の身体機能及び行動等に関する情報ははじめとして、社会・生活環境から得られる大規模な情報をデジタル情報として蓄積し、それに基づいた分析・予測によって、個人から社会全体までを対象とした行動の意志決定支援などを実現する情報処理技術の研究開発を実施する。

2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

誰もが IT を活用した創造的な生活の実現を目指し、ロボットや情報家電が人間の生活空間にとけ込み、使っていることを意識させない自然なインターフェースを通じて、個々の生活状況に応じた支援サービスを創出するための研究開発を実施する。

2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

人間と共存・協調して人間の活動を支援するロボッ

トの実現を目指し、それに必要となる要素技術として、移動や作業機能だけでなく、案内、運搬、見守り、補助等の機能の実施に際しての安全性の確保及びシステム全体の統合的動作に関する技術の研究開発を実施する。

2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクションを実現するインターフェース技術の開発

多様で高機能な情報家電の実現を目指し、ユビキタス情報ネットワークと人や環境との接点となるディスプレイ及びセンサ等の入出力デバイスの性能向上に関する技術の研究開発を実施する。また、誰もが情報家電を容易に使いこなすためのユーザインターフェース技術の研究開発を実施する。

2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの長時間使用及び多機能化を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超高集積・超高速・超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。

3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

社会のライフラインである情報通信ネットワークの信頼性を確立するため、情報セキュリティ技術、ソフトウェア検証技術及び大容量情報の高速通信・蓄積技術に関する研究開発を実施する。

3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

不正行為にも安全に対処でき、誰もが安心して利便性を享受できる IT 社会を実現するために、情報漏洩対策やプライバシー保護などを目的とした暗号、認証、アクセス制御などの情報セキュリティ技術及びそこで用いられる運用技術の研究開発を実施する。

3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

情報処理システムソフトウェアの不具合を効率的に検出するなど、利用者が安心して安全に使用できる信頼性の高いソフトウェアの開発生産性を向上させる技術の研究開発を実施する。

3-(3) 大容量情報の高速通信・蓄積技術の開発

通信ネットワーク上の情報量の高速大容量化に向けて、光デバイス技術や光信号処理技術などの高速通信技術と、大容量光ディスク技術に関する研究開発を実施する。

3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

自然災害の予測及び災害被害の軽減を目的に、多様な地球観測データを統合するとともに、大規模シミュレーションを行うための情報処理支援システム技術の研究開発を実施する。

4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

次世代の情報産業創出の核となる技術を生み出すために、従来とは異なる動作原理に基づく情報処理デバイス技術及びバイオ分野への IT の新たな応用技術などに関する研究開発を実施する。

4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

コンピュータ性能を革新するための新機能材料等を利用した電子・光デバイス技術及び光情報処理によるバイオ・医用計測技術の研究開発を実施する。

4-(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

超伝導現象を利用することにより、高精度かつ低雑音を実現する電子計測技術の研究開発を実施する。

III. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発

地球温暖化防止等の国際的な環境意識の高まりの中で、我が国の産業競争力の源泉であるものづくり産業の競争力を環境と調和させながら強化していくことが求められている。これを実現するため、我が国の産業競争力の中核である製造分野の強化を図るためのナノテクノロジーによる先端ものづくり産業の創出につながる研究、情報通信、環境、医療等の産業に革新的な進歩をもたらすナノテクノロジーの基盤技術研究及び環境負荷低減化のための機能性材料に関する研究開発を実施する。

1. 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

省資源・省エネルギー型ものづくり産業の創出を目指し、電子機器の高密度基板実装、高集積化学センサ等、高機能・高付加価値を最小限の原料とエネルギーの投入で実現する革新的なものづくり技術の研究開発を実施する。

1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

材料資源をリサイクルも含め有効利用することにより原材料の投入と廃棄物の発生を最小限に抑え、また、多品種少量生産及び製品機能の仕様変更への容易な対応が可能な製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

従来と比較して著しい低温若しくは小型装置により製造・加工を行うことで実現される省エネルギー型製造プロセス技術の研究開発を実施する。

2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づくナノスケールデバイスの製造技術及びナノシミュレーション技術等に関する研究開発を実施する。

2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

ナノスケールの特異な物性を利用して機能的ナノ構

造を作り出すための理論的基盤を構築するとともに、自己組織的な構造形成及び機能発現の制御により飛躍的な省エネルギー・省資源を実現するナノ材料、ナノデバイス及びナノ製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

ナノチューブ、有機半導体分子等の機能性ナノ材料を微小部品として利用するため、ナノ材料の作製・操作技術の研究開発を実施する。また、分子デバイス、磁性半導体デバイス等のナノ構造デバイスを実現するために必要な超微細加工技術の研究開発を実施する。

2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

スイッチング及び発光等の機能の飛躍的向上が期待される新材料の作製及びそのデバイス化技術の研究開発を実施する。

2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論及びナノスケールデバイスの設計・作製を支援する統合的なナノデバイスシミュレーション技術の研究開発を実施する。

3. 機能部材の開発による輸送機器及び住環境から発生するCO₂の削減

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。

3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

エンジン等への使用を可能とする耐熱性に優れた軽量合金の鋳鍛造部材に関する研究開発を実施する。

3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

自動車等の輸送機器の軽量化に向け、軽量合金を大型構造部材として実用化するために必要となる冷間塑性加工による薄板材製造技術及び低コストな素形材生産技術の研究開発を実施する。

3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

居住者の快適性を確保しつつ省エネルギー化を実現するために、窓、壁及び屋根等の高断熱及び調湿等の機能を持つ建築部材並びにそれらの低コスト化技術の研究開発を実施する。

4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

国内のものづくり産業の国際競争力強化を支援するため、ナノテクノロジー・材料・製造に関する技術の

研究開発力の強化に必要な共通技術基盤としてのインフラを整備する。

4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

先端技術のものづくり産業への円滑な導入を図るため、共通に必要な機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価のための技術を開発する。また、産業界及び大学の利用が可能となる加工技術等のデータベース等の整備と運用を行う。ほか、ナノテクノロジーの社会的意義と技術に内在するリスクに関し調査・研究を行う。

4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

産業界及び大学の外部研究者及び技術者の利用が可能な最先端微細加工用の共同利用施設を整備する。

5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価の基盤技術を医療等へ応用展開するため、横断的研究を推進する。

5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

ナノ材料の化学特性を利用したドラッグデリバリシステム等ナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合技術の研究開発を実施する。

IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来とも実現していくため、産業活動や社会生活の環境への負荷を低減するとともに、これらの活動や生活の源になるエネルギーの需要や供給をCO₂の排出量を削減しながら安定的かつ効率的なものとしていくことが求められている。このため、我が国における産業活動に伴い発生する環境負荷の低減を目的として、環境評価・保全技術、環境に調和した国土の有効利用及び化学産業の環境負荷低減技術に関する研究開発を実施する。また、CO₂排出量の削減及びエネルギーの安定供給確保を目的として、再生可能エネルギー、燃料電池等の分散エネルギー源とそのネットワーク化技術及び産業・運輸・民生部門の省エネルギー技術に関する研究開発を実施する。

1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

種々の環境変化に対応した環境対策の最適解の提案を目指し、環境計測、リスク評価、環境負荷評価及び環境浄化・修復・保全に関する技術の統合的な研究開発を実施する。

1-(1) 化学物質の最適なリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発

社会、行政及び産業のニーズに対応し、30種類以上

の化学物質に関する詳細なリスク評価を実施する。また、代替物質や新技術による生産物等の評価手法及び複雑なリスクの相互依存関係に対応できる多面的なリスク評価手法に関する研究開発を実施する。

1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響を統合的に評価するライフサイクルアセスメント技術に関する研究開発を実施するとともに、その結果の普及と利用を推進する。

1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

環境汚染を早期に発見し、汚染の拡大を防止するとともに、環境浄化・修復の効果を評価するため、環境負荷物質の極微量検出を可能とする計測技術の研究開発を実施する。また、CO₂等の産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策技術の評価に関する研究開発を実施する。

1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

汚染された大気・水・土壌の浄化、修復及び保全を目指し、揮発性有機化合物（VOC）、難分解性化学物質及び重金属等の汚染物質の処理技術に関する研究開発を実施する。また、廃棄物の集中する都市域における最終処分量の削減と資源循環の適正化に有効なリサイクル技術に関する研究開発を実施する。

2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

自然と経済活動の共生を目指した地下深部の利用に向け、地圏における水の循環システムを解明するとともに、低環境負荷資源開発、土壤汚染リスクの評価と修復、地層処分及びCO₂地中固定に関する研究開発を実施する。

2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

地球環境に配慮した地下深部の利用を実現するため、地圏内部に含まれる流体の挙動に関するモニタリング及びシミュレーション等の技術の研究開発を実施する。また、低環境負荷資源開発に関する研究開発、土壤汚染リスクの評価及び地層処分に関する環境評価を実施する。

2-(2) CO₂地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

大気中のCO₂濃度を削減することを目的として、地中の帯水層にCO₂を固定するCO₂地中貯留システムの実現に向け、CO₂の挙動に関するモニタリング技術及び帯水層のCO₂貯留可能ポテンシャル評価に関する研究開発を実施する。

2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発

都市沿岸域において海水流動や水質・底質の調査を行い、産業活動や人間生活に起因する環境負荷物質の評価技術の高度化を図る。

3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出

化学製造プロセスにおける環境負荷の低減を目指し、バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の研究開発を実施する。また、副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術、気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

バイオマスの化学製品原料としての長期的な利用の拡大を目指し、高性能かつ高機能なバイオマスベース化学製品の製造技術及び低品位バイオ生産物からの基礎化学品の生産プロセス技術に関する研究開発を実施する。

3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

高付加価値ファインケミカルズ製造のための高選択性反応技術の研究開発を実施する。また、製造時における環境負荷が大きい高機能化学製品の製造プロセスにおいて、廃棄物の発生を極小化することにより環境負荷を低減する技術に関した研究開発を実施する。

3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

燃料電池の燃料として需要拡大が見込める水素等を、省エネルギーかつ安価に供給するプロセスを実現するため、水素や酸素等の高性能な気体分離膜及びその利用システムに関する研究開発を実施する。

4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上

CO₂の削減とエネルギー自給率の向上を可能とする電力の低コストかつ安定的な供給の実現を目指し、太陽エネルギー、水素エネルギー及び燃料電池等の分散型エネルギー源並びに分散型エネルギーネットワークの運用技術に関する研究開発を実施する。

4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術及びモバイル機器等への応用可能な可搬型エネルギー源技術に関する研究開発を実施する。

4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

小型高性能燃料電池の普及促進に向け、固体高分子形燃料電池の信頼性向上、電解質・電極触媒の革新的性能向上及び低価格化のための技術に関する研究開発を実施する。また、固体酸化物形燃料電池に関し、性能評価技術及び規格・標準化技術の研究開発を実施する。

4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発 再生可能エネルギーである太陽エネルギーの大量導

入を促進するために、薄膜シリコン系多接合太陽電池の開発など、太陽光発電の高効率化・低コスト化技術に関する研究開発を実施する。

4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

水素エネルギーの利用に際しての安全性の確保を図るため、その製造、貯蔵及び輸送技術の研究開発を実施する。また、炭化水素系資源から水素、メタン及び新合成燃料等のクリーン燃料を製造し、利用する技術の研究開発を実施する。

5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

バイオマスの利用により地球温暖化防止へ貢献するため、木質系バイオマスからの液体燃料製造技術及び最適なバイオマス利用に向けての評価技術に関する研究開発を実施する。

5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

大気中の CO_2 濃度を低レベルで安定化させるために、特に CO_2 固定効果の大きな木質系バイオマスを原料として、運輸用液体燃料などを高効率・低環境負荷で製造するエネルギー転換技術に関する研究開発を実施する。

5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

アジアに大量に賦存するバイオマス資源の利用を推進し、その市場への導入を図るため、経済価値の高い素材から経済価値の低いエネルギーに至るまでバイオマスの総合的な利用を推進する技術の研究開発を実施する。

6. 省エネルギー技術開発による CO_2 排出の抑制

CO_2 の排出抑制のため、省電力型パワーデバイスの開発及び分散型エネルギーネットワークの構築など、エネルギー供給における省エネルギー化を実現する技術の研究開発を実施する。また、エネルギー消費の大きい化学産業におけるエネルギー消費の低減をはじめ、輸送機器の軽量化及び情報通信機器の省電力化など、製品の製造及び利用の両面において省エネルギー化を実現する研究開発を実施する。

6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

民生及び運輸部門の省エネルギー化を目指し、材料・デバイス技術の統合によるパワーデバイスの高パワー密度化、低コスト化及び汎用化のための基盤技術を確立し、エネルギー損失を大幅に低減するパワーデバイスの研究開発を実施する。

6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

化学プロセスの省エネルギー化を実現するための熱交換技術、蒸留技術及び反応技術の研究開発を実施する。また、環境浄化及びリサイクルの実施に際しての投入エネルギーの低減を図るため、省エネルギー型の

水処理技術及び金属再生技術に関する研究開発を実施する。

6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術に関する研究開発を実施する。(IV. 4-(1)を一部再掲)

6-(4) 輸送機器及び住居から発生する CO_2 の削減のための機能部材の開発

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。(III. 3を再掲)

6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載され CPU 及び入出力デバイスの長時間使用を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。(II. 2-(3)を一部再掲)

V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発

計測技術は、観測、実験及び生産等全ての科学研究や産業活動の発展の基盤をなすものであり、様々な分野における共通の基盤技術として広く利用されている。広範囲にわたる産業活動を横断的・共通的に支援し、産業技術の信頼性を向上させるため、計測評価技術の研究開発を実施するとともにデータベースの構築や試験評価方法の標準化を推進する。

1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

広範な先端技術分野において新たな知見を獲得するためのツールとなる計測評価技術を開発するとともに、それらの標準化に貢献する。また、新技術や新製品の国内外市場の開拓を促進するため、製品の機能及び特性等を評価する技術を開発する。

1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

新たな産業技術の発展を促進するため、光・量子ビーム源の開発及び高感度検出技術の開発など先端的な計測・分析機器に関する研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。

1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

材料・部材及び構造物における損傷及び劣化現象等の安全性及び信頼性の評価に関わる計測技術の研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。さらに、バイオテクノロジー等の先端産業技術における信頼性の高い計測評価技術を開発することにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の

構築に資する。

2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

先端産業技術の開発と社会の安全・安心のための基盤となる重要な計測評価データを蓄積し、データベースとして産業界と社会の利用に広く提供する。

2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

産業技術の基盤となる物質のスペクトル特性及び熱物性等のデータベースを構築し、産業界と社会の利用に広く提供する。

2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

環境、エネルギー及び安全性等の社会の安全・安心の基盤となる計測評価データベースを構築し、産業界と社会に広く提供する。

【別表2】地質の調査（地球の理解に基づいた知的基盤整備）

地殻変動が活発な地域に位置する我が国において、安全かつ安心な産業活動や社会生活を実現し、また、必要な資源の確保を図るためには、国土及び周辺地域の地質に関する状況を適切に把握し、これに応じ必要な対応を行うことが求められている。このため、国の知的基盤整備計画などに沿って、国土及び周辺地域の地質情報の整備と供給及び地震・火山等の自然災害による被害の軽減に関する研究開発を実施する。また、アジアにおける国際協力の強化及び地質基盤情報整備における先導的役割の発揮に向けた取り組みを行う。

1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査・研究を実施し、地質情報の整備を行うとともに、大陸棚の限界に関する情報作成及び衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発に取り組む。また、地質の調査に関する研究成果を社会に普及するための体制を整備する。

1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

地質の調査に関する研究手法・技術の高度化を進め、日本の位置する島弧を含む地球に対する理解を深め、新たな地球科学理論・モデルを確立する。また、こうした知見も活用し、長期的な計画に基づき、国土の地質情報基盤である20万分の1の地質図幅23区画、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図の作成・改訂を行う。

1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

20万分の1の地質図データベースを整備し、各種データベースとの統合化により、地質情報の精度を向上させるとともに、利便性の向上を図り、地質情報の標準化を実施する。また、5個の地球化学標準試料を作製するほか、地質標本の標準試料の整備及び地球化学

データベースの整備・公開を実施する。

1-(3) 大陸棚調査の実施

「海洋法に関する国際連合条約」に基づき、平成21年5月までに国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する必要がある大陸棚の地形・地質に関するデータ等大陸棚の限界に関する情報の作成に貢献するため、必要とされる調査・分析・解析を行う。

1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する地球観測の一環として、地質の調査に関する衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、より効率的な石油資源の探査等に必要な衛星情報の整備を図る。

1-(5) 地質情報の提供

地質の調査に関わる研究成果を社会に普及するため、地質図類、報告書等を出版するとともに、電子媒体やWebによる地質情報の普及体制を整備する。また、地質標本館の有効活用を図るとともに、地質相談業務に積極的に取り組む。

2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究

環境問題や将来的な資源問題の解決のため、地球における長期的かつ大規模な物質循環を視野に入れた地質の調査・研究を実施するとともに、データベースなどの基本地質情報を整備する。

2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

陸域での水循環及び海洋における物質循環に関する地質の調査を行い、水文環境図の作成、データベースの整備及び循環モデルの提案等を行うことにより、環境負荷影響及び環境対策技術適用に関する基本情報を提供する。

2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

地圏における土壌汚染の原因や資源生成の要因となる物質の循環と集積メカニズムの解明のため、土壌汚染情報に基づく土壌環境リスクマップの作成及び資源情報データベースの整備と公開を行う。また、環境・資源評価のための調査手法を開発し、産業界への普及を図るとともに、政策への反映を目指し提言を行う。

3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保を目的として、活断層、地震発生や火山噴火のメカニズム及び地下水変動などに関する調査・研究を実施する。

3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

調査の必要性が高い15以上の活断層及び近い将来発生が懸念される海溝型地震に関する調査・研究を行うとともに、地震前兆現象を把握するための地下水等の

変動観測などを実施する。

3-(2) 火山の調査・研究の実施

火山噴火予知及び火山防災のための調査・研究を行い、火山に関する地質図5図を作成するとともに、火山関連情報をデータベース化して提供する。

3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的、水文地質学的知見を取りまとめ、技術情報として規制当局に提供するとともに、長期的視点から地層処分研究の基盤を確保する。

3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施

人口密集地における自然災害による被害の軽減を目的に、都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を行い、その結果を国及び地方公共団体等に提供する。

4. 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火をはじめとする自然災害に対応して、緊急の調査・研究を実施する。

4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火をはじめとする自然災害発生に際して、社会的な要請等に機動的に対応して緊急の調査・研究を実施するとともに、必要な関連情報の発信を行う。

5. 国際協力の実施

地質に関する各種の国際組織、国際研究計画に参画するとともに、産総研が有する知見を活かし、国際的な研究協力を積極的に実施する。

5-(1) 国際協力の実施

アジア太平洋地域を中心に、地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を実施する。

【別表3】計量の標準（知的基盤の整備への対応）

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

1. 国家計量標準システムの開発・整備

計量標準の中核機関として他省庁及び民間企業との協力の下、我が国の総力を結集し、2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために必要な国家計量標準（標準物質を含む。以下同じ。）を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な基本的な計量標準については、国際基

準に適合した計量標準の供給体制を構築して、我が国の円滑な通商を確保する。国内の先端産業技術の国際市場獲得に必要な客観的な技術評価及び国民の安全・安心の確保のための戦略的な計量標準については、産業界や社会の要請に即応して整備し、多様な供給の要請に対して柔軟に対応する。また、経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

1-(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

我が国経済及び産業の発展等の観点から、新たに140種類の計量標準を整備して供給を開始する。また、供給を開始した計量標準のうち150種類の標準について供給範囲の拡大等を図り、より高度な社会ニーズに対応するとともに、計量標準の適確な維持・供給を実施する。さらに、136種類の計量標準について国際基準に適合した品質システムを整備して計量標準の供給体制をゆるぎないものとし、メートル条約のもと国家計量標準と国家計量標準機関が発行する校正証明書に関する相互承認協定（グローバル MRA）の枠組みを通して、計量標準の供給体制の国際統合を進める。

1-(2) 計量標準政策の提言

我が国の計量標準の開発の方向性と供給制度の高度化・合理化の方策を経済産業省及び関係機関へ提言する。

1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

適確な標準供給を確保できる体制を構築して、計量標準供給の信頼性・安定性をゆるぎないものとする。

1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して、国の政策により行う計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。また、極微量物質の分析を行う事業者に対して、国の政策により行う計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。

2. 特定計量器の基準適合性の評価

計量法で定められた特定計量器の検定に関する業務を、新たな技術課題を解決しつつ適確に行うとともに、法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して経済産業省の法定計量政策を支援する。

2-(1) 法定計量業務の実施

計量法に基づき産総研に委任された法定計量業務を適正に実施する。

2-(2) 適合性評価技術の開発

計量器の最新技術動向を法定計量に取り入れるため、適合性評価技術の研究開発を実施する。

2-(3) 法定計量政策の提言

我が国の法定計量体制の中の諸機関との連携を促進し、政府の法定計量政策の企画・立案を支援する。

2-(4) 法定計量体系の設計

我が国の法定計量体系の高度化のために政府に協力

して調査を行い、効率的な法定計量体系の設計を支援する。

3. 次世代計量標準の開発

次世代の計量標準を世界に先駆けて開発し、国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮する。また計量標準に関する先導的な技術開発を主体的、戦略的に行って、産業界や大学のニーズに機動的に対応する。

3-(1) 革新的計量標準の開発

革新的な計量標準技術を世界に先駆けて開発し、我が国の優れた標準技術を国際標準に反映させて優位性を確保するとともに、それらを先端技術開発に反映させる。

3-(2) 産業界ニーズに対応した先導的开发

IT 技術等を積極的に活用することにより計量標準の供給技術を高度化し、産業界や大学への標準供給の効率を飛躍的に向上させ、また供給の精度を向上させる。

4. 国際計量システムの構築

計量標準、法定計量に関連する国際活動に主導的に参画し、我が国の技術を反映した計量システムを諸外国に積極的に普及させるとともに、メートル条約と法定計量機関を設立する条約のもとメンバー国と協調して国際計量システムの発展に努める。

4-(1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

グローバル化する経済のもと、国際的計量組織の一員としての我が国のプレゼンスを強化することにより、産業の競争力強化と国民生活の安全・安心の確保という我が国の利益を増進させる。

4-(2) アジアを中心とした国際協力の展開

アジアを中心とした開発途上国へ技術援助を行い、それにより開発途上国の国際相互承認への参画を促しつつ、我が国の計量標準技術を反映した国際計量標準システムを構築する。

5. 計量の教習と人材の育成

広範で質の高い計量業務に対応できるよう、我が国及び開発途上国の計量技術人材を育成する。

具体的には、

- ・都道府県、特定市の地方計量行政を担当する公務員のために、計量技術のレベル向上を目的とした教習を行い、計量技術レベルの向上を図る。
- ・法定計量の技術を教習し、技術レベルの高い一般計量士・環境計量士を育成して国家資格の付与に資する。
- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業者管理者講習及び分析技術者研修を行い、超微量汚染物質の計量証明に関する技術レベルの向上に資する。
- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の認定技術審査員研修、校正技術者研修を行い、当該制度の技術レベルの向上に寄与する。
- ・アジア諸国等を対象とした国際協力研修等を外部機関との協力のもとに実施し、高い技術を持った人材を育成する。
- ・専門的な計量標準技術を民間技術者へ提供し、技術移転を効果的に行う。

4. 中期計画

独立行政法人通則法第31条第1項に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所の平成18年度の事業運営に関する計画（以下、年度計画）を次のように定める。

I. 質の高い成果の創出と提供（国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置）

1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

(1) 戦略的な研究開発の推進

（戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化）

【中期計画（参考）】

・質の高い研究成果を戦略的に創出するため、成果の科学技術的又は社会経済的な価値が実現した状態である「アウトカム」を意識した中長期的な研究開発戦略を策定する機能を強化する。策定する戦略については、中長期的な観点も踏まえつつ、国内外の科学技術動向や政策的要請等に機動的に対応できるように常に見直す。
《平成18年度計画》

・中長期的な観点も踏まえつつ、国内外の科学技術動向や政策的要請等に機動的に対応して第2期研究戦略を見直す。

【中期計画（参考）】

・研究開発戦略に基づき研究の重点化を進めるための研究テーマの選択と集中を図る。特に地域拠点においては、地域の特性も踏まえた研究開発の中核拠点化を目指し、研究の重点化を行う。
《平成18年度計画》

・第2期研究戦略上重要な研究テーマに対して、予算、人材等、研究資源を重点的に配分し、推進する。
・「地域センターの今後のあり方方針」に基づき、各地域における技術的な特性、地域の技術ニーズ、産業クラスター計画からの要請も踏まえて、地域センターの研究重点化と研究機能強化を図る。

【中期計画（参考）】

・予算、人員等の研究資源の配分については、中長期的な研究開発戦略及び社会、産業界のニーズに基づく機動的な政策対応の観点などから重要な研究課題及び必要な技術融合課題の設定を行い、それを踏まえて重点化する。
《平成18年度計画》

・研究ユニットの個別のヒアリングを踏まえて、中期目標達成に必要なユニット経営予算、政策的予算の配分を行う。

・第2期研究戦略の目標達成の観点から、採用を含めた人員の配置、人材の内部流動を決定する。

・新産業創成への明確なシナリオを持つ産業変革イニシアティブ新規課題を設定し、経済産業省、産業界に対して積極的にアピールする。

【中期計画（参考）】

・研究スペースを有償の研究資源として捉え、スペース課金システムを活用し、迅速かつ適切に研究スペースの回収と配分を行う。

《平成18年度計画》

・スペース課金システムを的確に運用するため、配分審査、スペース返納促進をより一層強力に進め、機動性、効率性、透明性を確保した効率的な研究スペースの回収と配分を行う。

【中期計画（参考）】

・研究ユニット評価結果の研究資源配分への効果的な反映、外部資金の獲得に対するインセンティブとしての研究資源配分など、研究資源の配分を競争的に行うことにより、研究活動を活性化させ研究成果の質の向上を図る。
《平成18年度計画》

・平成17年度に引き続き、研究ユニット評価・モニタリング結果をユニット経営予算または政策的予算に適切に反映し、高い評価を得られた研究テーマの推進を加速する。

・民間企業等からの資金提供型共同研究、受託研究に対して資金提供額に応じて研究ユニットに研究費を付与し、推進を図る。第2期研究戦略上、重要な研究課題として位置づけられる共同研究に対しては審査を行い追加的支援を行う。

【中期計画（参考）】

・地域における産業競争力の強化、新産業の創出に貢献するために、地域の技術的な特性を踏まえた世界に伍する研究への研究資源の重点配分を図る。
《平成18年度計画》

・産総研の有する研究資源と技術シーズを活用して、製品化、事業化に向けた中小企業との共同研究を実施し、地域における産業競争力の強化、新産業の創出に貢献する。

【中期計画（参考）】

・研究開発の実施に当たっては、多重構造を排した組織において、意思決定の迅速化を図り、権限と責任を明確にした組織運営を行う。
《平成18年度計画》

・フラットな組織構造による研究ユニット等の運営を進めるとともに、より一層の意思決定の迅速化、責任の明確化を図るための仕組み、制度を検討し導入する。
（技術情報の収集・分析と発信）

【中期計画（参考）】

・社会情勢の変化を的確に把握するとともに中長期的な産業技術動向を俯瞰するため、外部人材ネットワークやアウトソーシングを活用しつつ組織体制と機能を充実させ、国内外の科学技術情報を収集・分析する。
《平成18年度計画》

・平成17年度に引き続き、産業技術に関する情報の調

査・分析体制の強化を図る。

- 平成17年度に引き続き、研究ユニットの活動成果に関連する情報と、研究ユニットが取得している産業技術関連情報等の全所での共有を促進するため、技術情報部門と他の研究関連・管理部門との連携を強化するとともに、研究ユニットとのコミュニケーションの緊密化を図る。
- 平成17年度に引き続き、定点観測的情報収集を中心に外部機関等との連携を図り、効率的に情報収集を行う。
- 産総研の研究戦略、経営戦略に資するため、研究ポテンシャル及びパフォーマンスに関する調査・分析を進める。
- 平成17年度に引き続き、研究会等を組織し内外有識者のネットワークを構築して、産業技術に関する中長期的な課題別分析を行い、この結果を産総研の研究戦略に有効に活用する。
- 平成17年度に引き続き、イノベーション創出を目指す公的研究機関としてのマネジメント手法に関する調査研究を実施する。併せて、イノベーション創出モデルの構築に向けた調査研究を実施する。

【中期計画（参考）】

- 産業技術動向等の調査・分析の成果は、月報等の情報レポート及び調査分析レポートとして内外に情報提供する。

《平成18年度計画》

- 平成17年度に引き続き、収集した情報を整理し、月次レポートとして所内に定期的に配信する。併せて、内容面での一層の充実を図る。
- 平成17年度に引き続き、課題ごとに実施する調査研究及び分析の成果を中間報告書または最終報告書としてとりまとめて内外に発信する。
- 購入洋雑誌（オンラインジャーナルを含む）について契約の見直しを行い、効率的な図書の利用を図る。また、引き続き、内外学術雑誌の収集と利用及びネットワークを活用した文献情報の利用の促進を図る。

（研究組織の機動的な見直し）

【中期計画（参考）】

- 短期的並びに中長期的な研究開発の計画を着実に達成するため、研究内容や研究フェーズの相違等を勘案し、研究センター、研究部門、研究ラボなどの研究ユニットを適切に配置する。各研究ユニットの成果に対する評価を定期的に行い、その結果及び産業動向、科学技術動向等を踏まえ、社会ニーズ、政策的要請等に適切に対応する機動的かつ柔軟な組織の見直し、再編・改廃を行う。

《平成18年度計画》

- ミッション遂行のための最適な組織体制の確立を目指して、研究の進展や社会ニーズ、政策的要請等に柔軟に対応した研究センターと研究ラボの設立を行う。具体的には、平成18年度初頭に2研究ラボ、平成18年6月

頃に2研究センターを設立する。また、平成18年8月には研究センター・研究ラボの新規設立提案を受け付け、新規に設立する研究ユニットの検討を行う。

- 平成18年度に設立3年目を迎える2研究センターについて中間評価を実施し、その結果に基づいて組織の見直しを行う。また、発足2年目を迎える3研究ラボについては存続審査を実施し、研究センター、研究部門への展開・発展が可能かどうかという視点からその存続の可否について検討する。
- 設置年限の前年度に当たる10研究センターについて最終評価を実施し、全期間を通じた研究センターの研究活動を総括し、研究センター終了後の研究展開や組織体制を検討する。
- 研究ユニットの中間評価、最終評価においては、評価部による成果評価結果、研究ユニット長との意見交換・ヒアリング等の結果を十分に活用し、研究組織の見直し、再編・改廃に関する検討を行う。
- 研究ラボのあり方、設置基準についての見直しを実施し、より機動的な研究ユニットの設置について検討を行う。

（国際競争力強化のための国際連携の推進）

【中期計画（参考）】

- 研究開発資源を有効活用して国際的優位性を確保するために、世界の有力研究機関、研究者との連携を強化し、グローバルで相互補完的な連携により研究ポテンシャルの向上を図る。

《平成18年度計画》

- 引き続き産総研国際戦略に基づき、世界の有力研究機関との MOU 締結、ワークショップの開催、人材ネットワークの促進、国際的共同研究など相互補完的な国際連携を構築・促進する。アジアについては、アジア環境エネルギーパートナーシップの推進を含め、バイ・各国の研究機関との相互補完的共同研究の推進、マルチについてはバイオマスアジアの促進、分野融合的にはグリッド（Geo Grid）との取り組みを進める。
- 欧州については、欧州戦略に基づき、欧州の主要な研究機関との連携、相互補完的連携を進める。米国については、引き続き米国の産業科学技術の戦略分析を行うとともに、米国の関連情報を収集・分析し、研究者への情報提供に努める。また、米国の各研究機関と相互補完的連携を図れるような共同研究の留意点を精査する。さらに、持続可能な社会の実現に向けて、引き続き分野融合的なプロジェクト（地球・環境・エネルギー関連等）における国際的連携の推進を図る。

【中期計画（参考）】

- 国際競争力ある人材を養成するとともに、世界の COE との連携強化による優秀な研究者の招聘などを進めるため、国際的な人材交流の促進策に取り組む。
- 国際機関や国際会議での活動の強化と人的ネットワークの構築により、研究成果の効果的な発信能力と、迅

速で正確な科学技術情報の収集・分析能力を強化する。
《平成18年度計画》

- ・引き続き主要な国際機関の国際会議、相手国との個別会議等を戦略的に活用し、現地調査を含め国際機関との連携に基づき、各国並びに多国間の産業科学技術動向を把握し、産総研の国際戦略にフィードバックするとともに、国際的産業科学技術の政策・フレームワークを把握し、研究ユニットの活動を支援する。人材交流プログラム活用を含め人材ネットワーク・人材交流強化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の安全輸出管理コンプライアンスプログラムを的確に実施する。

《平成18年度計画》

- ・産総研全体の輸出管理水準の向上のため、周知徹底を継続して実施すると共に、より効果的な輸出管理業務を適切に実施するための管理手続き等の改善策を検討する。
- ・引き続き海外への出張、海外勤務における感染症・テロ・事故等の海外での安全管理を含めて、個々の職員の業務活動に起因する様々なリスク管理の改善に努める。

（研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用）

【中期計画（参考）】

- ・研究開発が効率的かつ効果的に実施され、その研究成果が社会、産業界に有効に移転、提供されているか否かを検証するため、適宜、評価制度の見直しを行う。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に実施した研究ユニット評価の分析を行い、平成18年度の評価実施に反映させる。また、研究開発の進捗状況のモニタリングが適切に行えるよう、データベース登録項目の見直しを進める。

【中期計画（参考）】

- ・第2期中期目標期間においては、研究のアウトプットを中心とした評価に加えてアウトカムの視点からの評価を実施することとし、その結果を産総研の自己改革に適切に反映させる。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度にモニタリングを実施した24研究ユニットと第2期開始時評価を実施した10研究ユニットに対してアウトカムの視点からの成果評価を実施する。また、平成17年度に成果評価またはスタートアップ評価を実施した20研究ユニットに対してはモニタリングを実施する。それらの結果を、研究ユニット運営、産総研経営に資するように活用すべく、研究ユニットと産総研経営層にデータを提供する。

【中期計画（参考）】

- ・アウトカムの視点からの有効な評価方法を確立するために、国内外で実施されている評価方法の調査、分析

を行うとともに、その結果等を踏まえた評価制度の見直しを行う。

《平成18年度計画》

- ・国内外の研究開発評価に関する会議に参加し、評価の課題と展望についての発表を行う。その上で内外評価関係者との意見交換を行い、有効な研究開発評価のあり方を調査し、今後の評価制度の見直しの検討に反映する。

【中期計画（参考）】

- ・評価制度の見直しに当たっては、研究成果のアウトカム実現への寄与を予測する手法の開発に加えて、評価者、被評価者双方にとって納得感の高い評価制度の確立を目指して制度見直しを行う。また、投入した研究資源の有効性を判断するための費用対効果的な視点からの評価を定期的の実施するための制度見直しを行う。

《平成18年度計画》

- ・研究ユニットが、分野の性格や多様な研究フェーズに対応した適切なアウトカムの設定並びにロードマップの提示が可能となるよう、評価項目の見直しを行い、評価システムが適切に運用されるよう制度設計に反映する。また、評価委員から費用対効果的な視点からのコメントを収集し、研究ユニットへのフィードバックを継続する。

【中期計画（参考）】

- ・評価結果を研究課題の設定、研究資源の配分、組織の見直し又は再編・改廃に適切に活用するなど継続的な自己改革に効果的に反映させることにより、研究成果の質を高めていくとともに、より大きなアウトカムの創出を目指す。

《平成18年度計画》

- ・中期目標達成のため、研究戦略において核となっている研究テーマを研究ユニットの重点課題として設定する。重点課題に対しては平成17年度の研究課題の評価結果等を適切に反映した集中的な政策的予算配分を行い、研究の推進を加速する。

【中期計画（参考）】

- ・職員の意欲をさらに高めるとともに、職員個人の能力を最大限活用して研究成果や業務の質の向上につなげるために、職員個々に対する定期的な個人評価を実施する。

《平成18年度計画》

- ・短期評価は、職員及び契約職員の一部（ユニット長等）を対象に実施する。
- ・長期評価は、一定の在級年数を満たした職員（任期付職員を除く）を対象に実施する。
- ・新しく設計するキャリアパスに基づいて評価制度の見直しを行う。

【中期計画（参考）】

- ・個人評価にあたっては、制度の不断の見直しを行い、評価者と被評価者とのコミュニケーションツールとし

ての有効活用、評価結果の給与等への適切な反映などを実施していく。

《平成18年度計画》

- ・職員等を対象としたアンケートを実施し、それらの結果をもとに、コミュニケーションの促進、パフォーマンスの向上や給与等への適切な反映等が行えるように評価制度の運用を見直す。

(2) 経済産業政策への貢献

(産業技術政策への貢献)

【中期計画（参考）】

- ・蓄積された科学技術に関する知見や産業技術動向等の調査・分析の成果を基に、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスや技術開発プロジェクト実施に際しての参画及び研究実施のためのインフラ提供を通し、経済産業省等における産業技術政策に積極的に貢献する。

《平成18年度計画》

- ・国内外の科学技術動向及び産業技術動向の調査・分析と産総研第2期研究戦略を活用して、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスに積極的に参画する。
- ・研究戦略目標に則り、産業競争力強化、新産業創造に貢献する研究テーマを経済産業省の研究開発プロジェクトとして提案する。
- ・イノベーションハブの中核として、わが国のイノベーション推進に貢献するとともに、経済産業省のイノベーション推進政策の企画立案に協力する。

【中期計画（参考）】

- ・経済産業省等との人材交流及び非公務員型の独立行政法人のメリットを活かした民間企業との連携研究の中での人材交流を通して、プログラムオフィサー（PO）やプログラムディレクター（PD）などの高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を育成する。

《平成18年度計画》

- ・産業界、学界と連携体による研究開発プロジェクトの主導役を果たし、その過程において高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を育成する。
- ・NEDO等の外部機関に対して、プログラムマネージャ、プログラムオフィサーを積極的に提供する。

(中小企業への成果の移転)

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究成果の中から中小企業ニーズに応える技術シーズを取り上げ、中小企業への技術移転と製品開発への適用を図るとともに、中小企業の有望な技術シーズの育成と実用化を支援するため、地域公設研との連携、協力を含めた共同研究等を機動的かつ集中的に推進する。

《平成18年度計画》

- ・地域中小企業支援型研究開発事業により、日本各地で

活躍する中小企業と連携しながら製品化を実現し、産総研の研究成果の社会還元を図る。

- ・中小企業技術革新成果事業化促進事業に協力し、優れた技術を持つ中小企業が、事業化に当たっての技術課題を解決するためのビジネスモデルの構築支援及び技術支援を実施し、技術の事業化を促進する。

- ・各事業において、地域公設研と積極的に連携する。

【中期計画（参考）】

- ・中小企業の技術開発レベルの向上を、中小企業人材に対する研修及び最新の産業技術情報並びにビジネス情報にアクセスできる広域ネットワークの構築等によって支援する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度にモデル事業として茨城県と行った中小企業人材の育成事業について、これを全国の地方自治体に向けて展開していくための検討を進める。

- ・中小企業基盤整備機構との間で、ものづくり支援、中小企業や公設研の職員向けの研修などについて連携体制構築の可能性の検討を行い、中小企業にとって分かりやすく便利なサポート体制の構築を目指す。

(地域の中核研究拠点としての貢献)

【中期計画（参考）】

- ・地域の産業界、大学との共同研究等の実施及び地方公共団体、地域公設研との産業技術連携推進会議の活動などを通じた地域ニーズの発掘並びに地域公設研を通じた地域中小企業との連携を行うことにより、地域産業技術の中核機関としての役割を果たす。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に見直しを実施した産業技術連携推進会議の各部会（分科会、研究会）の活動・目的等を明確化することにより、新たな連携方法のあり方等を具現化する。

- ・地域における事業者等との連携を推進するため、電気用品に関する情報調査を絶縁耐力試験装置の無償貸し出しにより実施するための業務を行う。

- ・上記の活動により、地域産業技術の連携において、中核機関としての立場を確立すべく努力する。

【中期計画（参考）】

- ・地域経済産業局が推進する産業クラスター計画など地域産業施策への貢献による新規産業創出活動、あるいは地域の産業界、大学、地方公共団体及び官界間の全体的なコーディネート機能の発揮、ハイテクベンチャーの起業支援等による地域におけるプレゼンスの向上を図るとともに、地域における科学技術と産業の振興に取り組む。

《平成18年度計画》

- ・地域経済産業局、都道府県、地域公設研等との連携を通じて、産業クラスター計画への貢献、地域ニーズの発掘並びに地域企業との共同研究等を目指した研究シーズ発表会を、全国で30回以上開催する。

- ・平成18年度から第2フェーズに入る産業クラスター計画において、プロジェクト推進組織の主導、関連するイベント等の主催・参加などを通して、引き続きネットワークの形成に取り組む。
- ・OSLの支援強化対策の推進等により、ベンチャー企業支援や、共同研究・受託研究等の研究連携活動を積極的に進める。
- ・上記の活動により、地域における産学官のコーディネート機能を発揮していくことを図る。

【中期計画（参考）】

- ・8地域に展開する地域センターにおいては、全国ネットワークをバックに地域における窓口としてオール産総研の成果発信や、地域のニーズを吸い上げ産総研全体で解決するためのコーディネート機能、地域への人材供給機能を発揮する。

《平成18年度計画》

- ・地域産学官連携センター長会議、全国産学官連携コーディネート会議等を積極的に開催し、オール産総研としての情報の共有化、連携強化の推進を図る。
- ・有望企業（オンリーワン・ナンバーワン企業）について調査を行い、データベースを構築する。
- ・地域独自の取り組みにより、地域におけるコーディネート活動の多様化を図る。

（工業標準化への取り組み）

【中期計画（参考）】

- ・工業標準に対する産業界や社会のニーズ、行政からの要請等に応えるため、産総研工業標準化ポリシーに基づき、工業標準の確立を目的とする研究開発を推進するとともに、日本工業標準調査会（JISC）、国際標準化機構（ISO）・国際電気標準会議（IEC）、国際的フォーラム活動等に積極的に参画し、産総研の研究成果や蓄積されたノウハウ、データベース等を活用し、産総研の研究成果の標準化に取り組むとともに、併せて、我が国産業界発の国際標準の獲得を積極的に支援する。具体的には、第2期中期目標期間中に、新たな国際議長、幹事、コンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にした国際提案も含めた40件以上のJIS等標準化の素案を作成することを目指す。

《平成18年度計画》

- ・「産総研工業標準化ポリシー」に基づいて、産業界や社会的ニーズ、行政からの要請に対応すべく、「標準基盤研究」を推進するとともに、経済産業省が実施する「エネルギー・環境技術標準基盤研究」「基準認証研究開発事業」等の受託研究拡大を図る。
- ・日本工業標準調査会（JISC）、国際標準化機構（ISO）・国際電気標準会議（IEC）、国際的フォーラム活動等に積極的に参画し、産総研の研究成果や蓄積されたノウハウ、データベース等を活用した産総研の研究成果の標準化に取り組むとともに、併せて、我

が国産業界発の国際標準の獲得を積極的に支援する。

- ・具体的には、新たに国際会議における議長、幹事、コンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にしたJIS、ISO等の規格案にとりまとめ、国内外の標準化機関へ10件以上の提案等を行い、積極的な規格化を図る。
- ・標準化研究総覧や国際標準化活動者一覧の改訂発行を行う。また、産総研がホームページ等を活用して所内外の標準化関係者への標準化に関する情報提供を行うと共に、所内工業標準化関係者の一元管理を行い、工業標準化のための体制を強化する。
- ・ISO等の国際標準化活動を円滑化するために近隣諸国をはじめとする関係諸国と標準化に関する協力関係を構築し、標準専門家の招聘、派遣を企画、調整、実施する。特に、国内審議団体を引き受けているナノテクノロジー国際標準化のとりまとめ、日中韓アクセシブルデザインフォーラムなどの高齢者・障害者配慮技術の標準化に関わる国際展開に重点支援する。

(3) 成果の社会への発信と普及

（研究成果の提供）

【中期計画（参考）】

- ・研究開発の成果を産業界や社会に移転するための取り組みとして、知的財産権の実施許諾、共同研究、ベンチャー起業支援、技術相談、技術研修等の多様な仕組みを活用した産業界との連携を第1期中期目標期間に引き続いて推進するとともに、第2期は新たな仕組みとして柔軟な人事制度を活用した人材交流による技術移転など実効性ある方策の導入を図る。

《平成18年度計画》

- ・研究ユニットにおいて重要研究課題と位置づけられた資金提供型共同研究を、研究開始前に審査委員会に諮ることにより、研究資金運用の効率性を高め、共同研究を効果的に推進する。
- ・企業等との大型連携協定におけるポスドク等を対象とした産業技術人材育成のスキームを活用し、新たな大型連携協定への導入を図る。
- ・法務、経営、財務、金融、販路開拓、特許、事業計画などの専門家との顧問契約を行い、産総研の研究成果に基づくベンチャー創業に必要な助言やコンサルタントの支援を研究者に対して行う。また、起業に関する事務手続きを支援することによって、起業を行う研究者の事務的負担の軽減を図り、スムーズな起業が行えるようにする。
- ・イントラネットを活用し、ベンチャー支援制度のみならずベンチャー企業の現況を紹介し、引き続き研究者の意識の高揚を図る。研究者が起業の参考とするために改正商法及びベンチャー起業にあたっての重要なポイントを整理・周知する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の技術シーズを活用し、波及効果が大きく企業

のニーズに直結する資金提供型共同研究や受託研究の実施を強力に推進する。このことにより、民間企業等から受け取る研究資金等を、第1期中期目標期間最終年度の1.5倍以上の金額に増加させることを目指す。

《平成18年度計画》

- ・産総研の技術シーズを利用して実施する民間企業等との資金提供型共同研究においては、実用化・成果移転を促進するために、重要研究課題を委員会審査し支援的資金を追加配分する。
- ・共同研究等を推進するための制度において、外部資金獲得への資金的支援並びに研究ユニットにおける重要研究課題への追加的支援を実施することで、外部研究資金の獲得額の増加を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・研究開発型ベンチャーの起業に必要な研究開発を加速し、ビジネスプランの策定を支援するなど、研究開発の成果が新産業の創出や産業構造の変革の芽につながるよう費用対効果も考慮しつつベンチャーの起業に積極的な支援を行う。第2期中期目標期間終了までに、第1期中期目標期間と通算して、産総研発ベンチャーを100社以上起業することを目指す。

《平成18年度計画》

- ・ベンチャー創出を加速するため、ビジネスの実務に精通したスタートアップ・アドバイザーとベンチャーの基盤となる特許の発明者である産総研研究員とでタスクフォースを15件以上（継続分を含む）実施し、共同で起業・新規事業立ち上げの準備を行うプロジェクトチームとして活動する。また、10社以上のベンチャー企業の新規創業を支援する。
- ・ベンチャー開発戦略研究センターを事務局として、「産総研技術移転ベンチャー」に対する支援措置を実施する。
- ・大学や公的研究機関の技術シーズを基にした成長性の高いベンチャー企業の創出手法を開発するため、産総研におけるベンチャー創出の実践例30件程度、国内20社程度及び海外8ヶ国のベンチャー企業の事例を対象とした調査及び分析等を行う。

【中期計画（参考）】

- ・企業との共同研究を前提とした社会的に波及効果の大きい大型研究プロジェクトを自律的に立案、運営する。

《平成18年度計画》

- ・社会的に波及効果の大きい研究プロジェクトを実施するための大型連携協定を3社以上と締結し、資金提供を含めた連携関係を構築する。
- ・大型プロジェクトを自律的に立案するためのフィージビリティスタディーを実施する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研のオープンスペースラボ（OSL）を共同研究スペースとして十分に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

《平成18年度計画》

- ・オープンスペースラボ（OSL）を共同研究スペースとして有効に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究成果の普及による産業技術の向上に貢献するため、技術研修、技術相談及び外来研究員等の制度により、企業等に対する技術的な指導を実施する。

《平成18年度計画》

- ・技術研修、技術相談及び外来研究員の受け入れ等により、企業等に対する技術的な指導を積極的に実施する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究開発の成果を積極的に普及するため、報告書等の作成・頒布に加え、各種のシンポジウム、講演会、イベントを開催するとともに、外部機関が催すこれらの行事に参加する。

《平成18年度計画》

- ・広報部と各研究ユニット、産学官連携推進部門、知的財産部門等との連携により、産総研成果を各種イベントに積極的に出展し、産業界、学界等での研究成果の普及及び産総研の知名度向上を図る。
- ・産総研出前講座についてホームページ等で積極的にPRし、外部からの講師派遣要請に対応する。
- ・マスコミ共催のシンポジウムを開催し、産総研の知名度向上を図る。
- ・科学技術館等でマスコミとの連携も視野に入れ、移動展示会を開催する。
- ・ベンチャー創出活動及びベンチャー創出システムに関する研究の成果を外に向けて発信するため、公開シンポジウム及びタスクフォース成果報告会を開催する。

【中期計画（参考）】

- ・各種研究成果、関連データ等の研究開発活動の諸成果を知的基盤データベースとして構築し、公開データとしてホームページ上で発信する。特に、研究人材データや研究情報公開データについては、分かりやすいデータベースを構築し提供する。

《平成18年度計画》

- ・研究人材データベースについては、独立行政法人科学技術振興機構（JST）の ReaD（研究開発支援総合ディレクトリ）と連携を深め、ReaD から産総研へのリンクを強化することで、産総研の研究人材を産総研の研究人材データベース（研究者データベース）と、ReaD の両方から検索できるようにする。
- ・研究情報公開データベースについては、データベースの拡充を引き続き行うと共に、ホームページのデザインを見直し、分野横断的なデータベースの適切な分類を行う。

【中期計画（参考）】

- ・研究開発の成果を科学的、技術的知見として広く社会に周知公表し、産業界、学界等に大きな波及効果を及

ぼすことを目的として論文を発信する。産総研全体の論文発信量については、国際的な研究機関としての成果発信水準を確保し、年間論文総数で5,000報以上を目指す。また、産総研の成果を国際的に注目度の高い学術雑誌等に積極的に発表することとし、併せて論文の質の向上を図ることにより、第2期中期目標期間の終了年度において全発表論文のインパクトファクター（IF）総数（IF×論文数の合計）7,000を目指す。

《平成18年度計画》

- 論文の発信数を年間5,000報、インパクトファクター（IF）総数を平成21年度に7,000を達成するため、積極的に成果発信する。

（研究成果の適正な管理）

【中期計画（参考）】

- 産業界との連携により研究成果を社会に適正に技術移転するため、また民間企業が安心してニーズ情報等の産総研への提供をできるようにするため、産総研内において必要な体制を構築し、研究成果、研究関連情報を適切に管理する。

《平成18年度計画》

- 発明相談、研修、説明会等を通じて、研究者の知的財産制度に対する関心と理解を高めると共に、研究成果物に関する規程類についての研究者等の周知・徹底を図り、研究成果を適切に管理する。

【中期計画（参考）】

- 研究成果の社会への発信、提供にあたっては、公開とする情報と非公開とする情報を確実に整理及び管理するとともに、共同研究等の検討のため外部に秘密情報を開示する場合には、秘密保持契約の締結などにより知的財産を適切に保護する。

《平成18年度計画》

- 研究ユニットからの相談を受け、公開・非公開の情報の整理等を行う。研修、説明会等を通じて、秘密保持契約や研究試料提供契約に関して周知・徹底を図り、知的財産を適切に保護する。

【中期計画（参考）】

- 国内外の機関との人材の交流、産業界との連携等を推進していく中で、産総研の研究成果を適切に管理するという観点から、研究開発の成果のオリジナリティを証明し、かつ適切に保護するための研究ノートの使用を促進する。

《平成18年度計画》

- 研究ノートの使用を促進するため、研究ノートの役割、使用法に関する研修を実施する。

（広報機能の強化）

【中期計画（参考）】

- 産総研の活動、研究成果等を専門家のみならず、広く国民にも理解されるよう産総研の広報戦略を策定し、広報活動関連施策の見直しを図る。

《平成18年度計画》

- 広報戦略に基づき、外部専門家などの意見を踏まえアクションプランを策定し、年度末にそのアクションプランに基づき業務の進捗状況を評価することにより、次年度のアクションプランに反映する。

【中期計画（参考）】

- プレス発表による最新情報のタイムリーな発信をはじめとするマスメディアを通じた広報や、展示室、地質標本館、広報誌等印刷物、一般公開、データベース、ホームページ、メールマガジン等様々な広報手段を活用し、効率的かつ効果的な広報活動を推進する。

《平成18年度計画》

- 広報担当者のスキル向上のための研修内容の充実を図る。そのため、外部専門家を招いた研修についても、頻度だけでなく講習内容の充実に努め、実効性の向上を図る。
- プレス発表等について、分かり易い情報発信を行うと共に、外部（マスコミ等）からの広聴を踏まえ、希望に沿う情報発信を行う。
- 産総研ウェブサイトガイドラインに基づいたウェブサイトの作成、修正を推進し、産総研全体としてのアクセシビリティ（高齢者を含めた誰でもが必要な情報にアクセスできること）、ユーザビリティ（わかりやすさ、利用しやすさ）の向上を図るため、研究ユニット等の作成支援を行う。
- ホームページ掲載情報データベースをよりいっそう使いやすくするための絞込検索機能等の改善を行う。
- 産総研ウェブサイトの問題点の把握と、改善を図るため、外部機関によるモニター調査を実施する。
- ストーリーミング配信及び「やさしい科学教室」のコンテンツ増加と充実を図る。
- 積極的な情報収集に努め、トピックス展示会、講演会等の情報発信を行う。
- つくばセンターの展示施設については、4月からのリニューアルや特別展の開催等により見学者増を図る。また、ツアーガイドの回数を増やし、見学者へのサービス向上に努める。地域センターの展示施設の拡充、整備についても検討する。
- 一般公開については、各研究ユニットの協力体制を推進し、組織的取組みの強化及び内容の充実を図る。また、地域センター一般公開については、つくばセンターからの出展物を増やす等、サポートの強化を図る。
- 広報誌、パンフレット等については、ターゲット及び内容を明確化した上で、産総研の研究情報・成果について、単に研究成果だけでなく、研究の意義、社会に活用できるかなどを含め、広く社会に受け入れられるような内容にし、情報発信していく。
- ベンチャー開発戦略研究センターの活動内容や成果を紹介する広報誌の発行や、外部機関が催す展示会・見本市への出展等を通じて、産総研のベンチャー創出活動の成果を発信する。

【中期計画（参考）】

- ・国際シンポジウムの開催や英文による国際的な情報発信を強化し、国内外における産総研のプレゼンスの向上を図る。

《平成18年度計画》

- ・国際展開の動きに呼応した英語版ホームページの充実に取り組む。
- ・広報誌などの英語版が必要と判断されるものについて、英語版を継続的に発行する。

(知的財産の活用促進)

【中期計画（参考）】

- ・知的財産に係る戦略策定機能を強化し、実用的で社会への波及効果の大きい知的財産の創出に努めるとともに、その管理を適正に行い、より有効かつ迅速に社会に移転させるための取組みを推進する。

《平成18年度計画》

- ・研究ユニットと連携して知的財産戦略を作成し、それに基づき、実用化価値の高い知的財産を生み出す。また、IP インテグレーションを推進し、知的財産の強化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・特許等の知的財産の実用性、社会への有用性を重視し、第2期中期目標期間終了時まで、600件以上の実施契約件数を目指す。

《平成18年度計画》

- ・TLO（産総研イノベーションズ）と連携して、特許実用化共同研究を実施し、産総研の知的財産の実用化を推進する。

(4) 非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進

(産業界との連携)

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを最大限に活かした柔軟な人事制度のもとで、産業ニーズと直結した研究開発の推進や研究成果の産業界への効率的な移転等を図るために、産業界からの人材の受け入れや産総研から産業界への人材派遣等による産業界との交流を強力に推進する。

《平成18年度計画》

- ・産業界からの人材の受け入れや産業界への人材派遣による産業界との交流を推進する。
- ・産総研の技術シーズを基にした成長性の高いベンチャー企業を創出するため、産業界から招へいするスタートアップ・アドバイザーを有効に活用して、有望な技術シーズの探索や適切なビジネスプランの作成等のベンチャー創出活動を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ポストドク等の若手研究者を産学官連携の大規模な研究開発プロジェクトに参画させることにより、世界に通用する産業科学技術の技術革新を担う人材として育成

する。

《平成18年度計画》

- ・ポストドク等を対象とした「産業技術人材育成研修」の課題等を整理して、研修スキームの確立を目指し、企業の事業化戦略に適合できるような「産業技術」人材を育成する。

(学界との連携)

【中期計画（参考）】

- ・先端的分野での研究ポテンシャルの高度化や新たな技術融合分野の開拓等を図るために、包括的協力協定等において非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを活かした柔軟な人材交流制度を活用することにより、大学との連携を強化する。

《平成18年度計画》

- ・地域の中核となる大学、公的研究機関等との包括的な研究協力、連携大学院等に関する協定締結を積極的に推進する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に行い、社会への知的貢献を果たす。

《平成18年度計画》

- ・産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に行う。

(人材の交流と育成)

【中期計画（参考）】

- ・産総研のミッション遂行に必要な能力を涵養し、優秀な人材を育成するため、各種研修制度を充実させるとともに、柔軟な人材交流制度を活用し産業界、学界等との人材交流を推進する。

《平成18年度計画》

- ・キャリアパス設計を考慮し、既存の研修内容・コースの見直しを行い、内容を充実させる。
- ・新たに制度化した産業界・学界大学等への出向制度と人材受入協定等に基づき活発な人事交流を推進することにより外部人材の知見の活用などを行い、産総研内部の人材育成を図る。

【中期計画（参考）】

- ・産総研が有する多様な研究分野のポテンシャルを有効に活用し、ナノテクノロジー産業人材など新興技術分野や技術融合分野における先端的な技術革新に対応できる人材を年間100名程度育成する。また、非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限活かし、人材交流も含めた産業界との連携の下、産業界で即戦力となる高度な実用化研究のスキルを持った人材を供給する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に引き続き、産総研が有するナノテクノロジー、バイオインフォマティクス等の研究ポテンシャルを活用して、産業界で活躍できる人材の育成を行う。

- ・産業界、学界等との連携研究プロジェクトに、ポストクラスの若手研究者を参画させ、産業技術の技術革新に貢献できる研究人材として育成し、産業界に供給する。
- ・研究支援体制の充実、強化を図っていくため、研究開発に必要な専門技術に関して高いスキルを有する専門技術者の育成を行う。
(弾力的な兼業制度の構築)

【中期計画（参考）】

- ・発明者等に限定されていた研究成果活用型の役員兼業の対象を、発明者等以外にも拡大するなど、兼業をより弾力的に実施できるよう必要な制度の整備を行い、より効果的に研究成果の社会への還元を図る。
《平成18年度計画》

- ・兼業申請手続き等を分かりやすく周知し、研究成果や産総研で得たノウハウを活かした兼業制度の更なる活用を図る。また、平成17年度に導入した兼業申請の電子化システムの円滑な運用を行うため、操作方法についての解説の充実等必要な方策を講じる。

2. 研究開発の計画

- (鉱工業の科学技術) 【別表1】
- (地質の調査) 【別表2】
- (計量の標準) 【別表3】

3. 情報の公開

【中期計画（参考）】

- ・産総研の諸活動の社会への説明責任を的確に果たすため、保有する情報の提供の施策の充実を図るとともに、適正かつ迅速な開示請求への対応を行う。
《平成18年度計画》

- ・情報提供について、「情報公開」・「個人情報保護」のホームページ掲載の情報をさらに充実させる。また、つくば情報公開窓口施設における研究成果資料の整備等を引き続き行い、情報提供の一層の推進を図る。

- ・法人文書の管理について、各部門等における文書の適正な取扱いの推進及び保存の基準をより詳細にすること等によりさらに改善を進める。また、情報公開窓口の円滑な運用を引き続き行うと共にオンラインによる開示請求をより迅速に対応し、開示請求及び問い合わせ等に適切に対応する。

【中期計画（参考）】

- ・個人の権利、利益を保護するため、産総研における個人情報の適正な取扱いをより一層推進するとともに、個人情報の本人からの開示等請求や苦情処理に適切かつ迅速に対応する。
《平成18年度計画》

- ・個人情報保護のより分かり易いガイドラインの整備及び職員に対する研修等の充実を図ること等により、個人情報の適切な取扱いを推進する。
- ・個人情報の漏えいリスクを低減するために組織的、人的、物理的、技術的な安全管理措置を図る。

- ・個人情報保護窓口及び苦情相談窓口の円滑な運用を行うと共に、開示等請求及び苦情処理の申し出等に適切に対応する。

- ・個人情報の開示等請求のオンライン化を推進するために、行政機関等の動向を確認しながらシステム等の整備を行う。

4. その他の業務

(特許生物の寄託業務)

【中期計画（参考）】

- ・特許庁からの委託を受け、産業界のニーズを踏まえた寄託・分譲体制を確立し、特許生物の寄託に関する業務を行う。また、世界知的所有権機関（WIPO）ブダペスト条約により認定された国際寄託業務を行う。
《平成18年度計画》

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、継続して国内外からの特許生物を受託し、求めに応じて分譲業務を適切に行う。

- ・日常業務における業務の効率化、均質化のための体制整備を図り、広報活動を一層充実させ、利用者へのサービス向上に努める。

- ・業務関連研究を実施して成果の業務への還元を図る。
(独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業)

【中期計画（参考）】

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と標準化関係業務等に関する共同事業を行う。
《平成18年度計画》

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と工業標準基盤研究等の工業標準化を目的とした共同事業を継続して実施するとともに、昨年度実施した2テーマから研究成果をJIS、ISO等の具体的な規格案にとりまとめ、経済産業省関係部局に対して提案する。

II. 業務内容の高度化による研究所運営の効率化（業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置）

1. 研究活動を支援する業務の高度化

(経営機能の強化)

【中期計画（参考）】

- ・研究成果の最大化のため、経営全般にわたる意思決定機構の整備と、これによる意思決定スピードの向上、役割分担及び責任の明確化など経営機能の強化を図る。
《平成18年度計画》

- ・役員の所掌分担によるそれぞれの責任と権限を明確化し、効率的な研究推進を図れる体制とする。

【中期計画（参考）】

- ・各部門ごと及び組織全体としてのリスク管理体制を強化することに加え、研修等を通じた職員一人一人の社会的責任、法令遵守に対する意識の向上を図る。
《平成18年度計画》

- ・平成17年度に構築したリスク管理体制及び PDCA サイクルを引続き適切に運用し、各部門におけるリスク管理体制を確立する。
 - ・リスク管理委員会を定期的開催し、産総研としての対応が必要な重大なリスクを把握し、適切な措置を取ることが出来る体制を構築する。
 - ・階層別研修にリスク管理に関するカリキュラムを組み込むことにより、職員の社会的責任や法令遵守に対する意識の向上を図る。
- (研究支援業務の効率的な推進)

【中期計画 (参考)】

- ・財務会計、人事、研究環境の整備など研究を支援する業務については、その業務フローを見直し、業務分担の整理を行うとともに、業務運営方法の見直しを適切に行う。

《平成18年度計画》

- ・研究関連・管理部門等の業務フローの見直しを進めると共に、業務分担の整理等を行い、それらを次期情報システム的设计仕様に組み込んで、効率的な研究支援体制の整備を進める。

【中期計画 (参考)】

- ・本部と地域センターにおける業務分担及び業務フローを明確化し、研究支援業務の効率化を図る。

《平成18年度計画》

- ・ユニット支援体制検討委員会の結論を元に、地域センターの組織体制を見直す。また、業務効率化アクションプランの実施を推進して、地域センターの研究支援業務の効率化を図る。

【中期計画 (参考)】

- ・研究支援業務の継続的な業務合理化を推進しつつ、現場からの改善提案を受け付ける制度等を活用して業務内容の改善状況を常に点検し、支援業務の質の向上に努める。

《平成18年度計画》

- ・業務改善提案箱制度を活用し、その改善状況等のモニタリングを引き続き定期的実施して、現場のニーズを的確に把握し、業務推進本部連絡会等を活用して、改善状況等に係る情報について関連部署と共有を図り、研究支援業務の質の向上につながるような施策検討を行う。

【中期計画 (参考)】

- ・上記を達成するため、研修制度等の充実による職員の専門能力の向上と併せ、機動的な人員配置を行うとともに、旅費、給与、研修実施業務等に関しアウトソーシングなどを活用することにより研究支援業務の質の向上を図る。

《平成18年度計画》

- ・職員の業務効率化に関するキャンペーン等を実施して啓蒙活動を引き続き行い、業務効率化の意識向上に努める。さらに職員の業務効率化に対する企画力、実行

力の向上に資するための研修も引き続き実施する。

- ・平成17年度に引き続き費用対効果も踏まえつつ、定型的業務のアウトソーシングの可能性について検討する。

【中期計画 (参考)】

- ・研究関連・管理部門等の業務効率向上に資する内部評価が可能となるよう、部門等の性格の違いを考慮した評価項目や外部有識者の活用のあり方を含め、評価方法を見直す。評価結果を部門等の人員配置、予算配分、運営や産総研の経営の改善に適切に活用し、業務効率の向上を図る。

《平成18年度計画》

- ・地域センターと4センター（特許生物寄託センター、ベンチャー開発戦略研究センター、地質調査情報センター、計量標準管理センター）について分科会を設置し、それぞれの運営方針等に基づき設定された目標について評価を行う。研究関連系と管理系の部門等についてはモニタリングを行う。

- ・研究関連・管理部門の評価に組み込んだ効率化の視点に関する評価結果を組織体制の見直しや人員配置に適切に反映させ、効率的な組織運営に努める。

(研究支援組織体制の最適化)

【中期計画 (参考)】

- ・研究支援業務に関する実績と運営状況を常に把握し、評価結果並びに社会情勢等を踏まえた経営判断により、運営効率向上のための最適な組織体制に向けて不断の見直しを図る。

《平成18年度計画》

- ・研究支援業務の質の維持・向上と更なる効率化を図るために、ユニット支援体制検討委員会で検討した新たな組織体制を構築する。そして、研究関連・管理部門と研究実施部門間の業務の調整を一元化することによりワンストップサービスを充実する体制について検討する。

【中期計画 (参考)】

- ・研究支援業務の質を維持しつつ、業務の効率化、本部と地域センターの業務分担の見直し等を踏まえ、管理部門の職員の全職員に対する比率を地域センターを中心に引き下げる。

《平成18年度計画》

- ・業務効率化目標にもとづいた業務見直しを着実に実施し、研究関連・管理部門における効率的な組織運営のあり方について検討する。

また、管理部門の人員比率の引き下げ等を達成するために第2期中期目標期間中における職員の採用・配置計画について検討する。

(業務の電子化の推進)

【中期計画 (参考)】

- ・電子的な情報共有の推進、業務用データベースの高機能化及びワークフロー決裁の利用拡大による業務システムの更なる高度化を通じて、研究関連業務、管理業

務及び研究業務の効率化を図るとともに、情報セキュリティを強化する。

《平成18年度計画》

- ・次期情報システムの設計と開発を進め、研究関連・管理部門の一層の業務効率化を図るとともに、研究支援の高度化の実現を目指す。具体的には、研究経営の視点からシステムデータの有効活用を目指すとともに、情報セキュリティの面でも強固なシステムとなるよう設計する。また、会計や人事給与システムを中心に業務システムを抜本的に見直し、業務フロー分析の結果を活かした業務効率化に資するシステムの構築を進める。
- ・政府機関の情報セキュリティ対策のための統一基準及び第1次情報セキュリティ基本計画を踏まえ、産総研の情報セキュリティの更なる強化を検討する。
- ・ネットワーク利用やセキュリティ意識の一層の浸透を図るための e-ラーニング方式による研修を引き続き行う。

【中期計画（参考）】

- ・電子政府化への対応の一環として必要な行政手続きのオンライン化を推進するなど、事務手続きの一層の簡素化、迅速化を図るとともに、研究所の制度利用者の利便性の向上を行う。また、業務の最適化計画を作成する。

《平成18年度計画》

- ・産総研ネットワークシステムとイントラネットシステムの最適化計画を策定し、その実施方策について検討する。
- ・事務手続きの更なる簡素化・迅速化を推進するため、電子申請システムを運用した申請方法の周知に努める。（施設の効率的な整備）

【中期計画（参考）】

- ・安全で良好な研究環境を構築するため、長期的な施設整備計画を策定し、アウトソーシングを活用しつつ効率的かつ適切な自主営繕事業を推進する。

《平成18年度計画》

- ・長期的な施設整備計画を作成するために、現状の利用状況や問題点等について調査分析を進めるとともに、施設の点検・分析結果を反映した効率的かつ適切な自主営繕事業を行う。
- ・施設の耐震診断結果を踏まえ、対象施設の優先順位を付した耐震化計画を策定する。

【中期計画（参考）】

- ・自主営繕事業の推進に際しては、施設設備の設計基準、ライフサイクルマネジメント、点検評価システム、統合データシステムを確立し、これらを用いることにより迅速かつ的確な施設整備を実施する。

《平成18年度計画》

- ・産総研に適した設計基準等を作成するために、適切な品質の確保とコストダウンをどのように図るかの検証

を行うとともに、LCM 手法確立のための要素について妥当性と有効性等を検討し、民間研究機関を中心に維持管理に要するランニングコストやメンテナンス体制等の先進事例の調査・分析を行う。

- ・施設維持管理における点検項目の更なる拡充を検討しつつ、点検結果の評価を反映した適切且つ効率的な施設整備を行う。
- ・石綿（アスベスト）対策としては、全ての吹き付け材についての成分分析を実施するとともに、その結果に応じたきめ細かな対応策を講じる。

2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

(1) 柔軟な人事制度の確立

（優秀かつ多様な人材の確保）

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かし、外国人や海外経験者も含め、産総研の経営戦略に沿った優秀かつ多様な人材の確保を図るため、研究環境の整備、任期付任用制度の見直し、独自の採用試験制度の導入など新たな採用制度を構築する。また、女性にも働きやすい環境を整備し、女性職員の採用に積極的に取り組む。特に研究系の全採用者に占める女性の比率を第2期中期目標期間末までに、第1期中期目標期間の実績から倍増することを目指す。

《平成18年度計画》

- ・現在、人材育成・テニュー化等の見直しを含めたキャリアパスを検討中であり、その議論をふまえた採用制度の検討を行う。また、これまで行っていない主要な地域の大学における就職説明会についても順次開催する。
- ・女子学生を対象とした就職説明会等を実施して女性職員の採用増加に努める。
- ・「男女共同参画室」を理事長直轄の室として設置し、昨年度提案したアクションプランを実行に移すと共に、男女共同参画推進委員会を継続的に開催し、女性職員にとって魅力ある各種制度や職場環境の改善を図る。（多様なキャリアパスの確立）

【中期計画（参考）】

- ・研究系、事務系職員それぞれに対し、研究実施、研究支援、組織運営などの様々な業務における多様なキャリアパスを明確化することで、職員がその適性を活かして能力を最大限に発揮することを可能とし、優れた研究成果の創出、研究関連・管理部門等のサービスの質の向上を図る。

《平成18年度計画》

- ・昨年度までのキャリアパス設計に基づいて、人材育成の視点に基づく採用、人事異動、評価、昇格、研修、資格、高齢者雇用、男女共同参画等の具体的な諸制度を関係部署と協力して見直す。また、各制度の整合性を図ることにより、トータル人材開発プログラムを作成し実施する。

【中期計画（参考）】

- ・知的財産管理、産学官連携、技術情報分析等をはじめとする研究関連分野においては、研究系職員の能力をより有効に活用し、その活動の一層の高度化を図る。

《平成18年度計画》

- ・検討中のキャリアパスに基づいて、研究職員の研究関連部門への流動促進に努め、研究職員の専門知識を活かした活動を促進する。

（非公務員型移行を活かした人材交流の促進）

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かした新たな人材交流制度を構築し、大学や産業界等からの人材受け入れ、あるいは弾力的な兼業制度を活用した産総研からの派遣など外部との交流を強力に推進する。第2期中期目標期間においては、第1期中期目標期間には実績のなかった民間企業への出向を促進し、出向と役員兼業の件数を合わせて、第1期中期目標期間の実績の倍増以上を目指す。こうした活動を通じて、研究成果の産業界への積極的移転、外部との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の更なる向上並びに人材の育成等を図る。

《平成18年度計画》

- ・新たに制度化した人材交流制度を積極的に活用し、大学や産業界との人材交流の促進を図る。また、国立大学法人との連携・協力協定を活用して、より広範な人事交流を進める。
- ・新たに制度化した弾力的な兼業制度を積極的に活用し、産総研の成果の普及を推進する。

(2) 職員の意欲向上と能力開発

（高い専門性と見識を有する人材の育成）

【中期計画（参考）】

- ・職員の業務に必要な専門知識、技能の向上、さらには将来の産総研内外のキャリアパス開拓にも繋がるよう研修制度の充実を図るとともに、海外研修や民間企業への出向等による能力開発を支援し、高い専門性と広い見識を有する人材の育成を推進する。

《平成18年度計画》

- ・階層別研修においては、各階層に必要なスキル修得を目指し、また、産総研の理念、研究戦略などの理解と確認を図るため経営層と受講者との討論会の導入等、研修内容の拡充を図る。
- ・分野別研修では、職員の業務に必要な基本的知識の修得に加え、専門的な知識・技能を身につけるための研修を行う。
- ・自己啓発研修では、専門的知識・技能の修得を通じたスキルアップを支援するための研修を行う。
- ・派遣研修では、高度な専門知識の修得、実践的な専門知識の習得、実務の実践のため海外及び国内の大学、関係機関へ派遣する。更に、外国語修得のため、海外の大学、語学研修機関へ派遣する。

- ・職員の知的財産調査、知的財産戦略立案に係る能力を向上させるため、知的財産に係わる研修を実施する。

- ・産総研の研究者の創業意識を高めるためのベンチャー創業に関する研修は、産総研全体の人材育成戦略を鑑み実現する手段として、産総研全体の職員研修カリキュラムに組み入れて実施することについて検討する。

【中期計画（参考）】

- ・研究能力を涵養する期間であるポスドクについては、研究のプロフェッショナルとしてのみではなく、産業界等で広く活躍できる人材となるよう、適切に育成を行う。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に開始した高度専門技術者育成事業を活用して、民間企業で活躍できる研究支援者等を育成することに努める。

（個人評価制度の効果的活用と評価の反映）

【中期計画（参考）】

- ・個人評価制度については、職員の意欲を更に高めることを目的として、目標設定とその達成へのきめ細かな助言などを通じた評価者と被評価者間のコミュニケーションツールとして効果的な活用を図るとともに、業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなどにより、評価結果を給与等の処遇に適切に反映する。

《平成18年度計画》

- ・評価者のスキル向上のためコーチングや評価傾向の理解等の研修を行う。
- ・業績手当の給与総額に占める比率について、これまでの実績を分析し、比率拡大への方策を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・職員の個人評価にあたっては、優れた研究業績、研究所への貢献、産業界及び学界等を含む社会への貢献等の多様な評価軸を用いることで、様々な活動を適切に評価するとともに、キャリアパス選択にも反映できるよう評価制度を適宜見直す。

《平成18年度計画》

- ・新たに設計するキャリアパスに基づいて評価制度の見直しを検討する。
- ・人事評価委員会・専門委員会を適切に運営して、適切な評価に務める。
- ・不服申立制度は、引き続き評価者と申立者との間で共通の理解が得られるような裁定等に努め、適正な制度運用を行う。

3. 環境・安全マネジメント

（安全衛生の向上）

【中期計画（参考）】

- ・産総研における全ての事業について、事故及び災害等の発生を未然に防止し業務を安全かつ円滑に遂行できるよう労働安全衛生マネジメントシステムを導入し、安全管理体制の維持・強化を図る。
- ・システムの導入に当たっては、環境マネジメントシス

テムとも統合した総合的なマネジメントシステムを構築し、環境に配慮した安全で快適な職場環境を実現する。

《平成18年度計画》

- ・労働安全衛生と環境を統合した環境・安全マネジメントシステムの適用範囲の拡大を図る。具体的には、つくば西事業所及び臨海副都心センターにおける運用を確実なものとするとともに、つくば中央及び地域センターの4箇所以上の事業所において環境・安全マネジメントシステムの適用を開始する。

(省エネルギーの推進と環境への配慮)

【中期計画 (参考)】

- ・省エネ機器の積極的導入やエネルギー使用状況のモニタリング等を実施するとともに、省エネ意識の醸成及び奨励制度の導入に取り組み、産総研全体として、業務のために要するエネルギーの削減を図る。

《平成18年度計画》

- ・施設整備等に際しては、高効率型の設備機器の導入を図るなど、引き続き省エネルギー対策を推進していく。
- ・平成17年度に実施した省エネルギー診断を踏まえて、その有効性を評価・分析すると共に、引き続きエネルギー使用量の把握、解析を行い、最適かつ効率的な設備運用管理を実施する。また省エネチェックシート運用の徹底等の省エネルギー行動への積極的な取り組みを推進していく。

【中期計画 (参考)】

- ・ISO14001に準拠した環境マネジメントシステムを産総研全体で構築し、その成果等を環境報告書として取りまとめ毎年公表する。

《平成18年度計画》

- ・ISO14001認証取得している3事業所の登録を継続するとともに、新たに構築した環境・安全マネジメントシステムの適用事業所の拡大を図り、エネルギー削減、環境保全に、その運用効果を拡大していく。また、その成果などについて、全拠点を対象にした環境報告書を作成し公表する。

4. 業務運営全体での効率化

【中期計画 (参考)】

- ・運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3 %以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1 %以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針（平成17年12月24日閣議決定）に基づき、国家公務員の定員の純減目標（今後5年間で5 %以上の純減）及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行い、第2期中期目標期間の終了時（平成21年

度）までの4年間で4 %以上の人件費を削減する。

《平成18年度計画》

- ・運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3 %以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1 %以上の効率化を達成する。

III. 予算（人件費の見積もりを含む）、収支計画及び資金計画

1. 予算（人件費の見積もりを含む） 【別表4】

2. 収支計画 【別表5】

(自己収入の増加)

【中期計画 (参考)】

- ・第2期中期目標期間における外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。

《平成18年度計画》

- ・外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。(固定的経費の割合の縮減)

【中期計画 (参考)】

- ・第1期中期目標期間に引き続き、高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

《平成18年度計画》

- ・高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

3. 資金計画 【別表6】

IV. 短期借入金の限度額

【中期計画 (参考)】

- ・(第2期：23,718,000,000円)

想定される理由：年度当初における、国からの運営費交付金の受入れ等が最大3ヶ月程度遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払遅延を回避する。

《平成18年度計画》

- ・なし

V. 重要な財産の譲渡・担保計画

なし

VI. 剰余金の使途

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

【中期計画 (参考)】

- ・用地の取得
- ・施設の新営及び増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

《平成18年度計画》

- ・用地の取得
- ・施設の新営及び増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

VII. その他主務省令で定める業務運営に関する事項

1. 施設及び設備に関する計画

【中期計画（参考）】

- ・中期目標の達成のために必要な施設及び設備を適切に整備していく。

施設・設備の内容	予定額	財源
<ul style="list-style-type: none"> ・電力関連設備改修 ・給排水関連設備改修 ・排ガス処理設備改修 ・外壁建具改修 ・その他の鉱工業の科学技術に関する研究及び開発、地質の調査、計量の標準、技術の指導、成果の普及等の推進に必要な施設・設備の整備 	総額 197.44億円	施設整備費補助金 172.09億円 現物出資による還付消費税 25.35億円

(注) 上記予定額は、【別表4】の試算結果を掲げたものである。

《平成18年度計画》

【平成18年度予算（施設整備費補助金）】

- ・老朽化対策として、空調設備等改修、給排水衛生設備改修、研究排水埋設管改修、電力・電灯設備改修、高圧ガス設備等改修、排ガス処理設備等改修等を実施する。総額48.0億円
- ・高度化対策として、中国センターにおいて木質系バイオマスによる BTL 製造設備用高度化改修、及びつくば西事業所において高圧水素脆化評価試験のための高圧ガス実験施設改修を実施する。総額2.4億円
- ・東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点を整備する。総額7.6億円

【現物出資による還付消費税】

- ・耐震化改修、その他老朽化対策を実施する。平成18年度予定額11億円

2. 人事に関する計画

(方針)

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としての特徴を十分に活かした人事制度を構築し、我が国の産業競争力向上にも繋がるよう、多様な人材の採用及び活用を図る。

《平成18年度計画》

- ・現行採用制度による採用を進める中で、年齢バランスを踏まえた将来負担の増加を伴わないような安定的な人材確保のための改善策を検討する。
- ・引き続き人材交流制度を積極的に活用し、外部機関との人材交流を促進する。
- ・上記の制度を運用しつつ、引き続き問題点の洗い出しを行い、必要に応じ制度の改善案の検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を引き下げる。

《平成18年度計画》

- ・管理部門の人件費については、業務効率化アクションプランを推進するとともに高年齢者雇用制度等を活用した職員配置計画を検討し、第2期中期目標期間における総人件費に対する割合の引き下げにつながるよう努める。

(人員に係る指標)

【中期計画（参考）】

- ・任期付任用制度、産総研特別研究員制度の見直しを行い、優れた人材の確保と外部への人材供給を活性化させる。

《平成18年度計画》

- ・若手の優れた研究者人材確保のために、産総研特別研究員制度を継続するとともに産業界との人材交流を促進する新たな任期付職員採用制度について検討する。

【中期計画（参考）】

- ・全職員数に対して、管理部門の職員数が占める割合を引き下げる。

《平成18年度計画》

- ・管理部門の職員数については、業務効率化アクションプランを推進するとともに高年齢者雇用制度等を活用した職員配置計画を検討し、第2期中期目標期間における全職員数に対する割合の引き下げにつながるよう努める。

3. 積立金の処分に関する事項

【中期計画（参考）】

- ・なし

《平成18年度計画》

- ・なし

【別表1】 鉱工業の科学技術

I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発
 高齢化社会における健康で質の高い生活が求められている。そのためには、病気や怪我にならないこと、罹患してもできるだけ早く正確に病気を発見できること、そして発見された病気や怪我に対して安全で効果的な医療が受けられることが必要である。そこで、これまでより迅速で簡便な早期診断技術を開発して予防医療を促進するとともに、ヒトゲノム情報を利用して個々人の特性に適合したテーラーメイド医療の実現に貢献する。また、画像診断技術や細胞工学技術などを用いた精密診断及び再生医療技術を開発して、安全かつ負担の少ない効果的な診断・治療を実現する。さらに、人間特性の評価に基づく脳機能や身体機能を維持する技術の開発及び生物機能を利用した機能性食品素材などの開発を行い、科学的知識と技術に裏打ちされた健康管理を日常生活に浸透させることで健康寿命の延伸を実現する。

1. 早期診断技術の開発による予防医療の促進とゲノム

情報に基づいたテーラーメイド医療の実現

罹患の初期に現れる疾患マーカーを見出してこれを簡単に検知できれば早期診断が可能になり、疾患が重大な局面に進行する前に治療をうけて回復することができる。そこで、ヒトゲノム情報を利用して早期診断に有用なバイオマーカーの探索と同定を行う技術を開発する。また、生体分子の網羅的な解析技術とバイオインフォマティクス技術を用いて、ヒトゲノム情報などから創薬の標的となる遺伝子候補や個人々の特性を示す遺伝子情報などを見出し、個人の特性に適合した効果的な医薬の開発を支援することでテーラーメイド医療の実現に貢献する。

1-(1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

予防医療を実現するためには、早期診断に利用できる有用なバイオマーカーを発見し同定することが必要である。そこで、種々の生体反応に関係する生体分子の中からバイオマーカーを探索して同定するための技術を開発する。また、ヒトゲノム情報から予想される生体分子の機能を網羅的に解析して、バイオマーカーを同定するための研究開発を実施する。そして、同定されたマーカーの検出・評価技術を開発して早期診断に基づいた予防医療を実現するための基盤技術を開発する。

1-(1)-① 生体反応の分子メカニズムの解明によるバイオマーカーの探索と同定

【中期計画（参考）】

- ・ガン等の疾患の早期診断と治療に役立てるため、疾患マーカーとして有効な糖鎖の探索と同定を行う。そのために、ヒトのすべての糖鎖合成関連遺伝子を利用した遺伝子発現解析技術や糖鎖構造解析技術及びレクチンと糖鎖間の相互作用を利用した糖鎖プロファイリング技術を開発する。これらにより疾患や細胞分化のマーカーとして同定された糖鎖を診断や治療に利用する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・現在、糖鎖関連遺伝子 Fut 9、G 3、G 7、G 34、O 16 遺伝子のノックアウトマウスが樹立されている。これらノックアウトマウスを用いて、癌化、癌転移、免疫、感染、などに関する研究を続行する。その糖鎖構造を解析し糖鎖機能を探索する。
- ・各種細胞株、組織、血清などから疾患特異的な糖鎖を見出すため、これまでに開発した微量迅速解析システムに HPLC を組み合わせて比較定量を可能とする。
- ・ノックアウトマウスの免疫系を中心として解析する。それとともに、糖鎖の欠失に伴う新たな表現型のスクリーニングを行い、糖鎖との関連について解析する。機能解析としてノックアウトマウスの組織病理解析や細胞レベルでの異常などについて調べる。異常をきたしている糖鎖の生化学的解析あるいは質量分析計を用

いた構造解析などを行う。何らかの疾患を伴うと予想される糖鎖遺伝子があれば、新たなノックアウトマウス系統の樹立も行う。

- ・免疫異常に関連した糖鎖異常について解析・同定するにあたり、モデル系（あるいは血清など生体試料）での解析法の技術開発を引き続き行う。生体試料の前処理（調製）法とその解析手法・条件などについて検討する。
- ・免疫系細胞や幹細胞などに特徴的な糖鎖関連バイオマーカーを探索する。また、硫酸基糖鎖の機能解析のため、硫酸基が全身組織から欠けたマウスが胎生致死である原因の特定にあたるとともに、臓器特異的あるいは時期特異的に硫酸基が消失するモデルマウスを調製する。
- ・糖鎖エンジニアリングプロジェクト等で得られたレクチンに関するデータを整理した上で論文・知財化を進める。また、関連企業と別途共同研究を開始し、糖鎖プロファイリングに有効なレクチン開発事業を新たに展開する。
- ・レクチンアレイの作製技術に関する特許・ノウハウを企業へ技術移転する。製品化に不可欠な、低コスト・高パフォーマンス・高安定型のアレイ作成技術に本格的に取り組むとともに、アレイを用いた独自の糖鎖機能解析システムの構築を開始する。この部分は次期糖鎖関連プロジェクトの一翼を担う部分として位置づける。

【中期計画（参考）】

- ・疾患等により細胞膜の構造が変化することからこれを知るための糖脂質及びその代謝に関連する生体分子を探索し、これらを有効なマーカーとして疾患の診断や治療等に利用する。

《平成18年度計画》

- ・1分子計測技術による成長因子レセプターEGFR や糖脂質の可視化技術の開発を行う。また、免疫応答や感染防御などに対する糖脂質の制御機構についても、同様にレセプターや糖脂質の可視化技術を用いた機能評価技術の検討を始める。
- ・ECM33遺伝子産物の機能及びそれが GPI アンカー型蛋白質のマイクロドメイン形成に与える効果について解析する。

【中期計画（参考）】

- ・脳神経疾患の診断と予防に利用するため、神経細胞の増殖や分化及び機能発現等に関与する遺伝子とその産物の同定を行い、これらの分子に着目して神経細胞機能の解析評価技術や診断技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・中枢神経系コリン作動性薬の探索に利用できるセンサーチップの作製とその機能評価を行う。平成17年度に得たペプチドのジスルフィド結合を核としたスキャフォールドを利用し、ペプチドの高機能化（親和性、特

異性、低分子化)を行う。

- ・平成17年度に同定した発生初期胚における表皮化誘導遺伝子 *Xzar2* の発現によって起動する一連の表皮化ネットワークを解明する。
- ・皮膚と毛包において、毛成長周期とともに発現が変化することを見出した増殖因子 *FGF18* について、それが有する発毛誘導現象を高い効率で再現するための条件を、投与法、分子エンジニアリングの両面から最適化する。
- ・細胞障害時に顕著な発現変動を認めた増殖因子 *FGF* ファミリー数種のうち、機能の不明なものについて、その遺伝子発現変動と機能の関連などを解析する。
- ・*FFRP* 転写因子と *DNA* との複合体を結晶化するとともに、アポトーシス制御因子を含む類似タンパク質の構造・機能と *FFRP* の構造・機能を比較解析し、これらタンパク質群の分化の過程を解明する。
- ・人工膜の組成と膜受容体の組み込み条件を検討する。基板に固定した人工膜に *G* タンパク質共役型受容体の膜画分あるいは可溶化タンパク質を組み込んだセンサーを作製し、その機能評価を行う。また受容体と並行して、セロトニンや *ATP* を感知して電流を流すイオンチャンネルの組み込みについても検討する。
- ・これまでカエル未分化細胞及びマウス *ES* 細胞で作製可能になった心臓やすい臓の分化誘導系をモデルケースとして、マイクロアレイ及びプロテオーム解析を行い、これら臓器・器官の分化に関わる遺伝子を同定・検証する。そしてこれらの情報を元に臓器形成ロードマップを構成する遺伝子を探索する。さらにこれらの遺伝子がどのように臓器形成に関わっているかについて、その機能解析を行うことでロードマップの基礎情報を収集する。また、幹細胞の未分化性を制御する新規遺伝子についても探索を行い、その機能解析を進める。

【中期計画 (参考)】

- ・生活習慣病の予防に利用するために、健常人及び罹患者の生体組織試料について遺伝子の発現頻度解析及びマイクロサテライトマーカー法による遺伝子多型の解析を行い、この結果を臨床情報と関連付けて生活習慣病関連遺伝子を同定する。そして同定された遺伝子の産物である種々のタンパク質の機能を解明して生活習慣病の予防に役立てる。

《平成18年度計画》

- ・遺伝子発現頻度解析やタンパク質細胞内局在情報等を利用して、疾患関連遺伝子産物である種々のタンパク質の機能の解明を行う。

【中期計画 (参考)】

- ・加齢にともなう生体機能の低下や罹患者の増加の原因を追求するため、生まれてから死ぬまでの一生の間の生体機能の変動を表す種々のマーカー分子を同定し、変動を制御するメカニズムを解明する。そして、加齢

に関係した疾患の予防や治療及び高齢者における免疫や脳機能の維持に資する技術や創薬の開発に役立てる。
《平成18年度計画》

- ・年齢軸恒常性の統合的理解に向け以下の解析とデータベース構築を行う。
 - 1) 肝核蛋白質の網羅的解析と年齢軸変動段階の同定。
 - 2) 肝核蛋白質の年齢軸発現変動データベース (DB) 構築。
 - 3) 老化特異的に変動する肝核蛋白質群の同定と変動機序解析。
 - 4) 肝細胞質蛋白質発現の年齢軸変動網羅的解析と DB 拡充。
 - 5) 肝蛋白質発現変動の性差解析と DB の拡充。
 - 6) 肝遺伝子発現の年齢軸変動解析の完了と鳥瞰的変動段階の同定。
 - 7) 成長ホルモン依存性肝遺伝子群の網羅的同定と年齢軸調節解析。
- ・*ASE/AIE* 型の年齢軸遺伝子発現調節機構 (最初の年齢軸恒常性分子機構) の精査と確立に向けた研究を行う。
 - 1) *ASE* 及び *AIE* 結合肝核蛋白質の機能と関与ネットワークの解析。
 - 2) 年齢軸工学開発基盤の強化のための *ASE/AIE* 分子機構の高度普遍性の検証。
 - 3) ヘプシンの機能とヘプシン活性化の年齢依存性機構の解析。
 - 4) ヒトプラスミノゲン遺伝子を持つトランスジェニックマウスの年齢軸解析。
- ・成人・老人病の予防・治療、健康増進技術開発基盤整備に向けた研究を行う。
 - 1) 免疫寛容誘導に重要なパイエル板プラズマサイトイド細胞の機能解明と新規マーカー検索。
 - 2) *ASE* 結合因子の *DNA* 結合自己阻害機序解析と免疫に関与する転写因子 *SATB1* の *DNA* 複合体構造決定。
 - 3) 獲得免疫系における多様性の時間軸変動とその分子基盤の精査。
 - 4) 神経可塑性に関与する因子 *adducin* と *SPARC* の分子機能及び年齢軸依存的変化の解析。
 - 5) 自然免疫疾患の加齢悪化分子機構の解析。
 - 6) 異常構造変化する蛋白質 (プリオン、アミロイド) 標的アプタマー創出。

【中期計画 (参考)】

- ・生物時計などの生体リズムの分子機構を解明するため、リズムの発生や伝達に関係する分子を同定する。これらをマーカー分子として時刻依存型疾患などの生体リズムの失調が関係する疾患の原因追求に供する。

《平成18年度計画》

- ・肥満モデル動物 (レプチン欠失) や時計遺伝子異常マウスを用いて体内時計が脂質代謝や肥満を制御する分

子機構を解明する。また、時計遺伝子の日周発現制御機構を転写やクロマチンのレベルで解析する。RNAi法や P-エレメント法などの遺伝子抑制技術を用いて新たな時計関連遺伝子を探索する。

【中期計画（参考）】

- 人間のストレスを分子生理学的に評価するため、マーカーとなるストレス応答タンパク質や脂質由来のストレス応答化合物を探索し同定するとともに、体液に含まれるこれらのストレスマーカーを検出するチップを開発してストレスの診断に利用する。

《平成18年度計画》

- ヒト疾病患者のマーカー検証試験に加え、健康人日常ストレス評価への検証を進める。また、動物実験等によってマーカーの科学的根拠を究明し、新たなマーカーを探索する。
- ストレスが実験動物の脳に及ぼす影響を解析し、ストレスマーカーを同定するとともに、ヒトの末梢血など体液の解析から、精神疾患マーカーを同定する。
- メタボロミクス技術の診断・評価技術への応用を目指して、同技術と他の OMICS 技術（ゲノミクス、プロテオミクス等）との融合性及び整合性を検討する。
- 生体試料の前処理プロセスの統合化と微小流体バルブの高度化により、血液ストレスマーカー計測や大規模集積化ラボチップ技術を検討する。また唾液分析装置の研究開発を推進する。

1-(1)-② 生体機能の網羅的な解析によるバイオマーカーの探索と同定

【中期計画（参考）】

- 創薬の標的として重要な遺伝子を同定するため、ヒト遺伝子の発現頻度情報とタンパク質の細胞内局在情報及び相互作用情報を網羅的に取得し解析する。この解析結果を創薬のスクリーニングに利用する。また、ゲノム情報やヒト完全長 cDNA 情報等から遺伝子の発現制御に関する機能性 RNA 分子の同定手法を開発して創薬に利用する。

《平成18年度計画》

- 発現頻度解析については、DNA チップを用いて、乳ガン等の病理診断結果と遺伝子発現プロファイリングを相関させ評価系を確立することにより、適切な治療法の開発を促進すると共に産業化への基盤づくりを推進する。
- あまり研究されていなかったが、最近病気に関係あることが明らかになった分泌タンパク質や核内に存在するタンパク質を選定して、DNA チップを用いた発現情報解析、細胞形態変化観察等の機能解析を行う。
- タンパク質ネットワーク解析については、高精度タンデムマス解析により、神経変成疾患・生活習慣病・ガン・高血圧・筋萎縮症など多岐の疾患における多くの疾患関連蛋白質相互作用を検出する。また、ケミカルバイオロジー研究については、重要な疾患に関連

する相互作用や生命機能に重要なタンパク質を制御する低分子生理物質のスクリーニングを行い、基盤情報を蓄積するとともにゲノム創薬を推進する。

- バイオインフォマティクスの活用に関しては、mRNA 型機能性 RNA 候補に対し、既知の mRNA 制御エレメントの有無、イントロンや RNA 末端配列などの遺伝子構造情報を調査し、機能性 RNA 候補の選別指標を決定する。
- 機能性 RNA のマスペクトロメトリー、マスフィンガープリントの開発を行い、高感度での直接解析を目指す。また non-codingRNA マイクロアレイを作製し、機能性 RNA のゲノムワイドな発現解析ツールを開発する。
- 機能性 RNA の同定と機能解析に関しては、mRNA 様 ncRNA を対象に、生合成機構・細胞内局在・発現変動など多面的な角度からの non-coding RNA の特性を精査し、機能性 RNA 候補の選別を行う。

【中期計画（参考）】

- 神経ネットワークの機能発現に関わるバイオマーカーを探索して同定するため、新たな神経細胞培養系、脳スライス実験系、全脳実験系や遺伝子改変モデル生物実験系を構築して神経ネットワーク情報伝達系の可視化・解析技術を開発する。

《平成18年度計画》

- 鎮痛剤等の開発に重要なチャンネルタンパク質、すなわち温度や浸透圧のセンサーである TRP チャンネルと痛みを伝達する P2X2チャンネルの構造解析分解能を、平成17年度に達成した30 Åから、10 Å程度にまで向上させる。
- 青色域蛍光タンパク質融合型プレシナプス特異分子を発現する遺伝子改変マウス系統、及び黄色域蛍光タンパク質を発現させ神経細胞形態の変化を観察できる遺伝子改変マウス系統の2つを掛け合わせて、同時に2種類の蛍光タンパク質を発現させたマウス系統を作製する。また、それを用いてシナプス結合の変化を計測する。
- 神経ネットワーク結合やシナプス可塑性機構の解析・可視化に利用するため、電位感受性色素と蛍光タンパク質を用いた SN 比の高いプローブを開発する。

【中期計画（参考）】

- 同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するため、細胞情報の大規模処理が可能な新規分子プローブ及びそれを導入したトランスフェクションマイクロアレイなどの検知技術を開発する。得られた細胞情報を細胞機能の制御に利用するため、ナノテクノロジーなどを利用した細胞操作技術を開発する。

《平成18年度計画》

- 発光タンパク質や蛍光タンパク質を利用したマルチ遺伝子発現リアルタイム解析デバイスについて、以下の研究を行う。

- 1) 多色発光、高機能化ルシフェラーゼを基盤に、一細胞内における複数分子ダイナミズムを解析する技術を確認する。
- 2) 化学物質毒性評価系として、発ガンや免疫応答で変動する遺伝子群のプロモーター配列をクローン化し、マルチ遺伝子発現システムに導入し、評価デバイスを作製する。
- タンパク質構造機能相関について、以下の研究を行う。
 - 1) 固体基板上に固定化されたモデル生体膜システムを構築するため、脂質二分子膜へ導入したチトクロム P450 酵素等の機能を解析する方法を検討する。基板材料、パターン化脂質二分子膜作製技術の最適化を行う。
 - 2) 表面近傍 nm レベルの観察が可能な表面プラズモン励起顕微鏡開発において 1 μm 以下の面内の空間分解能を目指す。
 - 3) 光で活性制御ができるケージド化合物の性状解析や装置の技術改良を行い、ケージド化合物技術の汎用化・体系化を進める。
 - 4) 標的要素と特異的に相互作用するプローブ分子を設計し、蛍光測定などにより分析可能な官能基を導入する。
 - 細胞機能を担うタンパク質の構造機能相関について、以下の研究を行う。超耐熱性エンドグルカナーゼ（糖質関連酵素タンパク質）機能の向上と最適化を目指し、構造解析及びタンパク質工学による機能改変を行う。バイオセンサーの開発に有望と思われるタンパク質（スレオニンデヒドロゲナーゼ、チオレドキシニンシステム関連タンパク質等）の構造決定と機能解析を行う。主に抗体などのタンパク質のジスルフィド結合に着目して、熱安定性の向上を図る。永久磁石を用いた磁気浮上を実現しタンパク質結晶生成する。
 - RNA 干渉技術とトランスフェクションマイクロアレイを組み合わせることによって、ヒト癌細胞の死滅に関する遺伝子機能の網羅的な解析技術を開発する。
 - 直径 200 nm、長さ 5 μm の針（ナノ針）を用いた遺伝子導入技術を応用し、乳癌細胞に対するホルモン製剤の薬効試験評価モデルを構築する。また、ナノ針を用いて細胞内骨格タンパク質を力学的に検出・定量する技術を開発する。
 - 体臭識別への応用を目指して、嗅覚レセプタの匂い分子識別機構及び匂い情報形成アルゴリズムの解明をさらに進めるとともに、培養細胞での嗅覚レセプタの機能発現系を用いたセンサ化の方法を検討する。
- 【中期計画（参考）】
- ガン等の疾患マーカー分子の迅速且つ網羅的な同定・検出・評価をするため、高感度バイオイメージング、ゲノムアレイ及び磁気ビーズ等を用いたゲノム解析技術を開発する。
- 《平成18年度計画》
- 4,000個の BAC クローンの高密度アレイにより食道癌・胃癌等の臨床検体 DNA を解析し、癌に特異的な異常部位を解析する。日本人に特有の疾患の遺伝子レベルの解析には日本人のゲノム断片のライブラリーが不可欠である。患者由来の DNA を解析するため、日本人のゲノムライブラリーの整備を行い、アレイ製作に用いる。高精細型プロトタイプイメージング装置により、ヒト癌細胞内の p53 癌抑制タンパク質と不死化タンパク質モータリンの相互作用の生細胞内リアルタイム解析を行う。
 - 磁気ビーズなどへの生体分子の固定技術、糸上に DNA を固定化してタンパク質を発現させるアレイ技術など、遺伝子変異や疾患マーカーなどを解析する技術について、研究や臨床現場で有用な、高い操作性と信頼性を備えた技術を確認する。
 - 麹菌のゲノム情報を利用して以下の研究を行う。生育に不要な遺伝子の不活化などにより、麹菌の育種の効率化のための基本技術を確認する。新規な抗真菌剤の標的となりうる遺伝子を探索する。麹菌の遺伝子の発現情報や代謝産物などについてデータベース化を進める。
 - 感染症・癌関連マーカー分子探索を加速するフォーカスド化合物ライブラリーの拡充とその実用化研究を行う。これまで独自に開発した自動合成システム等により構築しているフォーカスド化合物ライブラリーを拡充すると同時に、医薬品探索研究に活用するためのデバイス及び新技術を確認することにより、創薬メーカー等との共同研究を加速して新規な医薬品リード化合物群を創出する。
- 1-(2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発
- 薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮したテーラーメイド医療の実現が求められている。そこで、ヒトゲノム情報をもとに作成した網羅的なタンパク質や糖鎖の合成プールを利用して、特定のタンパク質や糖鎖と相互作用する物質を探索し、個々人の特質に適合した創薬の支援技術を開発する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、遺伝子やタンパク質などの機能予測及び化合物-タンパク質ドッキングシミュレーションを実現して、膨大な化合物の中から医薬品候補を選び出すことのできる創薬支援技術を開発する。
- 1-(2)-① ヒト遺伝子産物の機能に基づいた創薬支援技術の開発
- 【中期計画（参考）】
- ヒトゲノム情報のタンパク質への効率的な翻訳体制を確認する。これを利用して重要なタンパク質及びそれに対応する抗体を作製してプロテインチップや抗体チップなどの解析ツールを開発する。さらにこのチップを利用してタンパク質の機能を制御する低分子化合物

の解析を行い、創薬支援や診断薬の開発支援技術として利用する。

《平成18年度計画》

- ・プロテオーム発現解析では、小麦胚芽系で発現・精製したタンパク質を用い、ヒトプロテインチップ(25 K)を作製し、自己免疫疾患の病態の解明を行う。サイトカイン、受容体タンパク質の細胞外ドメイン、カインース、フォスファターゼ等の発現や機能解析を行う。未知、既知を含め病気の原因遺伝子等の重要なクローンを中心に、Gateway エントリークローンの整備の完成度を高める。抗体チップ作製の予備検討も行う。

【中期計画（参考）】

- ・遺伝子の機能を解明するため、ヒト遺伝子の発現を個々に抑制できる siRNA 発現ライブラリーを作成する。これを用いて遺伝子機能を個々に抑制することで疾患に関係する遺伝子などの重要な遺伝子を見出す。これら遺伝子の翻訳産物の機能や遺伝子発現の調節機構を解明して医薬や診断薬の開発に向けた標的遺伝子を明らかにする。

《平成18年度計画》

- ・創薬に関連した遺伝子を同定するため、細胞内情報伝達経路に関連した遺伝子群に対する siRNA ライブラリーを用い、新規ドラッグターゲット分子の探索を行う。また、試験管内で標的分子に結合するペプチドを選択するシステムを用い、細胞外受容体に結合するペプチドのスクリーニングを行う。

【中期計画（参考）】

- ・糖鎖マーカーを利用した創薬支援技術を開発するため、酵母による糖タンパク質糖鎖の改変技術等を開発する。また、糖転移酵素の発現技術と糖鎖関連化合物の生産技術を開発し、これらを利用して糖転移酵素や糖鎖分解酵素等に対する新規な酵素阻害剤の設計と合成を行い医薬品としての機能を評価する。

《平成18年度計画》

- ・GPI 合成系がタンパク質の品質管理にどのように関わっているのかを調べる。また、PIR 型細胞壁タンパク質や糖転移酵素が、キチンリングやゴルジ体に各々局在するメカニズムについて解明する。
- ・酵母によるマンノース-6-リン酸型やムチン型などのヒト型糖鎖の生産技術を、リソソーム病治療薬やバイオマーカーの抗原、抗体などの生産に応用する。
- ・マイクロ波を利用した糖鎖合成、液晶の配行性を利用することにより分子間相互作用の解析を可能とする液晶 NMR を用いた糖鎖機能の探索など、糖鎖調製・機能探索・利用までの一連の基本技術開発を引き続き行う。

1-(2)-② バイオインフォマティクス技術を利用した創薬支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・創薬の標的を明らかにするために、複数の生物のゲノ

ム配列を比較する方法及びマイクロアレイ等による大量の遺伝子発現情報を解析する方法を開発する。これに基づきゲノム上に存在するタンパク質コード領域や機能性 RNA のコード領域及び転写制御領域などの構造を情報科学的に明らかにする手法を確立する。

《平成18年度計画》

- ・ヒト・マウス・ラットの3種類のゲノム配列情報、転写因子結合パターン情報、及びマイクロアレイデータベースから得た共発現データ等を統合化したプロモーター解析ツール Shoe のプロトタイプ版を完成させる。麹菌ゲノムのさらなる解析を進め、非コード RNA や代謝経路マップについての高度な情報を公開済みデータベース上に追加する。
- ・アライメントソフトウェア SCARNA を発展させ、ヒトゲノム上の非コード RNA を高速に検索するシステムを開発する。
- ・文献調査により、1500枚以上のマイクロアレイ・プロファイルについて、細胞種の付加価値記述を付加してデータベース化する。

【中期計画（参考）】

- ・タンパク質の立体構造及び機能を予測するためのソフトウェアを開発する。まず、フォールド認識法と網羅的モデリングを融合させ高い精度をもつタンパク質の立体構造予測法を完成する。次に、立体構造の動的性質に注目して膜タンパク質等の機能予測法を開発する。これらの成果を創薬の重要な標的である細胞膜受容体や酵素へ適用し、創薬支援システムとして提供する。

《平成18年度計画》

- ・創薬支援のための分子モデリングや機能予測を可能にするため、以下の研究を行う。
 - 1) タンパク質の立体構造予測システムの全自動化を進め、多数の実例を通じて予測の精度を評価する。またディスプレイ領域の予測手法を開発する。
 - 2) 創薬標的として重要な膜タンパク質及び酵素タンパク質に特化して、平成17年度までの研究成果を付加価値の高いデータベースとして編纂し国際的に公開する。
 - 3) 平成17年度までに収集した G タンパク質共役受容体の遺伝子候補に対して、G タンパク質の種類予測をはじめとする種々の機能予測を網羅的に実施する。

【中期計画（参考）】

- ・遺伝子や生体分子に関する情報の高度な利用を促進するため、遺伝子、RNA 及びタンパク質のアノテーション（注釈づけ）をヒト完全長 cDNA レベルからゲノムレベルに展開する。これらの情報に加えて、遺伝子の発現頻度情報や細胞内局在情報及び生体分子の相互作用情報等を統合したバイオ情報解析システムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・ヒトゲノム配列からの遺伝子予測と転写産物配列を用いた予測を組み合わせて、新規遺伝子候補を発見する。発見候補遺伝子に対して、スプライシング変異体の検出を含めた各種のアノテーションを実施し、その結果をヒト全遺伝子アノテーション・データベースに格納する。そこで必要となる機能アノテーション及び構造アノテーションの性能向上のため、独自のバイオインフォマティクス技術開発を行う。
- ・ヒト全遺伝子の遺伝子発現データを収集したデータベースを構築し公開する。全ゲノム配列の比較ゲノム解析を3種以上のゲノムデータを用いて行い、それを用いたゲノム保存領域発見のための技術を開発する。スプライシング変異体の転写制御及びスプライシング制御の機構を解明するため、各種転写因子の結合サイトやスプライシングのシグナルを同定するためのバイオインフォマティクス技術を開発する。
- ・疾患の分子機構に関する情報を網羅的に収集するため、既知の疾患関連遺伝子に関する文献情報を整備・統合化したデータベース LEGENDA を構築する。これを、新規の疾患関連遺伝子の予測ソフトウェアとともに公開・提供する。特に、慢性関節リウマチと糖尿病を対象とした解析作業を行い、その成果をデータベース化して公開する。

2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

診断や治療における患者の負担を軽減するには、正確な診断に基づいた効果的な治療を迅速かつ安全に施すことが必要である。そこで、短時間で精密な診断を可能にする生体分子のイメージング技術や計測装置などの研究開発を実施する。また、効果的な治療として再生医療や生体適合性材料を利用した喪失機能の代替技術を開発する。さらに、治療の安全性を高めるための手術の訓練支援システムを開発する。

2-(1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

正確な診断と効果的な治療を施すため、短時間で計測できる高速診断法、細胞における分子の機能を解析できる画像診断法などを開発する。また、治療の効果と安全性の向上を目指し、精度の高い位置決め機構を有する治療支援装置を開発するとともに手術の訓練支援システムを開発する。

2-(1)-① 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。
《平成18年度計画》
- ・低侵襲検査診断システムにおいて不可欠な超高速 MRI 技術を実現するために、試作した画像再構成装置及び開発した撮像技術を用いて生体の動的変化の撮

像を試みる。

- ・細胞の活動電位の計測あるいは電気刺激が可能な低侵襲微小電極を開発するため、試作した多点微小電極の電極針側面の絶縁性を向上させ、その効果を電気生理学実験によって評価する。

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に可能となった蛍光色素1分子の4色リアルタイム検出について、光学フィルターの選択などを吟味して S/N の向上を図る。DNA ポリメラーゼ自体を改変し、蛍光標識ヌクレオチドを効率的に取り込み、ヌクレオチド取り込みのエラーの少ないポリメラーゼの獲得を試みる。また蛍光標識ヌクレオチドの改良によるポリメラーゼ反応制御の手法も併せて検討する。
- ・表面増強ラマン散乱 (SERS) 分光の高感度化を図るために、顕微 SERS 分光装置を用いた分光的研究により SERS 活性の高感度化が見出された単一銀ナノ粒子凝集体について、走査型電子顕微鏡 (SEM) で単一銀ナノ粒子凝集体の形状を観察し、SERS 活性の超高感度化に不可欠な凝集体の形状と SERS 活性の因果関係を直接解明する。

【中期計画（参考）】

- ・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・実細胞の回収操作を達成して細胞ソーティング性能を評価する。また、複数種の細胞（粒子）を同時に分別するマルチソーティングに必要なレーザー走査機構と制御系の基礎的な構築を行い、マルチソーティングの基礎データを評価する。単一細胞レベルでの複合多糖類の活性評価の最適条件を検討する。検出に最適な蛍光プローブ等を選択する。単一細胞診断の要素技術開発として、細胞を用いた診断技術への応用を目的に、複合多糖による活性発現の選択性の高い細胞を選択する。
- ・がん細胞と正常細胞の細胞膜上の成長因子レセプター EGFR の存在状態の比較を行うために、EGFR の量子ドットなどを用いた蛍光標識の検討を行う。具体的には、レセプターの生物活性に影響を及ぼさない効率の良い蛍光標識の方法を検討する。さらに、がん細胞と正常細胞の区別を糖脂質に着目して行う一環として、細胞上で EGFR の活性制御を行う糖脂質 GM3 との相互作用を観察し、糖脂質による活性制御機構の解明にも着手する。EGFR 等の細胞表面のレセプターを可

視化するために、リガンドと共役化させた量子ドット蛍光プローブと AFM を組み合わせたイメージングを行う。このようなイメージングによって、レセプターとリガンドの相互作用機序を解明する。

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

- ・プラスチック（PMMA）製バイオデバイスとタンパク質試料の非特異吸着を防止するための新しいダイナミックコーティング法を開発して、従来困難であったタンパク質の解析を行う。心筋梗塞診断デバイスの実現に向け、全血からの成分分離ユニットと抗体反応ユニットをシングルチップ上に作製し、前処理なしに血液試料から目的蛋白質を診断に十分な感度で迅速に計測できるか否か評価する。
- ・異なるプラットフォームで得られたマイクロアレイのデータを標準化するために、試験管内合成された完全長の mRNA を用いた評価システムを確立する。マイクロアレイ上の DNA ハイブリダイゼーションを可視化するために、量子ドットの活用を図る。マイクロプレート上での高感度非標識二次元検出が可能な偏光変調型のイメージングエリプソメトリーの実験的検証を行う。
- ・ピコインジェクターと分取機構を備えたバイオデバイスについて、同一生体試料から3種類以上の生体高分子が自動分取可能となるように性能を向上させる。

2-(1)-② 治療の安全と効果の向上を目指した治療支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・小さな病変部位を局所的かつ集中的に治療する技術を確立するため、MRI などのイメージング装置下で生体内での微細操作が可能な低侵襲治療用マニピュレータ技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・微小動作のためのアクチュエータ、センサへの MRI の影響について実験的及び数値的に予測する手法を開発する。さらに、MRI 内微細操作マニピュレータの臨床試験実施に必要な前臨床試験評価項目について検討する。

【中期計画（参考）】

- ・外科手術の安全性を向上させるため、擬似患者モデルを用いた手術トレーニングシステムの構築に必要な手術技能評価手法を開発し、その有効性を医学系研究機関と連携して検証する。

《平成18年度計画》

- ・力覚センサなどを備えた頭頸部模型を作成する。模型を用いて計測した医師らの内視鏡下鼻内手術操作データを分析し、力覚センサデータ及び削開範囲に基づく手術技能評価手法を開発する。

2-(2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

効果的な治療技術の一つとして再生医療や生体適合材料による喪失機能の代替技術を開発する。再生医療技術の開発では、骨、軟骨、心筋及び血管等を生体組織レベルで再生する技術や神経ネットワークの再構成を促進する技術等を開発する。また、長期生体適合性を有する人工臓器などによる身体機能の代替技術の開発では、埋め込み型人工心臓のための生体適合材料及び骨形成の促進や抗感染などの効果を有する生体適合材料を開発する。

2-(2)-① 組織再生による喪失機能の代替技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・生体親和性に優れた組織細胞による再生医療を実現するため、3次元細胞培養技術を用いた骨・軟骨、心筋及び血管等の組織再生技術を開発して臨床応用を行う。

《平成18年度計画》

- ・変形性関節症に対して再生培養骨が搭載された人工関節を用いての治療技術開発をおこない、これまでに良好な結果を得たので、平成18年度は他の骨疾患（骨壊死等）に対する新たな再生医療技術を開発する。
- ・間葉系細胞を用いての軟骨再生に関する基本技術を臨床応用に向けて研究展開する。すなわち、患者骨髄より増殖された間葉系細胞をシートに組み込み、軟骨欠損部へ移植する。
- ・心疾患に対する新たな再生医療技術の確立をめざすため、我々の部門で増殖培養された間葉系細胞の細胞特質（表面抗原解析等）を分析するとともに、培養細胞を移植後一年以上を経過した心不全患者の臨床成績を解析する。この解析には心機能検査がふくまれる。また、血中の心機能マーカーを測定する。

【中期計画（参考）】

- ・疾病や高齢化により失われた神経機能を再生するため、間葉系細胞を神経細胞に分化誘導する技術と神経組織の再構成を促進する生体分子の探索技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・骨髄由来間葉系細胞の神経細胞への分化を確認できたので、平成18年度は他の組織由来間葉系細胞の増殖技術並びに神経分化誘導技術を開発する。
- ・神経活動パターン識別技術、活動制御技術を開発する。BMI 技術への発展も視野に入れ、これらを応用して、神経回路網が環境と相互作用する系を開発する。
- ・神経変性疾患のモデルメダカを作成して、神経細胞を蛍光標識したメダカと交配することにより、子孫個体における病態変化を生体で解析する。

【中期計画（参考）】

- ・脳機能の修復技術の確立を目指して、これまで困難であった神経冠幹細胞の単離・培養と分化誘導技術を開発する。また、脳損傷回復における神経ネットワークの再構成を促進する技術を開発する。
- 《平成18年度計画》
- ・プロトタイプを開発した神経冠幹細胞の分離・分注装置の性能を評価し、改善のための方法について検討する。特に、1ウェルあたり1個の幹細胞の分注が可能か、またその細胞が増殖可能か検討する。
 - ・脳損傷のサルに平成17年度に特許出願済みのリハビリテーション訓練装置を実装し、その有効性について検証する。
 - ・平成17年度に特許出願済みのベースライン変動除去技術を市販の近赤外脳機能計測装置(NIRS)に適用し、脳機能局在検出における当該技術の有効性を検証する。
- 2-(2)-② 生体適合材料を用いた喪失機能の代替技術の開発
- 【中期計画（参考）】
- ・長期に使える体内埋め込み型人工心臓を開発するため、生体適合性材料を用いて製造した高耐久性ポンプ機構をもつ回転型人工心臓について、その血液適合性を評価しながら性能を改善する。また、医療機関と連携して実験動物を用いた3ヶ月間の体内埋め込み実験で性能を検証する。
- 《平成18年度計画》
- ・動圧遠心ポンプで模擬血栓試験を実施し血栓特性予測を行い、さらに血液適合性表面処理の検討を行う。動圧軸流ポンプは動物実験で改良を重ね、設計が安定したところで、拍動流中の耐久性試験法の提案を行う。
- 【中期計画（参考）】
- ・体内埋め込み用生体材料の生体親和性の向上及び高機能化を図るため、生体組織との接着性に優れ、骨形成促進や抗感染等の効果を有する生体適合材料を開発して動物実験で検証する。
- 《平成18年度計画》
- ・抗生物質徐放性人工骨の抗菌性評価と動物実験を行う。さらに、組織誘導を促す亜鉛、FGF、フッ素、マグネシウム、ラミニン等の因子について人工骨や経皮端子への付加方法を最適化し、徐放性、活性、組織接着性評価等を実施する。
- 【中期計画（参考）】
- ・生体組織のように柔軟性や弾力性等を持つ新規機能材料として、組織・細胞の機能を代替できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータ等の新規生体機能代替デバイスを開発する。
- 《平成18年度計画》
- ・柔軟性、弾力性のある人工筋肉材料として、導電性高分子材料を用いた高分子アクチュエータを開発するため、材料開発を行い、アクチュエータの曲げ発生力を10倍にする。
- ・柔軟性、弾力性のある人工筋肉材料を開発するため、カーボンナノチューブ集合体の電気伸縮現象を利用したアクチュエータの開発を産総研内の他のグループと共同で行う。
- ・マイクロカプセル内に封入された薬物（タンパク質やステロイドホルモン等）の外部への放出を制御するために、カプセル殻の細孔構造（細孔の大きさや連結構造）が重要であり、これらを設計して材料を合成し、放出の高機能化を行う。
3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸
- 高齢になっても健康で自立的な生活を維持するためには、加齢にともない低下した機能を代替する技術、脳を含む身体機能の低下を訓練により回復する技術、さらには日常生活における事故や怪我等を防止する技術が必要である。そこで、脳機能計測技術に基づいて、失われた脳機能の回復技術や代替技術等の開発を行うとともに、身体機能計測技術を用いて身体機能低下を防ぐための訓練技術を開発する。そして、認知行動計測技術を用いて日常生活における認知や行動に起因する障害に遭遇する可能性を評価し、事故や怪我等を回避するための生活支援技術を開発する。
- 3-(1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発
- 高次脳機能に障害が起きると、失われた機能を再び取り戻すことは容易ではない。そこで、障害によって失われた脳機能や身体機能を訓練によって取り戻すための支援技術として、高次脳機能の低下を精度良く計測・解析する技術及びリハビリテーション技術等を開発する。また、電子機器技術を用いた身体機能補償技術として、脳と電子機器とを接続するための BMI (Brain - Machine - Interface) 技術を開発する。
- 3-(1)-① 認知機能などの高次脳機能の計測・評価技術の開発
- 【中期計画（参考）】
- ・脳機能診断の精度向上及び適切なリハビリテーションスケジュールの管理を実現するため、加齢、疾病や脳損傷などによる感覚機能や高次脳機能等の変化を高精度に計測・評価する技術を開発し、脳機能計測・評価結果と脳損傷部位との関係についてデータベースを構築する。
- 《平成18年度計画》
- ・光トポグラフィなど非侵襲的脳測定技術を用い、発達障害者や後天的な原因による認知障害者の感情知覚、感情情動の喚起に関する特性の計測手法の開発を行う。
 - ・他覚的検査法の実現のために、味覚神経を切断している患者を対象に食塩水に対する応答の計測を行う。
 - ・骨導超音波補聴器の医療器認証取得に向けて、骨導超音波知覚の神経生理メカニズムの解明に取り組むとともに、安全暴露基準の確立に必要な基礎的データを収集する。さらに、骨導超音波技術を応用し、重度難聴

者の耳鳴りの原因となっている神経の興奮を抑えることが可能な耳鳴軽減機器（耳鳴りマスキング）の開発に展開する。

3-(1)-② BMI 技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・喪失した身体機能を脳神経と身体機能代替機器を電気的に接続することで補償し再建するため、脳内埋込み電極の開発、長期に渡って安定かつ安全に神経細胞活動を信号として取り出す技術、この信号から意図を検出する技術及び脳を刺激して現実感のある感覚を生じさせる技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・脳内埋め込み多電極の開発と神経活動データのデコーディング技術に重点を置いて研究開発を促進する。これまでオフラインデータによって開発されてきたデコーディング技術をオンラインデータに適用すべく、実際の実験中にリアルタイムで神経活動から個体レベルでの情報処理を推測するシステムの開発に取り組む。
- ・人工小脳の研究では、サッカー課題遂行中のサル前頭視野及び補足視野でのニューロン活動を記録解析し、サッカーの方向と振幅、開始のタイミングの推定を行うフィルターの作成を試みる。また、ランダムウォーク学習モデルの出力制御信号により、サッカー様動作を行う眼球ロボットを構築する。
- ・顔画像以外の画像を見せたときの側頭葉の神経細胞の活動を記録し、画像データと神経細胞の活動のデータベースを構築する。本研究は、人工側頭葉を創るための必要な知見を蓄えることを目的とする。
- ・感覚運動変換の神経回路における学習・予測・注意のメカニズム解明を目指し、新たに腕修正運動の実験系を立ち上げる。モチベーションの神経メカニズム解明のため、視覚刺激と仕事量の連合学習に重要な側頭葉で、ドーパミン受容体の分布を調べる。また、身体・道具が知覚に与える影響を解明し、視聴覚情報統合機構の実験、運動方向や画像認知の心理実験を行い、BMI (Brain-Machine-Interface) 技術開発の基礎となる高次脳機能解明に取り組む。
- ・触覚刺激提示用エアパフ刺激装置と視覚刺激プログラムによる実験課題を用いて、fMRI（機能的磁気共鳴画像法）にてデータを取得する。取得したデータを簡便に表示するシステムの開発に着手する。
- ・現在、評価用 DSP (Digital Signal Processor) / 特定の処理に特化したマイクロプロセッサ) 基板を使用しているが、商品化を視野に入れ、小型化のための専用の基板の設計を行う。
- ・「色彩」や「動き」の分析に関わる神経回路を明らかにするために、色の恒常性を失っている動物や運動盲の動物の神経回路と正常動物の回路とを電気生理学的手法で比較し、相違を明らかにする。
- ・抽象化された記憶の固着と想起に関わる部位が、記憶

する内容の相違によってそれぞれ異なっているのか、それとも同一の部位を用いているのか（たとえば、顔の記憶に関わる部位と一般的な図形を記憶する部位が異なっているのか否か）を検討する。さらに、記憶の抽象化（一般化）に海馬がどのように関わっているのか検討する。

3-(2) 身体機能の計測・評価技術の開発

環境変化への身体機能の適応には、温度変化等に対して身体状態を維持する循環調整機能や、転倒・つまずき等に対処した姿勢・動作制御を行う動作調整機能が大きな役割を担っている。そこで、加齢に抗して身体適応能力を維持することを支援する技術の開発を目指して、環境変化への適応機能に関与する循環調整機能、動作調整機能を簡易に計測・評価する技術を開発する。さらに、この計測・評価技術を用いて、これらの機能を高めるための訓練手法の評価・分析を行うことにより、個々人の状態に適合した効果の高い訓練支援システムを構築する。

3-(2)-① 運動刺激による身体機能の回復・改善技術

【中期計画（参考）】

- ・身体機能回復効果の高い訓練支援システムを構築するため、運動刺激に対して生じる動作調節系機能、循環調整機能の変化を計測・評価する技術を開発して、これらの機能を維持するのに最適な低負荷運動の訓練効果を明らかにする。その上で、被訓練者の状態にあわせて訓練機器の発生負荷等を制御する技術を開発する。
- 《平成18年度計画》
- ・動作調節系機能については、視覚等感覚刺激の付与による運動学習促進の神経生理学的様態を把握する。循環調整系機能については、運動の血圧反射機能や動脈硬度への影響を把握する。また、脈波を対象とした循環調整系簡易計測手法について評価方法やその妥当性を検討する。

3-(3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

生活空間における人間の認知行動は、環境と人間との相互作用に基づき行われている。したがって、注意が散漫になるなどの認知行動の状態に対応して注意喚起や環境の整備などの生活支援を行うためには、環境や認知状態及びその結果として現れる人間行動等を計測・評価する必要がある。そこで、支援の必要な行動を検知するため、行動データ等の蓄積に基づいて認知行動を適切に評価する技術を開発する。

3-(3)-① 認知行動の計測技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・日常生活に潜む事故や怪我などの危険性を予測して生活の安全を保つため、身体負荷が小さい脳機能計測装置等を用いて、注意の程度などの人間の認知特性を計測する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・自動車運転場面を対象として運転操作行動及び眼球運動のデータ計測を行い、運転課題とカーナビ視認課題など、複数の課題の切り替えに関わる人間の認知特性を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・事故の発生を未然に防ぐなどのため、人間の行動情報や人間を取り巻く環境の情報から有用な情報を抽出するデータマイニング技術を確率モデルの体系化と最新の統計的学習理論を用いて開発する。

《平成18年度計画》

- ・顧客への商品の自動推奨システムで利用される協調フィルタリング等において、個人に適応した推奨を実現するために、ユーザーの嗜好の順序データをもとにした学習アルゴリズムを開発する。
- ・人間行動情報の解析及びモデル化技術を研究するため、脳からの情報を利用してコンピュータを制御するBCI(Brain Computer Interface)技術の開発を進める。今年度においては、脳波（EEG）信号に基づく非同期なBCIのための安定度の高い3クラス識別器の開発を行う。
- ・これまでに開発した白線検出手法、バックミラー画像中の後方車両の検出手法、前方車両の追跡手法、顔の検出・追跡手法等の要素技術を組み合わせ、後方からの追い越し状況の認識、前方車両のフラツキや混雑度の認識、運転者の顔の向きの認識等について検討する。

3-(3)-② 人間生活支援のための認知行動の評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・日常生活行動に基づく健康のモニタリングを可能とするため、生活空間における人間行動と身体状態に関するセンサ情報を長期に渡って蓄積する技術の開発を行う。また、蓄積された行動情報から行動パターンをモデル化し、これによって個人の行動の変化や個人間の差異を検出する技術を確立する。

《平成18年度計画》

- ・日常生活中における心拍変動と気分状態変動について複数の被験者を対象に長期間連続計測を行い、それらの相関関係を明らかにする。また、睡眠を対象に生活行動に及ぼす季節の影響を明らかにするため、夏期の睡眠効率低下を補う方策について実験的に検討する。これらの結果を踏まえ、日常生活環境下における人体状態無意識測定評価システムについて検討を開始する。
- ・長距離運転行動データベースを用いて通常運転行動モデルの適用可能範囲の拡大を図る。また、このモデルを利用して、通常運転からの逸脱行動を検知し、運転手に警告するシステムを構築する。

【中期計画（参考）】

- ・速やかな作業スキルの獲得を支援するため、作業中において熟練者と未熟練者との差異が現れる場面や普段

と異なる場面を検出して、熟練者の作業のノウハウを蓄積する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度までに開発を進めてきた作業行動情報から作業内容の異なる場面を自動検知する手法を実作業データに適用し、その検知能力を評価するとともに、検知アルゴリズムを改良して検知能力の改善を図る。
- ・提示情報の意味構造を、これまでに開発してきた潜在意味解析（日本語版）を適用して客観的に表現するとともに、レイアウト構造を客観的に表現する。そして、被験者属性が与えられたときに、提示情報の構造とその被験者が示す情報獲得過程との関連を明らかにする。

4. 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

医用タンパク質や機能性食品素材などの健康産業の基盤となる有用物質を生産するには、生物機能を活用した物質生産プロセスが適している。そこで、有用な機能をもつ微生物や遺伝子を探索し、遺伝子組換え技術により機能を改良してバイオプロセスに利用することで、品質の高いバイオ製品を効率よく生産する技術を開発する。また、遺伝子組換え植物を用いて効率よく物質生産を行う技術を開発する。

4-(1) 新規な遺伝子資源の探索

これまで培養が困難であった微生物には、有用な機能をもつ遺伝子が豊富に存在していると期待される。これら環境中に存在する未利用の微生物や遺伝子から有用な機能を見出して生産プロセスに利用するため、これらの微生物の各種環境からの取得及び有用遺伝子の生物個体からの取得のための効率のよい探索技術を開発する。

4-(1)-① 効率のよい探索手法をもちいた遺伝子資源の開発

【中期計画（参考）】

- ・有用物質の生産プロセスに利用できる新しい遺伝子を効率よく獲得するため、現在培養が不可能な微生物の培養を可能にする技術や、環境中の微生物から分離培養過程を経ることなく直接有用な遺伝子を探索・取得する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・培養困難微生物を培養可能にする培養手法の開発を引き続き進めるとともに、環境中に圧倒的多数者として存在する未分離の微生物群のうち、水処理プロセスの鍵を握る重要な未培養微生物群や、底質・陸水・地下圏で物質循環や環境浄化に重要な役割を果たしていると思われる難培養微生物の探索分離を試みる。こうして得られた微生物の全ゲノム解析を行う。また高熱陸水環境中で形成される微生物バイオフィームからのメタゲノム解析を引き続き行い、大部分の配列決定を終了する。
- ・カテコール分解系にコードされる有用なフェノール変

換酵素遺伝子の機能解析を行い、フェノール変換酵素ライブラリを作製する。またニトリル変換酵素等の有用酵素のスクリーニングも手がける。

- ・社会性アブラムシにおける自己犠牲的なゴール修復に関わるすべての主要タンパク質要素を同定する。非社会性アブラムシにおける菌細胞特異的リゾチーム様遺伝子については、組み換えタンパク質などを用いてその基質特異性や生理活性等について解明を進める。
- ・ショウジョウバエに感染してオス殺しという生殖表現型をひきおこし、宿主をすべてメスばかりにしてしまう共生細菌スピロプラズマについて、その全ゲノム構造の決定をめざす。
- ・好アルカリ微生物の環境適応機構の多様性と生体膜構造の物理化学的性質の関係の解明を図る。また高活性カタラーゼの基質導入部位におけるヘム近傍の構造的原理を明らかにし、同酵素の遺伝子的分類群について構造と機能の関係を俯瞰する。

4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

生物機能を利用したバイオプロセスの高度化を進めるため、プロセスの要素技術である標的遺伝子の改変技術と遺伝子の発現効率を高める技術及び生産物の分離・精製技術を開発する。また、バイオプロセスにより質の高い製品を生産するための品質管理技術を開発する。

4-(2)-① バイオプロセス技術の高度化

【中期計画（参考）】

- ・有用な機能を持った酵素などの生体高分子や核酸及び脂質を効率よく製造するため、個々の標的遺伝子に対して最適な遺伝子改変技術を適用し、機能性核酸や機能性脂質等をバイオプロセスにより効率よく生産する方法を確立する。
《平成18年度計画》
- ・RNA 合成酵素の詳細な RNA 認識・反応機構の機能構造解析を進める（CCA 付加酵素、ポリ A 付加酵素、G 付加酵素）。また、蛋白質分解シグナル伝達に関与する RNA 結合蛋白質の RNA 認識・反応機構の機能構造解析を行う（アミノシルプロテイントランスフェラーゼ）。転写後遺伝子制御に関わる酵素と RNA との複合体の構造解析を通して、同酵素の詳細な作用機構を解析する（HutP 蛋白質）。また RNA 分解に関与する RNA 結合蛋白質の機能構造解析を行う。
- ・平成17年度に取得した形質転換出芽酵母を用いて、酵素等で前処理した天然油脂から希少な機能性脂質である DGLA、n-3DPA を生産する系を樹立する。この形質転換酵母にさらに $\Delta 12$ 不飽和化酵素、 $\omega 3$ 不飽和化酵素遺伝子を発現させて、培地に脂肪酸を加えなくても DGLA 等を生産する系を確立する。これらの宿主の改良を通じて生産性の向上をめざす。また、テトラエーテル型脂質の生産性向上のために、好熱菌の培養条件を検討するとともに、この脂質の変換酵素遺伝子

を取得する。

【中期計画（参考）】

- ・微生物による物質の生産効率を高めるため、宿主として使用する細菌のゲノム情報をもとに複数の遺伝子を一度に組換える大規模な染色体再編技術を開発する。
《平成18年度計画》
- ・枯草菌の分泌能を高度化することを目的に、分泌遺伝子群を人工オペロンとして染色体上に新たに付加する研究を行う。今年度は、染色体上のヒスチジン応答制御領域の下流に、6個の分泌遺伝子を新たに付加することで、ヒスチジン応答で発現制御される人工分泌オペロンを構築し、分泌能を解析する。また、異種タンパク質を効率よく分泌するための発現系の開発を目指し、ヒスチジン応答に必要な制御系を用いた分泌発現ベクターの開発に着手する。
- ・好熱菌 *Thermus thermophilus* をより広く用いることを可能にするため、低温域での生育条件の検討を行う。また、カナマイシン及びハイグロマイシン以外の薬剤耐性遺伝子の好熱菌内での利用を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・バイオプロセスにおいて医用タンパク質等を精製・濃縮するために、目的とする分子に結合する高分子リガンドを設計し製造する技術を開発する。
《平成18年度計画》
- ・アフィニティリガンドを用いたテラーメイド分離システムについて、プロテイン A をフレームとしたリガンドに対し、配列空間探索によるタンパク質デザイン手法を適用し、各種抗体への結合特性を最適化できるアフィニティ・リガンドライブラリーを作製する。
- ・アミロイド B (A β) タンパク質の分子間相互作用解析の応用として、微粒子を用いて A β の凝集を簡便に測定する方法を開発する。癌の転移機構の解析においては、骨髄に高率に転移を起す乳癌細胞株を樹立し、転移性の低い細胞株と高い細胞株とで網羅的な遺伝子発現の比較解析を行う。また、組換え体 cDNA を用いて、インフルエンザウイルス膜タンパク質と緑色蛍光タンパク質 GFP との融合タンパク質を発現する培養細胞株を作成する。
- ・インフルエンザウイルスの表面抗原に結合する RNA（アプタマー）の抗原内の結合領域を実験的に決定する。また、アプタマーの *in vivo* におけるウイルス複製阻害効果の定量的解析を行う。また、タンパク質あるいは構造遺伝子（rRNA あるいは tRNA など）とは異なる機能未知の非コード RNA の一種である Volt RNA と化学治療薬剤との相互作用を、細胞を用いた *in vivo* のシステムで検証する。

【中期計画（参考）】

- ・目的のタンパク質や脂質等を微生物により選択的に生産するため、酵母を用いた分泌タンパク質や膜タンパク質発現技術及びロドコッカス属細菌を用いた物質生

産技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ロドコッカス属細菌を利用した難水溶性物質を基質とする物質変換技術を開発するため、基質の溶解に使用する有機溶媒存在下に安定した発現が期待されるプロモーターの探索を行う。また、単離・同定したプロモーターを導入した発現ベクターを構築し、レポーター遺伝子を用いて培養条件と発現効率の検討を行う。
- ・平成17年度に出芽酵母のゲノム情報から見いだした効率的シグナル配列を基にして、分泌生産能力をさらに2倍以上に向上した高効率シグナル配列を突然変異導入により作出する。さらに、ヒト由来の多様な分泌タンパク質・膜タンパク質について、発現困難であったものについて、発現を可能にする。また、新規高感度ハイスループットレポーターアッセイ法を利用し、より強力なプロモーターを見いだすために、プロモーターの転写能力を網羅的に評価する技術を開発する。

4-(2)-② バイオ製品の品質管理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・タンパク質医薬等のバイオ製品の性能評価及び品質管理等に係る技術体系を構築するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列-構造-機能相関の理解に基づく品質管理方法の開発及び生体分子の安定化機構の理解に基づく生体分子の品質管理技術の開発を行う。

《平成18年度計画》

- ・タンパク質の安定化技術の開発において、タンパク質の構造多様性に立脚した安定性向上のための分子設計アルゴリズムを考案する。また、これらの分子設計を円滑に進めるために必要な、タンパク質セグメントの配列-構造相関データベースの開発を引き続き進め、平成18年度は試験運用を開始する。
- ・脂質部分としてアミノ化したコレステロール、光反応性基として2つのカルボキシル基を持つベンゾフェノン基、蛍光発光を行う水酸基を付加したローダミン、の3つの化合物を合成する。これらを有機合成手法により結合させ、膜に取り込ませるための脂質部分、光反応性基、蛍光基の3つの要素からなるプローブ分子を完成する。また、合成した分子の脂質膜への取り込み効率をリポソームを用いて測定する。
- ・古細菌膜脂質をモデルとする環状脂質を含む各種新規脂質の合成ルートを確認する。続いてこれらの脂質を構成分子とする次世代分子認識素子の開発のための基盤技術、特に表面プラズモン共鳴（SPR）法や走査プローブ顕微鏡（SPM）観察により、自己組織化膜構築法の確立や分子認識能の発現機構の検討を行う。
- ・心疾患のマーカー分子である BNP（脳性ナトリウム利尿ペプチド）センサにおいては、使い捨て可能なチップの開発を行い、血液試料での感度・選択性の実証を行いプロトタイプシステムを実現する。
- ・ナノ構造カーボン膜では、ECR スパッタ法を更に改

良し、性能向上を図る。特に、遺伝子の電気化学的な直接酸化によるセンシングを検討する。また、AFM のガラス探針上に、ナノカーボン膜や、平成17年度開発の ITO 薄膜を形成し、細胞を対象に伝達分子の高選択的ナリアルタイム計測の可能性を実証する。また、修飾プローブと AFM を利用したインフルエンザなどのウイルスの型式を極微量で識別できるナノウイルスセンサへの展開を行う。

【中期計画（参考）】

- ・微量のタンパク質や微生物等の特性を高感度に評価できるようにするために、電気化学顕微鏡技術を活用して生体分子をフェムトグラムレベルで測定できるシステムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・基板へ固定したタンパク質の定量法を確立するとともに、タンパク質の空間的な配置等も考慮して高効率固定法を開発する。
- ・過酸化水素測定法等の酵素反応生成物測定法の測定時間の短縮（15分以下）を図るとともに、酵素活性測定、酵素免疫測定への展開を図る。
- ・RNA を、従来よりも簡便かつ高感度に定量測定するための、新規な RNA 標識試薬の開発に向けて、試薬の基本骨格を決定する。

4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

遺伝子組換え植物を物質生産に利用するため、植物における物質代謝を制御する遺伝子の機能を解明して、これらの遺伝子を改変した組換え植物を物質生産に利用する技術を開発する。また、植物型糖鎖の合成を抑制した遺伝子組み換え植物を作成することにより、ヒト型糖鎖などをもつタンパク質を遺伝子組み換え植物で生産する技術を開発する。

4-(3)-① 有用植物遺伝子開発と機能解明

【中期計画（参考）】

- ・物質生産を効率的に行える改変植物を作成するために、モデル植物であるシロイヌナズナの転写因子の過剰発現変異体を網羅的に作成し、遺伝子発現を制御している転写因子の機能を解析する。

《平成18年度計画》

- ・物質生産プロセス制御への有用性が期待される転写因子遺伝子を中心に新たに過剰発現形質転換体を作成して、代謝系制御機能を解析する。これまでに得られた転写因子遺伝子について、実用植物への応用展開を目指して植物体での機能解析及び有用形質の検証を行う。

【中期計画（参考）】

- ・モデル植物であるシロイヌナズナの約200個の転写因子遺伝子に対するキメラリプレッサーを導入した植物体を作成して、その機能の解析に基づいて物質生産を効率的に行える改変植物を作成する。

《平成18年度計画》

- ・引き続きキメラリプレッサーによる遺伝子サイレンシング技術を用いて、遺伝子破壊株や変異体では見いだせない新たな有用形質を付与する遺伝子の探索研究を、モデル植物を用いて行う。特に、環境ストレス耐性、及び、植物を用いた物質生産のプラットフォームと成り得る機能性を有した植物の作出を目指す。これにより産業上、農業上有益な植物を提案すると同時にその基盤モデルを構築する。

4-(3)-② 遺伝子改変植物の作成と利用

【中期計画（参考）】

- ・独自に開発した遺伝子導入手法を用いて作成した遺伝子組換え植物を利用して、多品種のタンパク質を生産する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に作製した植物工場基本設計に基づき設置する植物工場施設を用いて、実際に有用物質生産のための遺伝子組換えイチゴ等の栽培試験を実施し、産業有用性の実証試験を行う。加えて、植物型糖鎖修飾に関与する遺伝子群をタバコ・ジャガイモ等から単離・構造決定し、RNAi もしくは virus induced gene silencing の手法を用いた遺伝子発現抑制方法を検討する。

4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

健康食品に利用するため、多様な天然物を探索して高血圧や糖尿病に対する予防効果や健康維持機能をもつ食品素材及び冷凍による食品等の品質低下を防ぐ効果をもつ食品素材を開発する。

4-(4)-① 機能性食品素材の開発と機能解明

【中期計画（参考）】

- ・亜熱帯植物の抽出物や海洋生物の抽出物の中から生活習慣病予防に効果のある新規機能性物質を探索して、その機能を解明する。

《平成18年度計画》

- ・アディポネクチン産生増強作用を示すクルクミンやジンゲロールに共通の部分構造であるフェルラ酸について、その誘導体を合成して、当該活性化法を検討する。また、香辛料などの食用植物資源から、新たなアディポネクチン産生増強物質を探索する。
- ・イソプリメバロース生成酵素の単離と遺伝子クローニングを行い、組換え酵素の発現系の構築を行う。また、従来の加水分解酵素以外に、加リン酸分解酵素や転移酵素などを用いた新たなオリゴ糖調製法を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・皮膚の老化防止や高血圧の予防効果などが期待される、ペプチド、ポリフェノール、スフィンゴ脂質等の機能解明と製造技術の開発を進め、機能性食品としての実用化研究を行う。

《平成18年度計画》

- ・各種生物資源等から見出したポリフェノール、ペプチド等について、更なる実用化を目指して皮膚の美白効

果試験、実験動物を用いた血圧上昇抑制試験を行う。

- ・微生物が産生する微量脂質で、抗真菌作用・免疫抑制作用等を示すことで注目されているスフィンゴファンジン類、及びそのアナログ等の効率的な化学合成法を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・天然物から不凍タンパク質を探索して、その構造の機能の解明に基づいて品質の良い冷凍食品の生産に利用する。

《平成18年度計画》

- ・III型不凍タンパク質(AFP)に加え、I型とII型AFPの大量生産システムを構築することで、I~III型AFPの氷結晶成長抑制機能の差異と食品保存技術との関係を検討し実用化を進める。AFPを適用する動物細胞種を拡大し、それらの高品質保存法の研究を加速する。高品質保存法AFP3次元構造解析に基づき分子レベルでのAFPの機能、安全性、安定性、反応性を検討する。

5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

新しい医療機器の実用化には薬事法上の審査を経る必要がある。このため審査を円滑化する技術評価ガイドラインの策定が求められている。そこで、新しい医療機器の研究開発を通じてガイドラインの策定を支援する。また、福祉に関連した製品の規格体系の整備に資する研究開発を実施する。さらに、技術融合による先端的なバイオテクノロジー関連計測技術を開発するとともにその標準化を進める。

5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

安全・安心な生活及び安全な治療を実現するためのガイドライン作りや規格の作成に資する研究を実施する。そのため、医療機器及び組織再生の評価に関する基盤研究を実施し、医療機器や再生医療の技術ガイドライン策定に貢献する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の規格制定について、感覚・動作運動・認知分野を中心とした研究開発を実施し関連規格の体系的な整備に貢献する。

5-(1)-① 医療機器の評価基盤整備

【中期計画（参考）】

- ・医療機器の安全性や有効性の評価技術等に関する基盤研究を実施し、医療機器の標準化及び医療機器技術ガイドラインの策定に貢献する。

《平成18年度計画》

- ・骨折治療機器の代表である骨プレートとCHS(Compression hip screw)の力学的評価方法に関するJIS規格化の素案を作成する。また、ネイルを中心に力学的性能評価方法を検討する。さらに、低潤滑・高機能人工関節を開発する際の開発ガイドラインの内容を検討する。

- ・埋め込み能動機器として、補助人工心臓及び全置換人工心臓に関して、非臨床試験すなわち耐久性試験及び動物実験の試験法を中心に、ガイドラインの検討を行い提言をまとめる。

- ・手術ナビゲーションシステムに関するリスク評価手法について評価項目を抽出する。

【中期計画（参考）】

- ・骨等の組織再生における評価技術に関する基盤研究を実施し、再生医療関係の技術評価に関するガイドラインの策定に貢献する。

《平成18年度計画》

- ・我々が確立した骨形成評価技術をより広めるために、国際標準として提案しうる体制づくりを行う。また、この評価における計測機器開発を企業とともに行う。

5-(1)-② 高齢社会に対応した国際・国内規格化の推進

【中期計画（参考）】

- ・高齢者・障害者配慮の設計技術指針に関連した国際規格制定のために国際的な委員会活動において主導的な役割を果たす。さらに、人間の加齢特性の計測・解析に基づき、感覚・動作運動及び認知の各分野を中心に5件以上の国際的な規格案の提案を行い、この制定に向けた活動を行う。また、我が国の工業標準活動に貢献する観点から、関連する国内規格制定のための活動を行う。

《平成18年度計画》

- ・我々が確立した骨形成評価技術をより広めるために、国際標準として提案しうる体制づくりを行う。また、この評価における計測機器開発を企業とともに行う。

5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

研究開発を加速し新産業の創出を促すため、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析・解析技術を開発する。また、これらの技術を用いて分子・細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測・解析し、バイオ産業の基盤整備に貢献する。

5-(2)-① バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端的計測・解析システムの開発

【中期計画（参考）】

- ・臨床現場や野外で生体分子を精度良く迅速に計測・解析するために、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーを融合してタンパク質を短時間で簡便に分離分析できるチップと有害タンパク質等を検出できるセンシング法を確立する。

《平成18年度計画》

- ・タンパク質を分離分析するチップの開発では、引き続き民間企業と共同研究を行い、全自動二次元電気泳動システムを製品化する。分解能・感度だけでなく、再現性・定量性・ゲルチップの保存性の向上など、製品化に必要な改良を加える。

- ・猛毒リシンの簡易検知法を実際の現場で使用できるよ

う改良するため、平成17年度に合成した糖鎖を用いて安定な金微粒子が作成可能か検討する。また、世界最強の天然毒素であるボツリヌス毒素検知のための糖鎖の設計・合成を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・機能性高分子材料を利用した選択的な細胞接着・脱着制御技術を確立し、それを組み込んだセルマニピュレーションチップを開発する。

《平成18年度計画》

- ・これまでに開発した技術要素を組み込むことにより、創薬支援を目的としたハイスループット薬理試験用バイオチップを開発する。

【中期計画（参考）】

- ・レーザによる生体高分子イオン化並びに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

《平成18年度計画》

- ・フーリエ変換型質量分析計による高分解能高精度質量分析により、脂質や代謝物をはじめとした多様な生体分子を同定する手法を開発・確立する。

【中期計画（参考）】

- ・生体分子を観察する新しい技術として、極低温電子顕微鏡による生体分子の動的機能構造の解析システムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・ガンや脳虚血に関与する水チャンネル膜タンパク質アクアポリンの電子線結晶構造解析を進め、機能と構造の関連を変異体等を用いて検討する。

【中期計画（参考）】

- ・膜タンパク質等について、NMRにより不均一超分子複合体の分子間相互作用の解析データを取得するとともに、X線立体構造解析データを取得する。これらの動的情報と立体構造情報をコンピュータ上で統合して膜タンパク質のダイナミズムを扱える計算システムを構築する。

《平成18年度計画》

- ・肥満と関係するACC複合体、転写に関係するタンパク質複合体、ガン細胞を認識破壊するタンパク質のX線解析を行う。

- ・創薬標的タンパク質複合体のNMRによる相互作用解析を進め、リガンド及び受容体の結合界面情報を取得する。新規フェージディスプレイシステムにより機能性ペプチドを得るとともに、NMRにより原子レベルでの構造情報・相互作用情報を取得する。また、免疫に関与するタンパク質シグレックス11のNMR測定に向けた調製を進める。

- ・複数の構造探索エンジンを搭載した分子シミュレーションシステム prestoX を完成させ、タンパク質-薬物相互作用及び膜タンパク質の分子動力学シミュレー

ションを行う。化合物データベースを作成し、in silico スクリーニングシステムを構築する。その実証研究として、膜タンパク質 GPCR に対するヒット化合物探索試験を行う。

5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献
バイオテクノロジーの共通基盤である生体分子の計測技術を SI 単位系に基づいて整理し、計測法の標準化に貢献する。またタンパク質等の生体分子の標準品の作成技術を開発する。

5-(3)-① 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

【中期計画（参考）】

・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

《平成18年度計画》

・バイオチップや二次元電気泳動等のマーカーとして使用するための蛍光標識融合タンパク質を作製し、異なる分子量・等電点を持つ標準タンパク質のパラエティアーを広げる。また、臨床検査対象となっている標準タンパク質の作製を行う。

【中期計画（参考）】

・バイオテクノロジー関連の SI トレーサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

《平成18年度計画》

・タンパク質の同等性評価のために行われる各種の理化学的分析法における一次標準タンパク質の必要十分条件を調査する。

・阻害物質存在下での PCR を利用した DNA 計測精度や、実サンプルからの DNA 抽出手法について検討を行う。また、DNA 計測手法の国際標準制定について貢献する。

5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

遺伝子組換え生物（GMO）の利用促進のため、特定の遺伝子や微生物の高精度・高感度モニタリング技術を開発する。これらの技術を環境微生物等の解析に活用して生活環境中の有害物質の評価や管理に役立てる。

5-(4)-① バイオ環境評価技術の開発

【中期計画（参考）】

・組換え微生物等の特定微生物や環境微生物の固有の遺伝子配列を利用して、これらを高感度かつ高精度に定量して解析する技術を開発する。また、この技術により環境微生物の動態を解析して、組換え微生物等の環境における安全性評価の技術基盤を整備する。

《平成18年度計画》

・遺伝子標識化手法を用いて、実際の複雑微生物系における組換え体微生物の挙動を解析する手法を確立する。RNA を標的とした新たな特定微生物の迅速検出手法を、ヒト動物消化管内微生物相の解析やメタン発酵リアクターの解析などに適用し、その有効性を明らかにする。また、PCR を基礎とした簡便かつ高感度な特定遺伝子・微生物群の定量手法を確立する。

・環境調和型高分子素材の高機能化を図るため、バイオマスからの高純度原料の高効率生産技術と新規高分子の重合技術を開発する。また、微生物や酵素の機能を活用して、高分子素材の生分解性評価及び処理・利用に関する新規技術を開発する。

【中期計画（参考）】

・DNA チップ及びプロテインチップ等を利用することにより、バイオテクノロジーを利用した環境の安全性評価システムを開発する。

《平成18年度計画》

・DNA チップ法による化学物質の影響評価システムの精度を上げるために、Gene Ontology アノテーションを使った遺伝子機能別の相関解析による統計処理法を開発する。それを用いて、環境試料や天然物などに含まれるシグナル分子としての活性を有する化学物質の影響評価を行う。プロテインチップ開発に関しては平成17年度に引き続き抗体を用いた遺伝子機能解析を行う。

5-(4)-② 生活環境管理技術の開発

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

・生活環境中の健康リスク因子の除去・無害化技術に関して、以下の研究を実施する。

1) 健康に有害な硝酸イオン、リン酸イオンに対してふるい作用を発現するイオン交換体のイオン交換特性、組成の安全性等を比較し、実用上好適な新規吸着材の開発を行う。

2) 水中での抗菌作用を持続するために、銀錯体を担持した層状イオン交換体の層表面物性と抗菌性の関係を明らかにする。ウイルス等の生物系リスク因子の捕捉剤合成に関する基礎的研究を行う。

3) 海水中の窒素、リン等の効率的な生物学的除去のために、海藻による海中窒素、リンの取り込みへの海水の塩分濃度、海藻密度の影響を明らかにする。海藻からの有用成分の抽出条件を研究する。

II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

知的生活を安全かつ安心して送るための高度情報サービスを創出するには、意味内容に基づく情報処理により知的活動を向上させる情報サービスを提供する技術、情報機器を活用して生活の質を高める生活創造型サービスを提供する技術及び情報化社会における安全かつ安心な生活を支える信頼性の高い情報基盤技術が必要である。これらの技術により、ネットワーク上の大量のデジタル情報などの意味をコンピュータが取り扱えるようにし、利用者ニーズに適合した情報サービスを提供して人間の知的生産性を向上させるとともに、ロボット及び情報家電の統合的利用により、人間が社会生活を送る上で必要な情報サービスを提供して生活の質を向上させる。さらに、情報のセキュリティやソフトウェアの信頼性を向上させ、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる情報基盤を構築する。また、新たな情報技術の創出に向けた先端的情報通信エレクトロニクス技術の開発を行い、革新的情報サービス産業の創出に貢献する。

1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

情報化社会において人間の知的活動を飛躍的に高度化するためには、すでにネットワーク上などに存在する大量のデジタル情報を効率的に利用することに加えて、デジタル情報化されていない人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用することが必要である。このために、利用者毎に異なる多様な情報ニーズに対して、蓄積された情報及び情報ニーズの意味内容をコンピュータが理解し、的確な情報提供ができるよう知的活動支援技術を開発する。また、地球規模で蓄積されているソフトウェアを含む膨大なコンピュータ資源を容易に利用できるようグローバルな意味情報サービスを提供する技術を開発する。さらに、人間生活に関わる情報のデジタル化を行い、人間の行動や社会活動の支援など、多様なニーズに応える情報サービスを提供する技術を開発する。

1-1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

人間に分かりやすく有用なサービスを即座に提供するためには、大量のデジタル情報の意味を理解して体系的に扱う技術と、それをユビキタスに提供する技術の開発が必要である。このために、身の回りに存在する物やシステム等の役割や機能等を体系的に構造化して記述することにより、意味を含めたデジタル情報として取り扱う技術を開発するとともに、人間の位置や行動パターンに適応した情報を提供するユビキタス情報サービス技術を開発する。

1-1)-① 知的生産性を高めるユビキタス情報支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・デジタル情報をその意味内容に基づいて構造化して利用するプラットフォームを構築する。その上で、ニ

ズに合致した総合的な情報として提供し、知識の検索、人間の位置や嗜好に応じたサービスなど、人間の思考や行動を支援する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・秋葉原ソフトウェアショーケースでのコンテンツ配信とセンシングデータ解析システムを平成17年度から継続して発展させ、新たなサービス提供のための基盤ソフトウェアとして整備する。
 - ・意味構造の利用技術と空間や人間関係などの状況に応じた情報提供技術の間の連携及び、それらとグリッド技術との連携を図るとともに、企業と協力して映像コンテンツへの応用について探究する。
 - ・利用者の行動定義を、外部で共有できる標準形式で提供して既存のソフトウェアや情報家電システムでも利用可能とすることで、異種システム統合のための中核技術へと発展させる。
 - ・ユビキタス環境における情報発信/情報共有/情報検索を可能にするユニバーサルなインタフェースを実現するための入力装置、対話技法、認証手法の開発と実証を行う。
 - ・移動物体検知のための微弱信号センサネットワークの研究を行う。位置に基づく通信環境実現のための光・電波ハイブリッド通信端末の研究を行う。より優れたユーザインタフェースの実現を目指し、企業と連携して実社会での実証実験を行う。
 - ・論理学に基づいて問題解決を実現するために必要となる理論を構築しつつ、実数の算術体系やプロセス代数という具体的対象に対して理論を適用したシステムの開発を行う。また、問題解決手法の戦略を囲碁対局を題材として開発し、世界大会に参加できるような高いレベルのプログラムを開発する。
 - ・知識循環型サービス主導アーキテクチャ（AIST SOA）の構築に向けて、平成17年度に開発した基本設計に従って「知識循環のセマンティック」部分の2項目（セマンティックプラットフォームとセマンティックポータル）でソフトウェアの開発を行い、基本機能の作成と動作確認を実施する。
- ##### 1-1)-② グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発
- 意味内容に基づく情報処理プラットフォームをネットワーク上に分散したコンピュータで利用することにより、世界規模の大量のデータを意味構造に基づいて統合的に運用する技術等を開発する。また、意味情報サービスを提供する応用ソフトウェアの開発、運用を世界中の開発者が連携して安定的に行うための基盤技術を開発する。
- ##### 1-1)-① 世界中に意味情報サービスを安定して提供するグローバル情報技術の開発
- ###### 【中期計画（参考）】
- ・意味情報サービスをグローバルに展開し、普及するた

めのソフトウェアのオープン化技術を開発するとともに、その自律的發展を実現するための各国で共通利用可能な各種ツール及びソフトウェアの開発、検査、改良、運用を世界中の開発者と連携して安定的に行うためのソフトウェア開発運用支援技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・多言語化情報技術の研究では、多言語ライブラリ **m17n-lib** をプラットフォームに依存しないで利用できることを目標とし、同ライブラリを **Java** 等に対応させる枠組みの基本設計を行う。また同ライブラリが利用するデータベース等のデータのネットワーク可搬性を目指し、同ライブラリの **XML** 対応の枠組みの基本設計を行う。情報システムの国際化・地域化を効率的に支援するシステムの開発を目標とし、プログラミング言語等において、現在特に多大な労力を必要としている問題点を調査し、それを解決するために必要なシステムの基本設計を行う。
- ・ソフトウェア開発運用支援技術の研究では、平成17年度に実施した詳細設計に基づいてシステム運用情報の活用システムの実装を進めるとともに、機能追加を行う。また、活用システムの基本性能を評価する。
- ・平成17年度に開始した試行評価環境のためのサイト <http://www.codeblog.org/> で活動を展開し、その中から論点を抽出し、実システムへの適用を拡大していく。活動を発展させ、継続することにより、システム及びソフトウェアの信頼性の評価に対して一つの基軸の確立を目指す。
- ・平成17年度に開発したインターネット OS ブート機構 (**HTTP-FUSE KNOPPIX**) をより安全起動できるようにする。現在 PC に取り込まれているセキュアチップ (**TPM: Trusted Platform Module**) と関係できるようにする。また、CPU の仮想化機能 (**Intel** の **VT**、**AMD** の **Pacifica**) とも関係する。これらをもってアジアを中心とする国際協力体制、特に現在共同研究が進んでるベトナムを中心に各国で必要な機能(言語入力メソッド、印刷方式)を取り入れ、インターネットを経由してどこからでも安全に起動できる OS を世界に広めていく。
- ・平成17年度に開発した有害プログラム検知システムをメールサーバやプロキシサーバなどへ組み込み、実環境での性能の評価と改善を行う。ベンチャー創出も視野に国際協力 (**Stanford Research Institute**) 等を進めていく。同様に開発済みのソースコード解析ツールについては大規模ソフトウェアの解析実験を行いその有用性を明らかにする。またソースコードに限らない一般の記号データも解析できるように改良し、記号化されたパターン情報の解析への応用を試みる。

1-(2)-② 広域分散・並列処理によるグリッド技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・地球規模で分散して存在する大量の情報や計算資源を有効に利用した高度情報サービスの基盤システムを構築するために、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術を融合して、情報資源が分散していることを利用者が意識することなく利用するためのソフトウェアコンポーネント、また利用者間で協調して情報処理を行うためのソフトウェアコンポーネント等を開発する。さらに、科学や工学分野あるいは社会における具体的な利用技術をこれらの基盤システム上で開発し、開発した技術の国際標準化を目指す。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に開発したグリッド標準ミドルウェア **Ninf-G Version 4** の頑健化及び性能改善を行い、次の機能を取り入れた **Ninf-G Version 5 (Ninf-G5)** を開発に着手する。(1)サイトのソフトウェア設定、セキュリティポリシーに応じて計算プロセスの起動及びクライアント-サーバ間の通信を行う、(2)アプリケーションの特性/要求に応じてクライアント-サーバ間のプロトコルを変更する、(3)障害時の復旧に対応すべく、クライアントのチェックポイントを保持する機能を提供する。
グリッド環境向けの通信ライブラリである **GridMPI V1.0** の性能を向上させ **GridMPI V2.0** をリリースする。サポートする計算機種を追加するとともに、それぞれに対して性能向上とチェックポイント機能を開発する。また、グリッド **MPI** のために拡張した **IMPI** プロトコルを標準化するための活動を開始する。
 - ・グリッド技術を用いたアプリケーションサービス提供のフレームワークである **GridASP** を実現するソフトウェアの完成を目指す。具体的には、計算資源を仮想化しどのコンピュータでも実行可能とする機能、アプリケーションを他のコンピュータに自動的に導入する機能、計算処理の匿名性を実現する機能、ユーザの要請に対して適切な計算資源を選択するブローカ機能を実現し、**GridASP Toolkit** としてオープンソース公開を目指す。
 - ・大規模なグリッド環境での長時間計算を指向するとともに、大規模分子の励起状態の電子計算を目標とする。米国 **TERAGRID** の2拠点との連携計算で100日程度の長期安定計算を行う。
 - ・知識循環型サービス主導アーキテクチャ (**AIST SOA**) の構築に向けて、平成17年度に開発した基本設計に従って「知識循環のセマンティック」部分を支える「情報インフラ」技術の4項目(バーチャリゼーション、実行管理、**VDC** の構成、サービス管理)でソフトウェアの開発を行い、基本機能の作成と動作確認を実施する。
- 1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発
- 人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新

たな情報資源として活用するためには、人間そのものをデジタル情報化する技術と、人間が生活する上で遭遇する様々な情報をデジタル情報化する技術が必要である。そのために、人間の身体機能や行動を計測してデジタル情報化を行い、ソフトウェアから利用可能な人間のコンピュータモデルを構築するとともに、それを活用した応用システムを開発する。また、人間を取り巻く大量の情報を観測、蓄積及び認識して情報資源化し、それに基づいて分析及び予測を行うことにより、過去から未来へ繋がる人間の行動や社会の活動を支援する情報技術を開発する。

1-(3)-① 人間中心システムのためのデジタルヒューマン技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・人間機能を計測してモデル化し、人間特性データベースとして蓄積するとともに、それをもとにコンピュータ上で人間機能を模擬するソフトウェアを開発する。このために、人間の形状、運動、生理、感覚及び感性特性を自然な活動を妨げずに計測する技術を開発し、それを用いて年齢等の異なる1,000例以上の被験者の人体形状を mm 級の精度で計測し、個人差などを表現できる計算モデルを開発する。さらに、これらの技術を機器の人間適合設計、製品の事前評価、映像化及び電子商取引などに応用する。

《平成18年度計画》

- ・100体の全身形状モデルのデータ配布に対する利用者応答に基づいて、3次元人体形状データの検索・閲覧・統計処理技術を備えたデータベースシステムを構成し、RIO-DBの最終成果とする。また、国際的な連携により、このようなデータベースシステムの国際展開を図る。
- ・形状と感性モデルを組み込んだメガネフレーム推奨システムを開発し、有効性を検証する。また、人体形状データを店頭で収集し、データベースに蓄積して公開するための技術開発を行う。これらの人体形状データと構造・運動データに基づく全身デジタルマネキン技術「Dhaiba」に動作生成モデルを統合する。
- ・動作戦略の違い、人体寸法の違い、年齢の違い、設計寸法の違いに応じて自動車乗降動作を生成できる技術を開発し、ソフトウェアとして整備する。また、同技術を他の事例にも応用展開する。
- ・手のサイズバリエーションに基づく代表手モデルで把持動作を再現する技術を開発する。さらに、関節可動域と指先反力から生成した把持動作の負担を仮想評価する技術を開発する。このときの指先摩擦と触覚を実験データと有限要素モデル化で推定する技術開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・壁や天井などに取り付けた非接触型センサによって人間と機器の動きを数 cm の精度で計測するとともに、

人間密着型のセンサによって、血圧や体温等の生理量を計測することで、生理量と心理・行動の関係をモデル化し、起こりうる行動を発生確率付きで予測できる技術を開発する。これにより、高齢者や乳幼児の行動を見守るなどの人間行動に対応したサービスを実現する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・壁や天井などに取り付けた非接触型センサの長期運用試験とデータ蓄積を行うとともに、行動データを活用した具体的なサービスシステムを試作する。具体的事例として高齢者見守りサービス技術、外国語教育サービスについて研究する。
- ・家庭内事故防止のための乳幼児行動モデルの研究として、非接触型センサで乳幼児行動データを新たに20例以上を蓄積し、蓄積したデータを用いて乳幼児が環境・対象に対してどのように注意・関心を持つかのモデルを構成する。これにより、生活空間内の対象物の配置に応じて、乳幼児の起こしうる行動を確率付きで推論できる乳幼児行動モデルを開発する。
- ・人間の心理状態が(1)生理信号や(2)運動を介して表出されるメカニズムをモデル化する研究を行う。(1)患者の心理状態と生理反応を確率ネットワーク技術でモデル化して、再現する患者反応モデルの研究を進め、CG ベース・模型ベースの手術シミュレータと生理反応モデルを統合する。(2)異常行動（不審者）検知技術を考え、運動の中に含まれる基本パターンを抽出して、運動を自動的に分節化し心理状態や意図を推論するための基礎的研究を進める。

1-(3)-② 大量データから予測を行う時空間情報処理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・人間が生活する実環境に多数配置されたセンサ等によって、音や映像等のデータを長時間にわたって多チャンネルで収集し、大規模な時空間情報データベースを構築するとともに、そこからデータの内容を意味的に表現したテキスト情報や3次元的な空間情報を自動的に抽出する技術を開発する。これによって得られた時空間情報を、その意味内容に基づいて圧縮・再構成し表現する技術の開発を行うとともに、行動や作業を支援するシステムなどを開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に開発した発話イベント分離の手法の完成及び拡張を行う。また、民間企業と共同研究契約を締結し、実用化にむけた取り組みを具体的に推進する。会議録の構造化を行うソフトウェアについては、処理の高速化を行い、現在90分の会議に対して40時間ほどかかる解析時間を2時間程度に低減する。会議中の笑い・いいよみなどの不要音を検出することにより音声認識精度を向上させる手法を開発する。画像情報を用いて、会議中に移動する人物を追跡し、構造化に反

映させる手法を開発する。

- ・独自の符号化手法、AR-HMM 及びマイクロホンアレイ等の技術に関し、実用的な観点から手法の完成度を高めるとともに知財化と技術移転を進める。不明瞭音声認識技術に関しては、組込装置として実装し実用性をデモする。信号処理、特徴抽出、データマイニング等の基礎技術に関しても、手法の改良と有効性の検証及び知財化を進める。
- ・平成17年度に開発したステレオカメラによる安全性向上支援技術を民間企業との共同研究契約の締結及び論文発表などで成果の実用化、普及に努める。さらに、分節化された単独の対象を表現・認識する技術だけでなく、時空間の全体構造を認識するための技術開発を行う。
- ・断片的な画像情報から大規模コンテンツを創出するために、スナップショットデータの収集技術と構造的特徴量による統合技術の研究開発を行う。自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術について、外部機関とともに医用・ロボット分野への適用実験を行う。基本的画像処理技術の開発において、ベンチマーク等に使用される書字データの再整備を行い、文字認識に関する研究開発分野へのさらなる普及活動を行う。
- ・実世界に密着したインタラクション技術に関して、遠隔協調作業支援システムの状況把握技術及び拡張現実情報提示技術の研究を実施し、特に、予測・例示に基づくインタラクション技法や、ウェアラブルカメラ・プロジェクタシステムの開発を推進する。学会会場などを対象としてユーザの相対的な位置関係等に基づいた情報支援システムを研究する。

2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

個々の生活状況に応じた情報サービスを提供して、生活の質（Quality of Life、QoL）を飛躍的に向上させるために、人間活動を代行、支援及び拡張する生活創造型サービスを実現する。そのために、人間を中心としてロボットと情報家電を有機的かつ協調的に機能させ、統合的で創造的な生活空間の実現を目指し、人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術、人間と情報家電の双方向インタラクションを支援するインターフェース技術及びこれらを構成するハードウェアを高機能化、低消費電力化するデバイス技術を開発する。

2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

人間と共存・協調して、人間の活動を支援するロボットを実現するために、人間と空間を共有しつつ、人間の行動や状態に適応、協調して機能するロボット技術を開発する。そのために、生活空間をロボット化する技術、人型（ヒューマノイド）ロボットの運動機能を人間と同程度に向上させる技術及び人間と情報を共

有するために必要な視覚認識技術を開発する。

2-(1)-① 屋内外で活動できる社会浸透型ロボット技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ロボットの行う複雑な作業を構成する要素機能を共通仕様に基づいてモジュール化し、異なるロボットシステムで利用可能にする。また、開発したモジュールを生活空間に分散配置して、それらが人も含めて有機的に協調して機能する技術を構築し、生活支援型ロボットシステムのプロトタイプを開発する。

《平成18年度計画》

- ・物体を操作する作業技能の RT コンポーネント化を行う。それを用いて作業を部分的に操縦コンポーネントと置き換えることで作業実行が容易になる自律遠隔融合システムの開発を行う。日常生活に適した小型アームの開発に着手する。また、指とアームの協調動作を実現し、可能な物体操作の幅を広げる。平成17年度に開発した相対位置検出機能を有するネットワークノードを用いて、空間の絶対位置計測技術を確立すると共に、屋内外のシームレスな測位技術を確立することを目標とする。さらには、それらの得られた計測位置を用いた、ロボット制御技術手法についての研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ロボットシステムを人間の生活空間に安全に導入するために、利用者や周辺の人間の行動を実時間でモニタリングする技術及び類似状況における過去の事故事例等からのリスクアセスメントを効率的に行う手法を開発し、それらをロボット要素モジュールとして利用可能にする。

《平成18年度計画》

- ・ロボットに関する事故報告をマルチモーダル化するためのマークアップ言語を開発し、このオーサリングツールを実装する。光通信式標点計測システムと超小型運動センサモジュールとの組み合わせによる基礎的な人間運動計測システムを構築し、精度検証を行って、単体センサに対する精度/信頼性の向上を確認する。福祉機器使用時における転倒・転落・衝突等を対象に、リスク事象予測機能を当該機器に実装する。提案装置の誤作動及び不作動の頻度が、要求される規格のカテゴリに収まるように信頼度設計する。

【中期計画（参考）】

- ・ロボットの自律的な探索により環境や地形に関する情報収集や異状発見を行う技術及び複数のロボットを協調動作させることによって、より広範囲な状況の認識を行う技術を開発する。これらの技術を用いて、環境を改変して有効に利用する方法を開発し、自律作業ロボットによる100 m³程度の砂利堆積の移動や再配置等の実証実験を行う。

《平成18年度計画》

- ・1) センサによる位置姿勢情報と環境地図情報との照合の上、自己位置・姿勢認識を行い、安定した移動と協調動作を実現する移動システムを構築する。
- 2) 2台以上の移動ロボット間等で情報交換ネットワークを構成し、動的な通信制御、基地局への情報の集約、ロボット間の協調動作など実環境での応用を考慮した実験を行う。
- 3) 環境変化を含めた環境情報管理のためのデータベースの構築を行い、実システムによる情報取得と作業計画への結合などの基礎実験を行う。
- ・ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャの実現により、RT 基盤技術を融合することでプロトタイプロボットを効率よく開発できることを実証する。具体的には、アクティブ RF-ID, 屋内 GPS を利用した物流支援ロボットの開発を行い、プロトタイプ開発を通して、RT モジュールの組み合わせ方の規範・基準書を策定・公開する。

2-(1)-② 作業支援を行うヒューマノイドロボット技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・人間の作業を代替し、人間と共存して働くために、人間の通常の生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能を開発する。具体的には、人間と同程度の速度での平面の歩行、滑り易い路面の歩行、移動経路の自律的な計画及びハードウェアの高度化による IEC 規格 IP-52 程度の防塵防滴処理並びに簡単な教示による指示通りの運搬等の機能を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ヒューマノイドの移動機能については、実時間着地位置制御技術及び安定化制御技術を統合することにより凹凸面に対してロバストな実時間歩容生成技術の開発、スリップへの対処行動の確立、環境内の可動障害物を視覚によって認識し移動させることにより移動経路を作り出す動作計画手法の実現を行う。ヒューマノイドの基本作業機能については、ドアノブの認識技術・多指ハンドのコンプライアンス制御技術・安定把握技術・ハンドとアームの協調動作の実現、傾斜地・不整地における転倒回復動作制御手法の確立、バネの共振現象を利用した走行動作の実現、HRP-3 プロトタイプの評価に基づく最終成果機の実現、 μ RMT を各軸に搭載したヒューマノイド電装システムのテストベンチ上での分散制御の実現、視覚情報に基づき3次元空間及び3次元物体を動作計画に使用できる形でモデル化する手法・動的動作で物品を持ち上げる手法等の確立を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ヒューマノイドロボットの安全性と可用性を人間と共存できる程度に高めるために、コンピュータ上に構築した人間型構造モデルで人間の動きを合成する技術、人間の運動機能を規範としてロボット全身運動を生成

する技術及びロボットが人間を認識し、人間と対話することで協調的に作業するロボット技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ロボットに適用可能な人間の運動機能モデルの開発を目標として、平成17年度に開発した圧力センサを5 m×5 m 程度の空間に敷き詰め、その上で行動する人間の人数・移動方向などの認識技術の開発を行う。さらに、この技術を利用した対人サービス技術の設計を行う。
- ・双方向 Mixed Reality により、3次元環境認識や経路計画といった知能処理を実世界に重畳してオンラインで確認したり、ロボットの将来の行動を仮想的に示すロボット知能開発技術を確立する。そして、ロボットによる地図マッピング、経路計画、環境とのインタラクションをデモンストレーションできるレベルまで完成させる。
- ・ロボットの3次元視覚から人間を認識する技術、スピーカ・マイクアレイによる対話技術をロボットエージェント上に統合し、生活空間内でサービスできるロボットの基本設計を進める。

2-(1)-③ 環境に応じて行動ができるための高機能自律観測技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・家庭内や屋外環境において人の作業を支援、代行するための共通機能として、人と同等以上の視覚的な認識、理解が可能な3次元視覚観測技術を開発する。この技術に基づき、3K（きつい、汚い、危険な）作業の代行や医療現場の過失事故を防止する多種物体の自動認識技術、プライバシーを守りながら高齢者や入院患者の異常事態を検知する技術及び番犬や介助犬を代行するパーソナルロボット技術並びに広域環境のリアルタイム立体測量と危険地帯の監視や災害時の状況把握を可能にする自律観測技術等を開発する。

《平成18年度計画》

- 1) 距離計測の許容誤差を超える遠方物体の定量的認識法の開発の他、同種異形の定性的物体認識法の開発に着手する。
- 2) パーソナルロボットの視覚機能として、作業する環境モデルを自動構築し、ロボットの自律化を促進する。
- 3) 重点化課題として、無人ヘリに搭載するカメラの振動を軽減するスタビライザーの設計に着手するとともに、遠隔操縦ヘリによる広域環境の3次元地図作成実験を行う。
- 4) 民間共同研究として、生産工程における各種複雑部品選別・検査システムを開発する。

2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクションを実現するインターフェース技術の開発

ユビキタスネットワークに接続された情報家電による多様な情報サービスの提供を実現するために、日常

的な動作や言葉を用いて情報家電を容易に使いこなすための実感覚インターフェース技術、多くの機能を低消費電力で提供するシステムインテグレーション技術及び高機能でフレキシブルな入出力デバイス技術を開発する。

2-(2)-① 実感覚ユーザインターフェース技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・利用者の意図に応じて日常的な動作や言葉による対話的な操作を可能にするユーザインターフェース及び複雑な接続設定を必要とせず異なる規格間の機器連携を可能にするプラグアンドプレイ機能を開発する。

《平成18年度計画》

- ・企業と共同し、一般住宅における情報家電の高度利用や映像コンテンツとの連携について研究を進める。特に遠隔サイトをネットワークで接続し相互運用する技術や、映像コンテンツの検索技術について研究を行う。
- ・音声による検索技術や音声対話技術に関して、情報家電やロボット関連等の関連技術との連携により統合的なシステムの形に発展させるとともに、企業との連携や技術移転を進める。
- ・平成17年度開発の表示装置に、通信機能を組み込み、遠隔地からの画像転送や画面制御を可能にする。特に、遠隔地からのプレゼンテーションやデモを想定し、自由に設定した領域ごとに解像度や画像の更新頻度を変えられるようにし、通信帯域の限定された状況にも対応できるようにする。
- ・分散オブジェクト技術 HORB に関連してはユビキタス機器・ロボット・産業用機器等の高度化のために以下を行う。
 - 1) 開発効率の良い Java 等言語でリアルタイムな通信を行うゼロ GC ミドルウェア技術を HORB の CORBA プロトコルに実装する。
 - 2) ロボット開発の生産性向上のため、HORB 上に RT Middleware を移植しコンポーネント化を図る。
 - 3) 高品質なユビキタスネットワークソフト開発時に必要な機能検証を効率よく行う分散テストツール DisUnit を Eclipse に対応させ実用度を高める。
 - 4) 高度ネットワーク処理を行う機器の消費電力を大幅に低減するプロトコルエンジン LSI に必要な基本技術を開発する。

2-(2)-② システムインテグレーション技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・情報機器とユーザとのインターフェースデバイスあるいは情報機器とネットワークとのインターフェースデバイスの小型化、低消費電力化及び高機能化を両立させる技術を開発する。具体的には、自発光型平面ディスプレイに駆動回路等を内蔵させ、 $1,000 \text{ cd/m}^2$ 以上の高輝度を低消費電力で実現するディスプレイ技術を開発する。また、多機能な集積回路チップを積層し、チップ間を 50 Gbps 以上の超広帯域信号で伝送して

より高度な機能を実現するシステムオンパッケージを作製するための3次元実装技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に引き続きディスプレイ・プロトタイプを試作を行う。開発したポリシリコン TFT 一体型電界放射素子を高輝度化するために、各画素を発光させるスキャンパルス信号が OFF の期間でも発光を続けられるデータ保持機能付きデバイスの開発を行う。
- ・ 20 Gps 以上のチップ間高速信号伝送可能な半導体 LSI デバイスの高密度実装技術開発を進め、システムレベルでの応用研究を実施する。

2-(2)-③ フレキシブル光デバイス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・次世代のユビキタス情報社会に資するために、印刷塗布プロセス等により高機能かつフレキシブルな光デバイスを実現する。具体的には、新規な有機・高分子材料等を用いて、移動度 $0.5 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上で動作する p 型及び n 型トランジスタや外部量子効率 10% 以上で発光する高輝度発光素子を開発するとともに、有機・無機材料を用いた独自のプロセス技術による光回路素子を開発する。また、その高性能化や素子の一体化を促進することにより、モバイル情報端末への応用に向けたフレキシブルなディスプレイや光回路等を開発する。

《平成18年度計画》

- ・プリンタブル有機 TFT の実用化に向け、保護膜形成による移動度、閾値電圧などの低減を 50% 以下に抑えるための材料設計と界面制御を行う。また、全塗布プロセスによる全印刷無線タグや、印刷ペーパーメモリの実用化試験を行う。
- ・塗布法による製膜が可能で高い電荷移動度を示す p 型及び n 型有機半導体の設計・合成及び薄膜デバイス化を行うと共に、両極性を示す有機半導体や大気中で安定な特性を示す n 型有機半導体の開発を行う。また多機能化 EL 素子の開発を目指し、有機 EL と光センサを一体化した受・発光可能な光入出力素子において色変換メカニズムを解明し、高効率化及び発光色の多色化を行う。さらに、3次元ディスプレイとして有望な集光レーザによる3次元描画及びそのカラー化に向けた検討を行う。
- ・レーザー誘起背面湿式加工法のナノスケールでの高精度化を進めるとともに、バイオ活性化微小球分析デバイスの高密度配列構造最適化を行い、分析時間30分以内を目指す分析操作自動化システムを開発する。石英高アスペクト比微細構造をポリマー転写用鋳型とした小型圧電デバイスの試作、並びに、レーザー誘起ガラス相分離手法を用いた光触媒能保持型微小流路デバイス作製技術を確立する。
- ・分子配向、色素分散構造、界面構造などのナノ構造制御により偏光バックライトなど高性能・新機能のディ

スプレイ用部材を創生する。また、超偏極希ガス増感技術による NMR 顕微鏡の試作を行う。さらに、幅広い波長での高感度光ディスクメモリーの実現を目指し、二光子吸収色素の設計と分子会合体形成による幅広い波長での 8000 GM ($\text{GM}=10^{-50} \text{ cm}^4/(\text{分子}\cdot\text{フォトン})$) を超える吸収断面積を有する高感度材料の開発と評価手法の確立を行う。

2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

- ・モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、集積回路の性能向上に必須な半導体デバイスの集積度及び動作速度を向上させ、国際半導体技術ロードマップで2010年以降の開発目標とされる半導体技術を実現する。また、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術を開発する。

2-(3)-① 次世代半導体技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・半導体集積回路用トランジスタを極微細化、高性能化及び超高密度集積化するために必要な技術を開発する。具体的には、高移動度チャンネル材料及び高誘電率絶縁膜等の新材料技術を開発し、それに関連する新プロセス技術と計測解析技術及び要素デバイス技術並びに回路構成技術を基礎現象の解明に基づいて開発する。

《平成18年度計画》

- ・高誘電率材料の探索及び高誘電率ゲート絶縁膜/シリコン界面層領域への組成傾斜層の導入により、シリコン酸化膜換算膜厚1 nm 以下の高誘電率ゲートスタックを開発する。また、サブ1 nm の極限薄膜化領域におけるリーク電流-電圧特性の劣化現象と絶縁破壊機構のモデル化を進める。
- ・ポーラスシリカ低誘電率材料技術が Selete(企業コンソーシアム)に移管されるのに対応して、Selete と共同で、ポーラス低誘電率絶縁膜の計測評価技術を、低誘電率層間絶縁材料及び銅配線プロセスの実用化開発に適用し、有効性を実証する。
- ・電子移動度の大きな引っ張りひずみ SOI(Si-on-Insulator)トランジスタ と正孔移動度の大きな圧縮ひずみ SGOI(SiGe-on-Insulator)トランジスタを組み合わせた CMOS を開発し、通常の Si CMOS に比較して駆動電流の増大を実証する。また、これらの高移動度材料を用いた立体チャンネル構造 CMOS を開発する。
- ・走査トンネル顕微鏡を用いて実際のトランジスタ構造断面の不純物分布を計測する手法を開発する。また、ラマン散乱の近接場励起に適したチップ材質・形状を持つ走査プローブを作製し、局所応力計測に適用して有効性を実証する。

- ・原子間力顕微鏡(AFM)を用いて、立体構造トランジスタチャンネルやゲート端面のサブナノスケールのラフネスを計測するための探針走査技術を開発し、測長 AFM を高性能化する。

- ・平成17年度に試作した二種類の商用レベル LSI (車載用、画像処理用) の特性評価を行い、適応型クロック調整による LSI の低消費電力化技術を実証する。

2-(3)-② 低消費電力システムデバイス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に設計した FlexPowerFPGA 試作チップの性能の測定を行い、特性の評価を行う。また、XMOS デバイスモデルの精度、計算速度、安定度の向上を図り、世界標準を目指す次世代 MOS モデル HiSIM との融合を検討する。
- ・MgO 系 MTJ (強磁性スピントネル接合) 素子の更なる高磁気抵抗比を実現すると共に、スピン注入磁化反転の低電流密度化及び物理機構の解明を行う。また、試作したナノ TMR (トンネル磁気抵抗) 素子及び GMR (巨大磁気抵抗) 素子により、ナノ領域のスピン依存伝導特性の解明を進める。
- ・強誘電体ゲート FET (FeFET) による不揮発ロジック回路を目指して、n チャンネルと p チャンネルの FeFET から成る相補型 FeFET を作製し、FeFET 集積回路作製基盤技術を開発する。
- ・平成17年度までに開発した不純物分布測定等の計測解析技術を、低消費電力高性能電子デバイスの実現に向けて研究開発中である新規半導体デバイス・デバイスプロセス・電子材料等の実評価に適用する。また、2 nm 以下の空間分解能を有する不純物分布測定手法の実現へ向けての技術課題を明確化する。また、高分解能磁区測定技術の研究開発に着手する。
- ・低損失高速大容量オン CPU 電源に有効なスイッチング素子や一体型回路、チップ実装法を想定して、素子構造設計、電源回路設計、素子作製プロセス並びに各種の実装技術の開発を進める。このため、デバイス損失モデルの妥当性確認や AlGaIn/GaN スwitchング素子のサブミクロン級短ゲート化、金パンプによる素子直接接合の低抵抗接合化、高密度実装における温度挙動の解析等を行う。

- ・メタルゲートや4端子 X MOS の配置・配線などの独自技術により CMOS 基本回路技術を立ち上げ、4端子動作をも可能とする X MOS デバイスの優位性を回路試作により実証する。

3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

知的生活を安全かつ安心して送ることができる、信頼性の高い情報通信基盤を確立するためには、ネットワーク、ソフトウェア及びハードウェアの各々の要素の信頼性を高めることが重要である。ネットワークに関しては、様々な情報資源に対するセキュリティ技術を開発しネットワークそのものの信頼性を高める。ソフトウェアに関しては、その信頼性の向上に有効な検証技術を開発する。ハードウェアに関しては、増大する情報量に対応するために、大容量かつ高速に処理し得る通信技術及び情報蓄積技術の高度化を図る。さらに、信頼性の高い情報基盤技術を利用して自然災害の予測や被害軽減に資することにより、安全かつ安心な生活の実現に貢献する。

3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

信頼性の高いネットワークの構築に向けて、情報セキュリティで最も重要なネットワークの利用における情報漏洩対策及びプライバシー保護に資するために、暗号、認証及びアクセス制御等の情報セキュリティに関する基盤技術及びそこで用いられる運用技術を開発する。

3-(1)-① 情報セキュリティ技術の開発と実用化のための検証

【中期計画（参考）】

- ・情報漏洩対策及びプライバシー保護を目的として、暗号、認証、アクセス制御及びそれらの運用技術を開発する。また、量子情報セキュリティに関する基盤的研究として、情報理論や物理学の知見を用いたモデル解析及びその実証実験を行う。さらに、OS から実装までの様々な技術レベルにおいて総合的に研究を行い、セキュリティホールの防止、迅速な被害対応及び製品が安全に実装されているかどうかの検証等の技術を実用化する。

《平成18年度計画》

- ・以下の各課題に関する要素技術についてさらなる開発と安全性解析を行い、基盤となる理論の整理をすすめる。
 - 1)セキュリティ評価に関しては、平成17年度に構築したプロトコル安全性評価システムの評価実験を行い、有効性の確認及び問題点の抽出を行う。
 - 2)対策手法に関しては、情報セキュリティインシデント情報の整理蓄積を行い、その分析支援を行うプロトタイプシステムを試作する。
 - 3)情報漏洩対策に関しては、記録情報の漏洩に強い認証方式の実装を行い、実装上の問題点の克服に取り組

む。

4)プライバシー保護に関しては、企業と研究コンソーシアムを組織し、アプリケーション応用上の実際的な問題点の中から学術的に本質的な課題に注力して研究を実施する。

- ・平成17年度に引き続き、これまで提案されている物理的攻撃について調査を行うとともに、そこで利用されている各技術の物理的能力について評価を開始する。また、IPA、NICT などと協力し、電力解析攻撃のための汎用 CPU を用いた評価用標準プラットフォーム（INSTAC ボード）に関し、測定環境の標準たる条件について実験的研究を行うとともに、その環境を整備する。量子鍵配送プロトコルについては、国内開発企業と連携し、実装の不完全さなどに依存するノイズがある程度存在する環境においても安全な秘密鍵を生成することができる機構（プライバシー増幅）のための基本的なツールを組込み可能な形で開発する。また、これらの技術がセキュリティシステム全体の安全性に与えるインパクトについて定量的な評価を行う。さらに、国内で開発が計画されている光ファイバを用いない無線型の量子プロトコルについても、安全性の評価に必要な考察を実施する。

- ・安全性と深いかわりがある性質（task isolation など）の検証方式の検討、ソフトウェア検証の事例研究、メモリセーフな C 言語処理系の適用可能範囲の拡大、Web アプリケーションの脆弱性を外部から自動検出するシステムの開発、安全な Web アプリケーション構築のためのガイドラインの改訂を行う。

3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

利用者が安全に安心して使用できる信頼性の高いシステムソフトウェアの開発とその生産性向上に資するために、様々な数理工学的技法を活用してシステムソフトウェアの動作検証を総合的に行う技術を開発する。

3-(2)-① 数理工学的技法に基づくシステム検証技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・モデル検査法やテスト技法等のシステム検証の要素技術とその数理的基盤の研究を行い、システム検証ツールの統合的利用を可能にするソフトウェア環境を構築する。また、システム検証の数理工学的技法をシステム開発現場に適用するための技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ポインタ処理プログラムの自動抽象化支援系を実用化するために、発見的手法によって高速化などの改良を行う。統合的検証環境構築に向けて、これまで開発した異種ツール組合せのための plug-in を体系化して、外部の技術者にも利用しやすくする。依存型プログラミング言語処理系 Agate に関して、依存型独特の最適化法を研究する。よりロバスタな次世代対話型定理

証明支援系 Agda2の初版を完成する。平成17年度の成果の一つである函手意味論による抽象化過程の数理モデルを用いて、ポインタ処理プログラムの抽象化過程の意味論を構築する。システム検証の数理的技法をシステム開発現場へ導入する技術をさらに類型化し、導入コンサルティングの基本技術体系を構築する。

3-(3) 大容量情報の高速通信・蓄積技術の開発

動画コンテンツ等により増大する情報量に対応した通信の大容量化及び高機能化を実現するためには、光の高速性等を最大限に利用した大容量高速通信技術及び情報蓄積技術の確立が必要である。そのために、次世代の光通信ネットワーク用の高速光デバイス及び光信号処理技術、従来のルータ及びスイッチなどを用いない超広帯域通信網の利用技術等の基盤技術を開発する。また、近接場光等の新たな原理に基づいたテラバイト級大容量光ディスクを実用化する。

3-(3)-① 大容量光通信技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・半導体ナノ構造を用いた160 Gbps 以上で動作する光スイッチデバイスと光信号再生技術を開発する。また、量子ドット、量子細線及びフォトニック結晶等のナノ構造を用いた光集積回路及び超小型光回路を開発する。さらに、光の位相情報等の精密な制御による量子情報通信技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・超高速光ゲートデバイスを用いた光信号再生技術を開発する。フェムト秒パルス励起による偏光もつれ生成技術及び暗計数率 10^{-7} の1550 nm 帯低雑音光子検出技術を開発する。
- ・量子ナノ構造の高度化を進め、通信波長帯における量子ドットレーザ室温連続発振の実現、100 GHz 超の高周波領域で発振する負性抵抗 FET 回路の試作、2量子ビット量子論理ゲートの基本特性の評価を行う。
- ・サブバンド間遷移スイッチについて、一層の低エネルギー動作化と、ピコ秒パルスに対する高繰り返しスイッチング機能の実証を行う。
- ・カメラ、光記録、FTTH 等における入出力用光学素子（アクセス系光通信・情報家電用光学部材）の高度化とコンパクト化に資するため、偏光、位相、回折等の機能集積化の基盤技術として、ガラスインプリント法での周期400 nm 以下の微細構造形成技術を開発する。また、高機能化ナノガラス蛍光体等による発光・センシング応用の検討を行う。
- ・フォトニック結晶微小共振器を用いた超小型光双安定論理スイッチで10 ps オーダーの光ゲートパルスに対する光双安定動作を実現する。

【中期計画（参考）】

- ・160 Gbps 以上で動作する大容量光通信の実用化に向けて、波長の動的制御に基づく超高速データ転送を実現するトラフィック制御方式及びミドルウェアからの

ネットワーク資源動的確保方式を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ネットワーク資源と計算機資源を協調して予約確保することで、効率的に遠隔地の計算機を複数同時に利用する技術を開発する。アプリケーションを用いて基本的な資源スケジュール機能の高度化を行い多対多連携の対応、標準化作業の開始、実ネットワークでの機能試験を実施する。

3-(3)-② 光ストレージ技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・テラバイト級大容量光ディスクの事業化に向けて、第1期で開発した近接場光、局在光及び薄膜の熱光学非線形特性を用いた光ディスクの信号光を増幅する技術を発展させ、製品化へ向けた問題点の抽出と改良を企業と連携し、技術移転を行う。

《平成18年度計画》

- ・半径方向の高密度化は未だ手つかずである。平成18年度は、半径方向の高密度化技術を早急に開発し、100 GB 以上の実用化技術基盤を完成させる。そのための材料物性の解析とディスク構造の一層の最適化を行う。相変化材料の基礎物性・構造を明らかにし、複素屈折率や熱伝導度の温度依存性のデータベースを完成させ、また、作成したデータベースを用いる次世代光記録ディスク開発用シミュレーションを完成させることで、データベースとシミュレーションの外販体制を確立する。

3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

信頼性の高い情報通信基盤を活用した自然災害の予測及び被害低減により安全かつ安心な生活を実現するために、多様な地球観測データの処理、分析対象の適切なモデリング及び地球規模での大規模シミュレーションを統合して、短時間で確実に災害及びその被害状況を予測するための情報支援技術を開発する。

3-(4)-① 防災のための地球観測支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・災害予測及び被害軽減に資するために、地球観測衛星及び地上観測センサ等から得られる多様な観測データを処理する技術と、大規模数値シミュレーション技術を統合した新たな情報処理支援システム技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・地球観測衛星 Terra に搭載された経済産業省開発の高性能光学センサ（ASTER）から得られる衛星画像から、グリッド技術を用いて東アジア全域を対象としたデジタル高度モデル（DEM：Digital Elevation Model）を作成するプロトシステムを構築する。

4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

新たな電子技術及び光利用技術を開発することにより次世代の情報サービス産業の創出を目指す。そのた

めに、新機能材料及び新物理現象に基づいた革新的ハードウェアの構築を目的とした電子デバイス技術、バイオや医療と光情報処理との分野融合的な新しい光利用技術及び超伝導を利用した電子デバイス技術を発展させた次世代の電子計測・標準化技術等のフロンティア技術を開発する。

4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

次世代産業創出の核となる情報通信のフロンティア分野を確立するために、新規材料、新物理現象に基づいた革新的電子デバイス技術及び光情報処理技術のバイオや医療分野との融合による光フロンティア技術を開発する。

4-(1)-① 新機能材料や新物理現象に基づく革新的電子デバイス技術の開発

【中期計画（参考）】

- 量子閉じ込め状態や超伝導状態において顕著となる電子の磁性や波動性に起因して、電氣的または磁気的特性が劇的な変化を示す新機能物質を対象として、物理現象の探索、解析及び制御に関する研究を行う。これにより、量子効果や超伝導効果を示す新しい電子材料の開発、コンピュータの演算速度及び消費電力を飛躍的に改善できる革新的な情報処理ハードウェア応用のための要素技術を開発する。

《平成18年度計画》

- MgO系 MTJ（強磁性スピントネル接合）素子において更なる高磁気抵抗比と低抵抗を実現するとともに、強磁性半導体を用いたトンネルダイオードを作製する。また、希薄磁性半導体光導波路における位相整合の発生機構を解明する。
- 太陽エネルギーを光・熱・電気として有効利用するため、レーザ蒸着法を用いて透明酸化半導体材料と透明酸化半導体 pn 接合の特性向上を図るとともに、熱線制御ガラスを試作する。また、レーザ・アニール等の結晶化技術を併用することにより、pn 接合作製プロセスの低温化（500℃以下）を可能とする高膜質化手法を確立する。
- 結晶性の良い場所を選択しながらの電子ビーム露光技術を発展させ、人工・自然超伝導超格子作製技術を向上させる。発案している反射型ミリ波走査型顕微技術の概念検証を行う。
- 平成17年度に発見した多層型特有の不均等なキャリア分布に由来する現象の多角的な研究を行うと共に、輸送特性や磁気特性の測定により新たな現象の開拓を行い、多層型高温超伝導体の理解を深める。Tc（超伝導転移温度）の世界記録更新へ向けた研究及び新高温超伝導体の探索を行う。ソリトンのダイナミクスの研究及び平成17年度に見いだした異常な電圧発生現象の究明を行う。
- 銅酸化物超伝導体のトンネル素子を FIB（収束イオンビーム）プロセス等により作成し、ゼロ電圧状態か

ら有限電圧状態への転移確率の温度依存性に関する測定を行う。この結果を理論計算と比較することにより、銅酸化物超伝導体の MQT（巨視的量子トンネル）プロセスにおける量子摩擦と超伝導ペア対称性の関係を明らかにする。

- 軌道・角度分解光電子分光法及び酸素同位体置換により、キンク現象をはじめとする高導電性酸化物の電子構造に対する格子振動等の素励起の関与度を明らかにする。強相関系における超伝導のクーパーペア対称性及び特異な磁気構造を明らかにする。また、金属酸化物の触媒効果による NOx 除去技術の実用性を示す。
- (Na, K)NbO₃を母材とする非鉛系圧電材料において圧電特性向上を図るとともに、バイモルフアクチュエータ素子を試作し産業化を目指す。ランタンガレート材料を用いることにより、極低圧酸素ポンプの大流量化を行い、LSI 技術における銅配線への応用、及び新現象・新材料の研究開発を行う。

4-(1)-② 光フロンティア技術の開発

【中期計画（参考）】

- フェムト秒パルスの光波内位相制御技術を確立するとともに、アト秒領域での超短パルスの発生、計測及び制御のための技術を開発する。

《平成18年度計画》

- 複数波長の光波位相同期光を用いたパルス波形測定実験を行い、複数光源の合成による短パルス形成に必要な計測技術を開発する。また、位相制御された増幅光パルスの短パルス化を行い、真空紫外光とレーザー光電場を利用したアト秒精度の時間分解計測能力を実証する。

【中期計画（参考）】

- タンパク質や DNA 等の配列集積化技術と光計測技術との融合による高感度、高速かつ高密度集積型バイオセンシング素子の開発及び補償光学技術と3次元分光技術を駆使した眼底カメラ等の高分解能3次元機能イメージング技術を開発する。
- 補償光学技術と分光イメージング技術を融合し、生体試料の分光情報を高分解能で取得する技術を開発する。併せて、眼底分光画像から血管の白濁及び反射亢進の検出・評価を行うための光学設計と解析アルゴリズム開発を行い、検証実験により評価する。また眼底血液の酸素飽和度の定量計測のための新しい解析方法と計測装置を開発する。
- アビジン・ビオチンなどの生体関連物質を対象として、50 μm サイズで1万点/cm²以上のマイクロアレイを用いた高感度・高集積バイオセンサーの試作を行う。
- バイオチップ用センシングデバイスの検出限界を、色素（フルオレシンの濃度で5 nM 以下にする。

【中期計画（参考）】

- 第1期で開発した10 nm オーダーの近接場光微細加工

による光ディスク用原盤（マスタリング）の高度化技術及びナノ粒子を応用した光による高感度分子センサーのバイオや医療分野への応用技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ナノ粒子とプラズモン光を応用した光センサーを様々な分子種に応用し、その分析感度データを蓄積すると共に問題点の抽出を行い、デバイスとしての可能性を示す。バイオと光ディスクとの融合である「バイオDVD」の一層の高度化を推進し、既存のDVDと同程度の速度で高密度かつ高速検出を試みることが可能となるシステムを開発、実証する。10 nm オーダーの近接場光微細加工技術においては、50 nm 以下の加工に挑み、また、民間企業と共同で装置開発を行う。
- 4-(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

絶対的な高精度性を必要とする先端計測及び標準化に関する技術の実現に資するために、超伝導現象の特性を活用した電子計測デバイス及びそれを用いた標準システムの確立と普及を図る。

4-(2)-① 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10 V 出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・チップ内に含まれる全てのジョセフソン素子が正常に動作する10 V 出力のプログラマブル・ジョセフソン (PJ) 電圧標準系を作製する。計測標準研究部門電磁気計測科と共同で、1 V 出力を有する PJ 電圧標準システムを開発し、完成する。
- ・単一磁束量子回路へ低雑音(低ゆらぎ、低ジッタ)クロックを供給するために必要となる低雑音測定技術を整備し、10ビット D/A 変換器チップを10 MHz 帯高精度クロックで駆動することによりジョセフソン周波数/電圧関係に基づいた精密波形合成を行う。また、出力電圧レベルの精度を不確かさ10 ppm オーダーで評価する。

Ⅲ. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発

環境との調和を取りながら国際競争力を持つ先端ものづくり産業の創出のためには、製造に必要な資源とエネルギーを最小に抑えながら最高の機能を持つ製品を生産する製造技術を実現するとともに、低環境負荷製品の製造に必要な機能性材料技術及び部材化技術の実現が不可欠である。そのため、製造の低環境負荷と製造コストの削減及び製品の高機能化について統合的

に開発する技術が期待されている。また、環境負荷を低減する機能性部材の開発により、製造業だけでなく輸送機器及び住居から排出される CO₂の低減に大きく貢献していかなければならない。さらに、先端微細加工設備の共同利用等を進めて先端技術を産業にすみやかに移転し活用を図ることによりものづくり産業を支援するとともに、ナノテクノロジーを情報通信、環境及び医療等の研究開発に横断的に適用することにより産業技術に革新的な進歩をもたらす。

1. 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

我が国のものづくり技術の国際競争力を強化するために、製造プロセスの省資源化や省エネルギー化と合わせて製品の高機能化・高付加価値化を実現できる革新的な技術の開発が求められている。このため、機能のカスタマイズに即応できる省資源型革新的製造技術の開発を行い、材料資源の無駄を生じさせることなく高機能・高付加価値を持つ製品の多品種少量生産を実現する。また、省エネルギー型製造プロセス技術の開発を行い、従来の製造手法よりも低温のプロセスを利用する技術等により製造に要するエネルギーを削減し、有機材料との複合化等による製品の高機能化を実現する。

1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

素材を成形して加工するモデルプラントを構築して製品製造に適用し、資源消費量や排出物量等の総合的な評価を行って、製造プロセスを最適化する手法を開発する。また、機能のカスタム化が必要とされる集積化学センサ等の製造への適用を目指し、スーパーインクジェット技術をコアとして、必要な微細構造を必要な位置に最小の資源材料で形成するオンデマンドナノマニュファクチャリング技術及びナノ構造とマクロ構造とを媒介するメゾスケール技術の開発を行う。さらに、材料の無害化や微細構造の内在化等の高付加価値製品を省資源で製造するためのテーラードリキッド法をコアとしたプロセス技術を開発する。

1-(1)-① 製造プロセスの最適化手法の開発

【中期計画（参考）】

- ・射出成形や放電加工を備えたモデルプラント等を用いて、加工条件や設計等を最適化することにより、環境性と経済性に優れたローエミッション型製造プロセスを実現する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に引き続き低環境負荷加工プロセスの開発、改良に取り組む。加工プロセス評価指標を用いてこれらの加工プロセスを評価し、製品価値の評価手法と結合することでトータルプロセスの評価を行う。評価結果に基づき、モデルプロセスとして取り上げる一連の加工プロセスを決定する。

【中期計画（参考）】

・マイクロな構造を内包する材料を使用してその構造をマクロな製品の機能に生かした製品を実現するために、マイクロな構造とマクロな機能との相関に関する大規模計算を小規模のコンピュータシステムを用いて効率よく実現できるマルチスケール数値解析技術を確立する。《平成18年度計画》

・ 1×10^7 自由度のマイクロな線形弾性体で構成されるセラミックス材料等のマクロモデルを対象に、マルチスケール解析技術を確立する。

1-(1)-② オンデマンドナノマニュファクチャリング技術の開発

【中期計画（参考）】

・超微細インクジェット技術によるナノデバイスの高密度実装を実現する配線等の実用的なオンデマンドナノマニュファクチャリング技術に関する開発を行う。

《平成18年度計画》

・省資源・低環境負荷生産技術を特徴とするオンデマンド型ナノマニュファクチャリング技術開発を目的として、超微細インクジェット技術や既存の直接描画技術などを組み合わせたマイクロファブリケーションの構築を目指す。すなわち、加工対象物と同程度のサイズで、オンデマンドで微細加工が可能なプロセス・装置の開発を試みる。

1-(1)-③ 製品の付加価値化を実現するフレキシブル製造技術の開発

【中期計画（参考）】

・表面積の飛躍的増大等の高機能化を目指して、空孔と微細構造とが入れ子に構成されている新セラミックス材料を無害元素から作製するテーラードリキッドソース法のプロセス技術の開発と、上記の新セラミックス材料を3次元的に集積することにより、1 kW/L 級の高出力セラミックスリアクタ等の開発を行う。

《平成18年度計画》

・溶液化学を基盤技術とし、2次元構造体の任意領域や微小空間内での精密構造形成と、ナノサイズ周期構造の最適配列化を行うことにより、構造が誘起する機能発現を確認する。また、マクロな積層構造化と層内のナノ構造制御を同時に実現するための3次元同時構造化プロセス技術を、少なくとも一つ以上確立し、物質変換（浄化反応）あるいはエネルギー変換効率が従来レベル（電流効率5%あるいは体積出力密度 0.5 W/cm^3 ）の2倍以上を達成する。

【中期計画（参考）】

・セラミックスの大型部材化やミクロンレベルの微細3次元構造の成形及び両者を併せもつ構造を特性劣化を起さずに実現する成形技術を開発する。また、自己潤滑層等を有するヘテロ構造部材化技術を開発する。

《平成18年度計画》

・ステレオファブリック造形（平成17年度に考案した部材作製プロセス）を更に多様な形状・サイズへ対応さ

せるために必要な要素技術を高度化し、部材としての機能発現効果を検証する。具体的には、サイズレンジ比の拡大に必要となるナノミクロレベルで制御された構造体を設計し、成形・接合技術を開発する。さらに、表面の精密パターンを利用した自己潤滑層の形成技術を検討する。また、それらを融合したモデル部材の製作とその評価を実施する。

1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

製造プロセスにおける飛躍的な省エネルギーを実現することを目的にして、従来高温でしかできなかった薄膜製造を低温で実現する技術及び機械加工機のコンパクト化を実現する技術を開発する。具体的には、微粒子の噴射コーティング技術をコアとして、低温で高性能セラミックス材料を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発する。また、機械加工及び微細加工の製造効率を高め省エネルギー化を実現する小型製造装置を開発する。

1-(2)-① 省エネルギー・高効率製造技術の開発

【中期計画（参考）】

・微粒子の基板表面での衝突による非熱平衡過程に基づいた噴射コーティング法を用いて、低温で高性能セラミックス材料等を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発し、単位時間当たりの成膜速度を第1期で達成した性能の5倍以上に高速化する。

《平成18年度計画》

・マルチノズル化により面積 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ に対して平成17年度の3倍の成膜速度（ $2 \text{ mm}^3/\text{min}$ ）でアルミナ膜をエアロゾルデポジション（AD）成膜する。塗布熱分解（MOD）における大面積塗布方法及び光 MOD によるプラスチック基板上への低温成膜を検討するとともに、AD 法と MOD 法を融合させた積層厚膜（アルミナ厚膜）コーティング技術を開発する。液相法で低温合成した粉末や超音波で表面修飾した微粒子を用いた積層膜を素子モジュール化し、全固体エネルギー貯蔵・変換素子を試作する。

【中期計画（参考）】

・セラミックスや特殊合金部材等の製造プロセスの効率を飛躍的に向上させるため、湿式ジェットミル等によるスラリー調整から成形に至る工程の最適化技術と統合化技術を開発する。

《平成18年度計画》

・湿式ジェットミルによって作製されるスラリーの低再凝集性と成形体の高密度化に関するメカニズムを検討するとともに、各種成形法に対応した最適なスラリー調整条件を探索する。また、ナノ粒子を均一に分散させるためのスラリー調整に関する要素技術を検討する。

【中期計画（参考）】

・微細加工の省エネルギー化を実現するため、デスクトップサイズの微小電気機械システム（Micro Electro Mechanical System, MEMS）の製造装置を試作する。

そのため、マスクレスのパターンニング技術やマイクロチャンバー間の試料移動時の位置決め技術等を開発する。

《平成18年度計画》

- 平成17年度に引き続き、小型（デスクトップサイズ）MEMS 製造装置のプロトタイプを展示会等を通じて一般に公開するとともに、産総研技術移転ベンチャーを通じて広く産業界に普及させる。また、他のプロセス装置（エッチング装置、成膜装置、研磨装置、微細機械加工装置等）のデスクトップ化を推進するとともに、トータルデバイス製造システムを目指した搬送系などの基礎検討を行う。

【中期計画（参考）】

- 高剛性・高減衰能部材や高機能摺動面の開発により、切削や研削等の加工効率を高める高度機械加工システムの実現に資する。

《平成18年度計画》

- マイクロパターン処理により、摩擦力の変動が従来の案内面の1/5以下になる条件を明らかにする。また、吸着メカニズムの解明に基づいて、表面材料と潤滑油の最適な組み合わせを検討し、摩擦係数を従来の鋳鉄案内面の1/5以下に低減する摺動材料を開発する。一次共振周波数において、現用の鋳鉄の3倍の曲げ減衰比を持つ鋳鉄系材料の作製条件を明らかにする。開発材料の特性を考慮しつつ、工作機械を設計・評価するための手法を提案し、工作機械設計支援用ソフトウェアの基本骨格を開発する。

2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

国際競争力を強化するためには、製造コストの低減はもとより、ナノ現象に基づいた革新的な機能を有するデバイス技術の創出が求められている。このため、分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づく製造技術の開発及び化学合成された機能性有機分子等をナノ部品とするデバイス技術等の開発を行う。また、デバイスの新機能を実現するために、新材料技術及び量子効果等に起因する現象に基づくデバイス技術の開発、さらにはナノスケールで発現する多様な現象の理論的解明とそのシミュレーション技術等の開発を行う。

2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

生体内の有機分子に見られるような高度な自己組織化に倣って、材料固有の物性を利用して自己組織化的にナノ構造を作り出す技術が求められている。そのために、人工的に設計・合成した有機分子による熱平衡下での自己集合化を利用してチューブ構造等を作り出し、超高感度分析手法等への応用を図る。また、基礎的な視点から非平衡下の自己組織化のメカニズムを解明し、構造生成の新たな制御を可能にする。

2-(1)-① ボトムアップ法の高度制御技術の開発

【中期計画（参考）】

- 生体分子やガス状分子等の極微量の分子を分析するために、第1期で開発したナノチューブ制御技術やナノ粒子調製法を利用して、バイオチップやガラスキャピラリー等からなる超高感度分析技術を開発する。

《平成18年度計画》

- 平成17年度に引き続き、水中で自己集合によって形成するナノファイバーやナノチューブ構造などの種々のナノ構造を分子篩として実装したキャピラリー電気泳動を行い、DNA 試料などの効率的分離に適した分子篩システムを開発する。さらに、試料を脂質ナノチューブ等に包接化する技術を利用した新たな生体高分子分離技術の可能性を検討する。
- 平成17年度に引き続き、多機能複合ナノ粒子の調製法を検討する。マイクロプラズマ法では、パルス高周波印加による10 μm サイズ以下のマイクロプラズマ発生実現を図る。液相レーザーアブレーション法では、ターゲットや生成ナノ粒子回収法の最適化により、平成17年度の2倍以上の生成効率向上の実現を図る。
- 刺激応答性分子を配置させたギャップサイズが2 nm のナノギャップ電極を用いて、核酸塩基誘導体の検出システムを開発する。

2-(1)-② 自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

【中期計画（参考）】

- 非平衡下での自己組織化メカニズムの解明とシミュレーション技術の構築及びそれらを利用した自己組織化モデリングツールを開発する。

《平成18年度計画》

- モデリング研究で得られた知見を、超分子・高分子・液晶・生体分子集合体・コロイド・ゲル等のソフトマターに適用し、平衡近傍の自己集合、並びに高次構造・高次機能が発現する非平衡条件下の自己組織化現象の物理化学的・統計力学的メカニズムの理論を進展させる。さらに、メソスコピックモデルに基づくシミュレーション技術を高度化させ、ナノ材料の自己組織化のモデリングツールの充実を図る。

【中期計画（参考）】

- 自己組織化現象の解明に基づいて、光、電磁場、化学物質及び機械応力等の外部刺激に対する応答をプログラムされたスマート分子システムや記憶機能を持つナノ構造液晶デバイス等を開発する。

《平成18年度計画》

- 外部刺激に対してプログラムされた応答を示すスマート分子システム、最適ナノ構造を持つマイクロ相分離ポリマー、局所的な分子輸送を行う光駆動分子モーター、記憶機能を持つナノ構造液晶デバイス等を開発する。

2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

均一なナノカーボン構造体を作製する技術を開発し、

カーボンナノチューブ等を部品として利用したナノデバイスの実現を目指す。また、有機分子や磁性半導体等の新材料を開発し、それらをトップダウン手法によって作られたナノ構造に組み込んで機能を発現させ、分子エレクトロニクス等へ展開するための技術を開発する。

2-(2)-① ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・カーボンナノチューブの実用を目指して、用途に応じて直径、長さ及び成長面積等の制御が可能な単層ナノチューブ合成技術を確認し、それをういたナノチューブデバイスの基礎技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度と同様に、スーパーグロス単層ナノチューブのスタンダード化を目指し、サンプル提供を継続する。量産プロセスの確立のため、反応炉雰囲気を極微細にコントロールできる自動化システムの構築を行い、超長尺ナノチューブの実現（高さ5 mm 以上）を目指す。また、スーパーキャパシター、超強度単層ナノチューブ繊維等の試作を行う。
- ・単層カーボンナノチューブの構造の高度制御技術及びデバイスプロセス基礎技術の開発を行う。高度構造制御技術では、単層カーボンナノチューブの直径制御技術と、これまでの技術では比較的広がった直径分布における標準偏差を小さくするための制御技術を構築する。デバイスプロセス基礎技術では、不純物（触媒）や欠陥の少ない高品質薄膜であり、且つ配向が2次元～1次元に制御されている単層カーボンナノチューブの薄膜作製技術、及び単層カーボンナノチューブからなる繊維の作製技術の開発に着手し、工学的な応用を目指して物性評価を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイアの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・超高感度元素分析装置開発においては、これまでガドリニウムという重元素でしか成功していない単原子レベルでの元素分析をカルシウムなどの軽元素においても実現するための低加速高感度電子顕微鏡の開発を行う。原子直視型構造解析技術においては、これまで電子顕微鏡による観察には極めて不向きであった軽元素からなる非周期性物質の構造解析技術を確認させる。これは、有機分子の欠陥や各種試料中に含まれる格子欠陥の検出・構造同定も含まれる。

- ・ナノチューブ、フラーレン、ピーポッドなどの持つナノスケールの空間への各種原子の導入、またそれらを利用した物性変調の検証を行う。特にナノスペースの物質の挙動を単原子レベルで観察・検証しながらそれによるマクロな物性の変調を検出することにより、あらたな物理現象を探索する。また、これらと並行して、連続光励起による共鳴ラマン装置を開発し、カーボンナノチューブの共鳴ラマンマッピングによる新たな評価法を開発する。

- ・低温・大面積ナノダイアコーティング用の低電子温度表面波プラズマ CVD 装置を開発する。また、プラスチックへのナノダイアコーティング手法を開発する。これまでの10倍のスループット（成膜速度×成膜面積）のナノダイアコーティング装置及び手法の開発を行う。

2-(2)-② ナノ現象を活用した革新的エレクトロニクス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・カーボンナノチューブの主要パラメータを厳密に制御するための精密合成技術をさらに発展させることにより、カーボンナノチューブの真正物性を明らかにするとともに、種々の元素や化合物を内包したカーボンナノチューブの持つ特異物性を見出して、分子デバイスを中心とした新たな応用を展開する。

《平成18年度計画》

- ・直径分布の極めて狭いカーボンナノチューブ（CNT）の合成手法、特定構造のCNTを選択的に抽出する手法、CNTの化学修飾による半導体・金属分離精製手法を実現する。CNT内部に内包した1次元分子列による新たな物性発現の可能性を検討する。非カーボン系ナノチューブ等の合成技術を確認し、CNTとの複合素材のナノデバイスへの応用を試みる。CNTの均質分散技術・高品質薄膜化技術を開発し、それに基づき高性能ガスセンサーを試作する。

【中期計画（参考）】

- ・単一分子デバイスや分子エレクトロニクスに応用するため、電子・スピン物性に優れた半導体や金属の物性を示す合成有機分子等の新物質探索と物性解明及びナノ配線を実現するための分子と電極との新たな結合手法の探索を行う。

《平成18年度計画》

- ・走査プローブ顕微鏡（SPM）技術やナノ電極技術を用い、分子膜トランジスタ、分子センサー、光応答素子の試作を行う。表面電位測定や単一分子電気伝導性測定の精度を高めることにより、ナノスケール分子センサーのプロトタイプ性能向上を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・化合物半導体、金属、酸化物等のヘテロナノ構造で発現する電荷とスピンが関わる量子現象を解明し、その現象を利用した超高効率ナノデバイスを開発する。ま

た、そのためのナノスケール微細加工・形成技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・新規不揮発性メモリデバイス構成材料の成膜技術と極微細加工プロセスの開発を実施する。

2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

スイッチング速度、発光及び耐電圧等でシリコンの性能を凌駕し得る優れた特性を有しながら、材料化やプロセス技術が十分に確立されていない新材料をデバイス化するためには、材料特性の評価、材料の高度化及びプロセス技術の開発が必要である。さまざまな高機能材料のうち、革新的な電子技術を創成する独創的成果が期待される強相関電子材料及び加工の難しさから要素技術の開発が不十分なダイヤモンド材料に関する技術を開発する。

2-(3)-① 強相関電子技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・強相関電子が引き起こす相転移の制御技術、強相関デバイスプロセス技術及び量子位相制御理論等の基礎を確立するとともに、プロトタイプを作製して超巨大磁気抵抗センサ、テラヘルツ全光型スイッチング素子等の強相関デバイスの機能を実証する。

《平成18年度計画》

- ・強相関酸化物相制御：ペロブスカイト型マンガン酸化物の良質試料を作製し、電子の運動エネルギー、系の乱れなどを制御パラメータとする電子相図を幅広いキャリア濃度に対して構築する。電子相図の全貌を明らかにすることにより、巨大磁気抵抗（CMR）状態の定量的設計を可能にするとともに、その背景にある電子論的特徴を抽出する。
- ・強相関酸化物相制御：電子相制御と機能/物性探索を行うために、新規相競合系物質の開発を行う。
- ・強相関酸化物相制御：mm サイズの空間に15 GPa以上の圧力を極低温で安定して発生させる技術を駆使して量子臨界相を創成し、新規な超伝導、磁性、誘電性などの機能と物性を有する材料を探索する。
- ・強相関酸化物相制御：ペロブスカイト酸化物単結晶上に電界効果トランジスタ構造を構築する技術を発展させ、電界によるキャリア注入で金属-絶縁体転移を含むエキゾチックな相転移を実現させる。
- ・強相関有機エレクトロニクス：平成17年度までに開発した新規室温有機強誘電体の同系物質の開発を進めるとともに、得られた材料の誘電性の発現機構を、温度特性・圧力効果・同位体効果をもとに検討する。さらにリラクサー形成やプロトンダイナミクスの利用による機能の高度化を図る。
- ・強相関有機エレクトロニクス：有機モット絶縁体と大きく仕事関数の異なる金属との間のショットキー界面が示す整流特性、非線形電流-電圧特性から、電子間

の相互作用が支配的な半導体界面におけるキャリア輸送機構を明らかにする。さらに、得られた解析結果をもとにモットトランジスタの設計指針を確立する。

- ・強相関有機エレクトロニクス：電荷移動界面ドーピング技術と有機金属電極技術について、プロセス技術の多様化などにより有機トランジスタの「界面制御技術」として確立する。さらに、拡張パイ電子系などの材料探索の過程で、上記技術により各材料のキャリア濃度・注入効率を最適化し、高移動度有機トランジスタを開発する。
- ・強相関有機エレクトロニクス：空気中で高い移動度を有する有機薄膜トランジスタを開発するために、分子間に水素結合相互作用を有する新規物質を探索する。
- ・強相関有機エレクトロニクス：多重極限下（低温・高圧・電場下）での強相関電子系結晶の構造解析システムを構築し、種々の相転移現象における結晶構造・電子構造の変化を解明し、物性発現機構の解明に資する。
- ・強相関有機エレクトロニクス：軌道放射光を用いて有機誘電体結晶の精密構造解析を行う。特に、電子密度分布解析を行い、分極の起源に関して知見を得る。
- ・強相関スピントロニクス：電荷秩序相や反強磁性相にあるマンガン酸化物の光誘起超高速金属化現象の探索を進める。時間分解光磁気カー効果測定法を用いて、光誘起超高速強磁性発現の可能性を検討する。
- ・強相関スピントロニクス：平成17年度に引き続き、強磁性磁化の空間的運動を光学的に観測する測定系の構築を進める。空間分解能の改善と測定感度の向上を行う。
- ・強相関有機エレクトロニクス：モット絶縁体である有機電荷移動錯体において、光誘起の絶縁体-金属転移の探索を行う。超高速金属化のための必要条件を明らかにする。
- ・強相関酸化物相制御：TiO₂と遷移金属酸化物へのヘテロ接合構造において、TiO₂層から遷移金属酸化物層へのホール注入を利用した光誘起相転移の探索を進める。
- ・強相関スピントロニクス：マンガンペロブスカイト強磁性体において、Ru ドープによる保持力の制御機構と軌道状態の制御による界面磁性の増強機構を明らかにし、界面エンジニアリングによるスピン注入デバイスの高性能化を行う。
- ・強相関スピントロニクス：スピン SEM による磁区観察により、界面エンジニアリングによる界面磁性の増強効果を実空間で観測する。微細加工した薄膜の磁区観察を行い、スピン注入デバイスの高性能化のための設計指針を得る。
- ・強相関酸化物相制御：界面由来の抵抗スイッチ不揮発メモリ効果について、界面エンジニアリング手法を駆使して動作機構を解明する。実証を行うとともに、光学的手法により界面電子状態の直接観察を行う手法を

確立する。

- ・強相関スピントロニクス：電子ビームリソグラフィ手法の高度化により、100 nm 素子寸法積層型トンネル接合作製技術を開発する。また、これまでに開発した段差による析出粒子の収集手法を適用し、ランプエッジ型接合作製の再現性及び制御性向上を進める。
- ・強相関スピントロニクス：強相関スピントネルデバイスでは、界面エンジニアリング手法に加えて電子軌道制御技術を駆使し、トンネル磁気抵抗（TMR）比の向上、保持力差の増大、再現性の向上を行う。電流駆動磁化反転では、積層薄膜からなる新たな素子構成及び界面構造を設計するとともに、積層薄膜作製技術の最適化とこれを用いた素子の試作を行う。
- ・強相関スピントロニクス：トンネル素子を用いたスピン注入磁化反転の印加パルス電流依存性、電極磁化依存性等の特性を評価し、磁化反転機構の解明を行う。また、有機スピン注入素子において、電極/チャネル界面制御技術の高度化を進め、スピン注入特性の向上を図る。
- ・強相関スピントロニクス：異常ホール効果において、バンド間交差からの寄与が不純物散乱によってどのように影響を受けるかを調べる。また、スピホール効果のアイデアを広く光学現象に応用し、X線の動的回折理論をベリー位相の立場から再構築を試みる。
- ・強相関スピントロニクス：フラストレートした磁性体におけるスピン波と電気分極のダイナミクスを考察する。併せて電場による磁化反転、または磁場による電気分極反転の理論的研究を行う。また、不整合周期のスピン構造のもとでのブロッホ電子状態の計算を行い、局在-非局在転移の有無を決定する。
- ・強相関酸化物相制御：電場誘起抵抗変化のダイナミクスを、非平衡グリーン関数法を駆使して調べる。また、ブロッホ振動のような周期現象に関連した新効果を開拓する。

2-(3)-② 新機能ダイヤモンドデバイスの開発

【中期計画（参考）】

- ・各種の応用を目指したダイヤモンドデバイスを実現するために、材料加工技術、表面修飾技術及び界面準位の面密度を 10^{12} cm^{-2} 以下に抑制する界面制御技術の開発を行う。
- 《平成18年度計画》
- ・高濃度 p 形ドーピングエピタキシャル膜の合成条件を検討し、高濃度領域の伝導機構を解明する。また(001)面 n 形ダイヤモンド半導体のさらなる補償率削減を行うために、補償機構を解明する。ダイヤモンド半導体の界面準位測定を行うとともに、負の電子親和力の発生機構を明らかにする。カソードルミネッセンスにおける発光領域の電流依存性を測定することによりダイヤモンド励起子のポーズアインシュタイン凝縮を実証するとともに、良好な p/n 接合を実現し、紫外

線発光素子の発光効率を向上させる。

【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンドの持つ優位性を生かした10 kV 耐圧デバイス、ナノモルレベルの感度を持ち100回繰り返し検知可能なバイオセンサ及び紫外線発光デバイス等のダイヤモンドデバイスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・ダイヤモンドのオフ角基板上へのエピタキシャル成長の最適化を行い、異常成長粒子を抑制することでショットキーダイオードの絶縁破壊電界の向上を図る。ダイヤモンド半導体デバイスに期待されている高温動作、大電流動作などの可能性を示す。ダイヤモンド基板上への DNA 表面修飾技術を確認し、センサー機能を確認する。

【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンドのデバイス化に不可欠な大型基板作製のための基盤技術を開発し、1インチ以上の種結晶を合成する。

《平成18年度計画》

- ・ダイヤモンド単結晶の品質をさらに上げ、ハーフィンチ以上の種基板の開発を行う。大型基板合成装置開発のためにプロトタイプ装置の試作・試行を行い、大型機的设计指針を確立する。ダイヤモンド大型基板を加工するため、イオンビーム等の高速・高精度の加工法を検討する。

2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数100 nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行い、分子デバイスや有機デバイス等の作製を支援する。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範な理論研究を行う。

2-(4)-① ナノ物質の構造と機能に関する理論とシミュレーション技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・量子力学及び統計力学に基づくシミュレーション技術を高機能化及び統合化して、ナノデバイス設計のための統合シミュレーションシステムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・シミュレーション技術の高機能化及びその適用として、
 - 1) オーダ(N)DFT、有限要素基底 DFT、高精度分子動力学法、高精度分子軌道法などの機能を拡大すると同時に各方法をつなぐ汎用的粗視化法の開発に着手し、ナノ構造体、自己集合化膜、生体膜、分子磁性体、イオン液体などの大規模系に適用する。
 - 2) 第一原理電子状態計算コードの計算機能をさらに充実させ、材料科学における実問題の解決のため適用研究を行う。特にダイヤモンドのデバイス

化に資する研究、新規光学デバイス材料探索に資する研究に注力する。

3) 燃料電池技術の高度化・設計に向けて電極二相界面に関する総合的シミュレーションを実施する。並びに、揮発性有機化合物 (VOC) の大気中環境動態の解析を行う。

4) 動的平均場理論+GW 近似をより複雑な多元系物質に適用する為に有効な近似理論の開発を行い、近似精度を損なわずに計算労力を低減化する計算アルゴリズムを開発する。

以上のようなシミュレーション技術を統合化する手法の適用範囲を広げる。

【中期計画 (参考)】

・単一分子を介した電子輸送や単一分子に起因する化学等の問題に適用できる新しいシミュレーション理論を構築する。

《平成18年度計画》

・ナノ接合系における非弾性過程の分子振動モード依存性や電圧依存性の研究を更に進めると共に、新たなシミュレーション基礎理論を開発する事により、ナノ伝導現象の界面制御の可能性を検討する。

【中期計画 (参考)】

・ナノ材料やナノ流体等の構造及び機能に関する理論を進展させ、実用的なナノ材料設計及びナノデバイス・プロセスモデリングを行うソフトウェアプラットフォームを構築する。

《平成18年度計画》

・超分子、高分子、ナノチューブ、液晶、磁性材料などに対して、第一原理計算から連続体モデル計算までを含めることにより実用的な課題に対して予測力を持つレベルにまで構造及び機能に関する理論を進展させ、ナノ材料設計、ナノデバイス・プロセスモデリングの基盤構築を図る。

【中期計画 (参考)】

・ナノスケールの理論研究により、量子コンピューティングを実現する新たな構造及び相転移を高速化する光誘起相転移材料の最適組み合わせ構造等の提案を行い、最先端デバイスの開発を先導する。

《平成18年度計画》

・量子コンピューティングや光誘起相転移などのナノ構造系固有の機能性を探索・解析し、理論主導によるナノスケールでの新機能の開拓を行う。

3. 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生する CO₂ の削減

製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からの CO₂ 排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発し、エンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に

貢献する。

3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

輸送機器の重量を軽減することを目的として、実用的な耐久性を持つ鑄鍛造性と耐クリープ性に優れた耐熱軽量合金及びその加工技術の開発を行い、エンジン部材等への使用を可能にする。

3-(1)-① 耐熱性軽量合金の開発

【中期計画 (参考)】

・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鑄鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鑄造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成18年度計画》

・セミソリッド成形加工における製品品質に及ぼす鑄造条件の影響を調べる。更に、平成17年度に開発した耐熱マグネシウム合金 (Mg-Si 系など) に第3元素を添加することにより高温強度を向上させ、アルミニウム耐熱合金に相当する耐熱性能を目指す。

3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

輸送機器の車体等を軽量化するため、冷間塑性加工が可能な軽量合金の薄板材とその加工技術を開発し、低コストの軽量合金素材材の生産技術を実現する。

3-(2)-① 高加工性軽量合金素材材の開発

【中期計画 (参考)】

・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鑄造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成18年度計画》

・連続鑄造機による AZ31マグネシウム合金等の高品質ビレットを製造するための鑄造条件を求める。また、接合技術を高度化するために、摩擦攪拌接合の適用範囲を、異なる板厚の接合及び異なる材質の接合まで広げる。交差圧延法 (交差角10°以下) により面内異方性を低減させた AZ31合金板材について、プレス成形性の改善効果を検証する。DLC コーティングの耐食性を改善するためにピンホール低減を図る。

3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

住環境の冷暖房の効率を向上させる高断熱部材の開発、我が国の高温多湿な気候風土に適した「調湿材料」等の居住者の快適性を確保する知能化建築部材の開発及びそれらの低コスト化技術の開発を行う。

3-(3)-① 省エネルギー型建築部材の開発

【中期計画 (参考)】

・建築物の空調エネルギーを10%削減するための調光

ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミックス壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

《平成18年度計画》

- ・調光ミラーの耐久性を上げ、限界繰り返し回数の向上を図る。自律型調光ガラスへの光触媒機能の付与及び大面積化を行う。木製サッシについては、木材の難燃化及び圧縮木材の特性評価を行う。デシカント空調技術へ展開可能な環境維持用常温触媒多孔材料（調湿材料等）を開発する。廃棄物を利用したリサイクルセラミックスの透水性・保水性などの機能を向上させる。
- ・厚さ2 mm、大きさ10 cm 角以上の多孔質ガラス板材を安定して量産できる出発ガラス母材、後処理条件を検討する。多孔質ガラス内に既知の蓄光粒子を導入し、その蓄光性能を明らかにする。

4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

我が国のものづくり産業の国際競争力強化を支援するためには、ものづくりの共通基盤ともいえる先端的な計測・加工技術を開発し、これを国内事業者へ普及することが重要となる。そのため、ナノレベルでの精密な計測や加工を可能とする技術や設計した機能をそのまま実現する部材などの開発を行う。さらに、これらの技術を産業に移転するための先端微細加工用共用設備の整備と公開運用を行うほか、加工技術の継承と活用を図るためのデータベース等を作成して、公開する。

4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

機能性材料及び先端計測・加工技術の社会への受容を促進するため、共通的また政策的な基盤の整備を行い、ものづくり産業を支援し、国際競争力の強化に資する。また、加工技術の継承と活用を推進することにより、少子高齢化による熟練技術者の不足問題への対策を行う。さらに、製造環境や作業者の状態等を総合的にモニタリングする技術等を開発し、製造産業の安全と製品の信頼性の向上に貢献する。

4-(1)-① 高度ナノ操作・計測技術とナノ構造マテリアルの創成技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に開発した近接場光学顕微鏡に高精度粗動機構を導入し改良を行う。電気伝導測定と局所光励起との組み合わせにより、量子ホールデバイスにおける

量子輸送に係るエッジチャンネルの実空間観測を行う。

- ・エネルギー損失電子顕微鏡による材料解析手法を活産業界における利用価値の高い解析手法とするため、他の計測手法による測定を同時に行い、本手法の精度、信頼性を検討する。さらに、企業との共同研究により、実用材料へ適用し、接着制御技術への展開、ゴム材料の加硫プロセス、低誘電損失材料の構造と物性の相関などを検討する。原子間力顕微鏡開発については、空間変調法を高感度化し、生体分子内構造転移過程の一分子レベルでの解析に応用する。

【中期計画（参考）】

- ・金属ナノ粒子、ナノコンポジット材料やコポリマー等のナノスケールの微細構造を持ち、特異な物性を発現する新規ナノ材料の開発及び探索を行う。また、ナノ構造材料の形成プロセスと機能的利用を進めるモデリング技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に得られた銅ナノ粒子の酸化速度の定量データを基準にして、第2元素の添加による耐酸化効果を検討する。
- ・これまで研究してきたブロック共重合体の自己組織化により形成されるマイクロ相分離構造を人為的に配向制御する技術の更なる高度化を進める。ブロック共重合体のドメイン（20 nm のシリンダー）をテンプレートとして利用する技術開発を推進する。また、超臨界状態の二酸化炭素をブロック共重合体ドメイン内で発泡させるナノ多孔化プロセスを研究する。これまで得られている球状の空孔を超えた様々な形状のナノ多孔体の可能性を探索する。高せん断流動場を利用する新規ナノ構造制御技術の用途拡大を図るため、企業等との共同研究を積極的に展開する。

4-(1)-② 新機能部材開発のための基盤技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ナノ結晶粒や準安定相の利用等による高性能なエネルギー変換型金属部材及び鉛を用いない新規圧電体等の低環境負荷型セラミックス系材料に関して、材料設計、作製プロセス及び特性評価方法等を開発する。

《平成18年度計画》

- ・資源生産性が高い材料で p-n 接合した熱電モジュールを試作する。組織を微細化し高性能化した形状記憶合金を利用した製品を試作する。鉛を含まないニオブ系の圧電素材を中心として、材料組成の探索、性能評価及び部材化への課題抽出を行う。光触媒水質浄化性能試験法の国際標準化を進めるとともに光触媒の特許実施等による実用化を進める。
- ・レアメタル代替材料の開発を目指し、WC-Co 系超硬合金の代替材料として超微粒 TiC 分散サーメット合金を開発し、その機械的特性を評価する。さらに、TiC-Ti₃XC₂ (X=Al,Si) 二相領域における組成と組織の

関係を明らかにする。また、低ビスマス銅合金部材の内部欠陥抑制や機械加工性改善に関する基礎技術を開発する。さらに、透明電導膜 ITO の代替材料として、TiO₂等の可能性について明らかにする。

- ・レアメタル及びレアアース等希少金属のリサイクル技術開発を目指し、希土類磁石の粉碎性、湿式法によるNd、Sm、Dy の分離回収性を明らかにする。さらに蛍光灯から Eu、Tb の溶媒抽出法による回収、高付加価値蛍光体としての再生利用の可能性を明らかにする。(IV. 1-(4)-<2>より再掲)
- ・重希土類元素の濃集機構の解明と資源ポテンシャル評価のため、韓国、トルコ、豪州、タイにおいて重希土類濃集予想地域の地質調査と試料採取を行う。また、平成17年度に実施した韓国、モンゴル、中国での分析結果をもとにそれぞれの地域の重希土類ポテンシャル評価を行うとともに、文献資料に基づき重希土類データベースの更新を行う。さらに、カーボナタイト鉱床の重希土類の濃集程度を評価し、層状マンガニウム鉱床の重希土類ポテンシャル評価のための試料採取と分析を行う。(IV. 2-(1)-<1>より再掲)

【中期計画（参考）】

- ・高次構造制御等により、優れた電磁氣的、機械的、熱的及び化学的特性を示す有機部材及び有機無機ハイブリッド部材を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に合成した有機無機ハイブリッドを中心に、ハイブリッドの合成条件等の改良を行い、耐熱性、絶縁性等に関わる機能性評価の検討を行う。
- ・機能性ポリオレフィン合成の高効率化を検討するとともに、界面物性及び実用物性の評価を行い、水性塗料に利用可能な機能性ポリオレフィン部材を開発する。
- ・溶媒や有害化学物質等の吸着特性を有する高機能・低環境負荷型ゲル材料の実現のために、ゲル素材の合成・調製方法の検討、構造制御等を試み、効率よく機能を発現するための条件探索及びその機能・物性評価を行う。

4-(1)-③ 加工技能の技術化と情報化支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・加工条件や異常診断等に係わる熟練技術者の技能をデジタル化する手法を開発し、その結果をもとに加工技術データベースを構築する。これらの成果を企業に公開することで、要素作業の習得に要する期間の半減等の企業における人材育成への貢献を実務例で実証する。

《平成18年度計画》

- ・企業における熟練技術者の技能継承のために、社内で活用可能な技術情報の蓄積・活用技術の開発を行う。具体的には、鋳造、めっき、切削などの加工法について、加工現場における技能の調査・分析を行い、熟練技術を記述するために必要な加工法固有の情報を体系化する。さらに加工法ごとに熟練技術を記述する雛形

(加工テンプレート)の試用版を作成する。作成された加工テンプレートに基づき、企業の協力の下で、企業の持つ技術ノウハウをデータベース化するとともに、雛形構造の実用化に向けた機能の抽出を行う。

【中期計画（参考）】

- ・製造業が自社業務に合った設計・製造ソフトウェアを容易に作成することを可能とするプラットフォームを開発して、1000社以上への導入を目指す。さらに、企業の業務形態に合わせて設計・製造プロセスをシステム化・デジタル化する技術を開発して公開し、現場での運用により効果を確認する。また、設計・製造プロセスにおける性能・品質の多面的評価等を行う技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度までに開発した設計・製造ソフトウェアのプラットフォームの上に、企業で利用しやすいインタフェースをもった、プログラム自動作成のための設計支援環境の試用版を構築する。これにより、ユーザーにシステム設計の知識が無くても、自社の技術ノウハウのデータベース化が可能になる環境を目指す。具体的な加工事例についてこの設計支援環境の構築を試み、その実用化に向けた機能の抽出を行う。

4-(1)-④ 安全・信頼性基盤技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・製造環境等のモニタリング用として、H₂やVOC等の雰囲気ガスや温度を高感度かつ選択的に検出するセンサを開発する。また、作業者の状態を総合的にモニタリングし、作業の安全性と信頼性を保つための予測技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ガスセンサの選択性を高めるため、単素子化プロセスの最適化を図る。赤外線センサの高感度化のため、光照射法プロセスの最適化を図る。作業者の状態計測のため、呼気成分及び表面温度測定の実用性を検討するとともに、汗を対象とした分析デバイスのための要素技術開発を行う。顔画像のストレスとの相関を解析する。人間から得られるデータ(発汗量、脈波など)に対しての非線形時系列解析による定量評価の信頼性の向上を図る。

【中期計画（参考）】

- ・MEMS技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度の要素技術の開発を受け、ガス捕集及び検出システムを構築し、においセンシングシステムの全体運転試験を行う。安心安全応用としての鳥インフルエンザ監視用温度センサ、システム省電力のためのパワーマネジメントチップの試作を行う。さらに、コスト低減による普及拡大のために、市販の短距離無線

通信規格 ZigBee システムをパッシブ素子のエンベデッド化によりダウンサイジングする。

【中期計画（参考）】

- ・プローブ特性やデータ処理方法を改良した計測システムの構築により、大面積部材の非破壊検査が現状の10%以内の時間で可能となる技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・時開発した高速並列計算システムを用いて、さらに平成17年度の2倍以上の規模の系の画像再構成を行うべく、引き続きプログラム開発を行う。高速並列計算システムによる3次元画像再構成への理論的検討を試みる。実施例のための基盤技術開発として、渦電流探傷法のプローブ指向性、磁気特性などと再構成画像との関係を検討する。また、磁気力顕微鏡については、プローブの磁気特性と再構成画像との関係等を検討する。

4-(1)-⑤ ナノテクノロジーの社会影響の評価

【中期計画（参考）】

- ・ナノテクノロジーの社会影響について、意識調査も含めた総合的な調査を実施して、その結果を広く公表して施策の提言等に資する。ナノテクノロジーの技術的側面と社会的意義及び潜在リスクをバランス良く整理したナノテクについての教材を開発して普及を図る。

《平成18年度計画》

- ・ナノテクノロジーの社会的影響についての定量的及び定性的意識調査の結果を総合的に分析して国際的に情報を発信し、ベネフィットとリスクのバランスのとれた発展に必要な施策や、リテラシー向上のための施策を提言する。その一環として重要なナノテクノロジーの国際標準化にも貢献する。

4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

ナノテクノロジーや MEMS 作製に必要な最先端の微細加工施設を整備し、産業界及び大学の研究者と技術者が利用可能な仕組みを整え、微細加工のファウンドリ・サービス等を実施して、横断的かつ総合的支援制度を推進し、産業界の競争力強化と新産業創出に貢献する。

4-(2)-① ナノプロセッシングファウンドリ・サービスの実施

【中期計画（参考）】

- ・共用ナノプロセッシング施設をさらに拡充・整備し、支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者の研究開発支援を充実させる。

《平成18年度計画》

- ・ナノテクノロジーにおける社会基盤として、産総研ナノプロセッシング施設(AIST-NPF)をさらに拡充・整備し、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム(NPPP)等の支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者への研究開発プロモーションを充実させる。また、極微

細加工や計測技術に関するナノテク製造中核人材養成プログラムを構築し、産学官連携のもとに、ナノテクノロジー産業人材の輩出を図る。

4-(2)-② MEMS ファウンドリ・サービスの実施

【中期計画（参考）】

- ・共用 MEMS プロセッシング施設をさらに拡充・整備し、産総研内外に公開することで、プロトタイピングを迅速に行うなどにより、研究者・技術者への研究開発支援を行う。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に引き続き人材育成のための実習及び研究会をそれぞれ4回以上行う。MEMS のシミュレーション環境の一層の整備を行い全国4カ所以上での利用を可能とする。また、金属系成膜装置、大面積成形装置等の設備整備を行う。

5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

ナノテクノロジーの基盤技術をバイオテクノロジーへ応用展開し、医療技術等に革新的な進歩をもたらすための融合的な研究開発を行う。そのため、ナノスケールの計測・分析技術等を駆使して、生体分子間の相互作用等の解析を行い、その人工的な制御を可能とする。また、計算機の利用技術の開発によってナノスケールの生体分子のシミュレーションを実用化し、創薬等に寄与する。

5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したバイオインターフェース技術の開発を行い、創薬、診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探索的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

5-(1)-① バイオインターフェース技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・標的指向ドラッグデリバリーシステムの効果を前臨床段階で確認し、製薬企業への技術移転を図る。

《平成18年度計画》

- ・遺伝子治療、再生医療等に必要ドラッグデリバリーシステム(DDS)に対して研究を展開する。臨床医学における頭蓋骨形成術に応用可能な生理活性蛋白質(サイトカイン等)の徐放性 DDS の基礎的部分の研究開発を行う。さらに再生医療への DDS の応用として、生体内において特定の細胞に遺伝子を移入する技術の基礎的部分の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・生体適合セラミックスのナノ構造を制御する新規形成プロセスの開発を行い、人工骨や経皮デバイス等へ応用する。

《平成18年度計画》

- 平成17年度において作製されたラミニン担持アパタイト-高分子複合体の上皮組織親和性を、ラット動物実験により評価する。また、平成17年度までに確立した手法を応用して、抗菌剤担持アパタイト-高分子複合体を作製し、得られた材料の抗菌性を評価する。ナノスケール表面構造やナノスケール分子を用いて、硬組織（骨、軟骨、歯）を再生する技術を開発するための基盤技術を確立する。

【中期計画（参考）】

- 微小流路における流体现象を活用した診断用チップの実用化を図る。また、超臨界流体の特異性を利用した局所的化学プロセスを開発し、高効率流体化学チップを実現する。

《平成18年度計画》

- 層流での分離をアシストするため、マイクロ流路内に電極を設置し、電界または pH 勾配を利用した分離技術を開発し、分離効率の向上を図る。

5-(1)-② 原子・分子レベルのバイオシミュレーション・モデリング技術の開発

【中期計画（参考）】

- これまで開発してきたフラグメント分子軌道法等のシミュレーション手法を発展させ、2万個程度の原子からなるタンパク質のような巨大分子の電子状態計算を可能にする。さらに、他のシミュレーション手法と組み合わせ、タンパク質工学や創薬における分子設計への適用を実現する。

《平成18年度計画》

- FMO 法をベースとした巨大分子の励起状態計算法を開発する。マルチレーヤ FMO 法を用いた新しい量子・古典融合法を開発する。溶媒の可分極連続体モデル (PCM) の FMO 法バージョン (FMO/PCM 法) を用いて蛋白質とリガンドの結合自由エネルギー計算を行う。

IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来にわたって維持していくためには、産業活動に伴い発生する環境負荷を極力低減させつつ、エネルギーの安定供給を確保することにより、社会、経済の持続可能な発展を実現させていくことが求められる。このため、産業活動や社会生活に伴う環境負荷低減を図る観点から、環境予測、評価及び保全技術を融合させた技術により、環境対策を最適化する。また、地圏・水圏循環システムの体系的理解に基づいて、環境に調和した国土の有効利用を実現するとともに、エネルギーと資源の効率的利用によって、化学産業の環境負荷低減を促進する。エネルギーの安定供給確保を図る観点から、燃料電池及び水素等の分散エネルギー源の効率的なネットワークを構築するとともに、再生可能エネルギーであるバイオマスエネル

ギーを導入し、エネルギー自給率を向上させ、CO₂排出量を削減する。加えて、産業、運輸及び民生部門の省エネルギー技術開発により、CO₂排出をさらに抑制する。

1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

環境対策の最適解を提供する新しい技術を創造するためには、評価技術及び対策技術の双方を高度化しなければならない。このうち、評価技術においては、化学物質リスクの評価に基づいた環境対策を提案する技術と環境負荷の評価に基づいた環境対策を提案する技術の両方を確立する必要がある。前者に対しては、最適ナリリスク管理を実現するための技術を、後者に対しては、生産・消費活動の最適解を提案できる技術を開発する。また、対策技術においては、環境汚染の拡大を未然に防止する技術が必要である。このため、汚染の早期検出及び経時変化を予測できる環境診断・予測技術及び汚染を効率的に除去するリスク削減技術を開発する。

1-(1) 化学物質の最適ナリリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発

化学物質の最適ナリリスク管理を実現するため、リスク評価の概念を普及させるとともに、評価と対策の融合を含む総合的なリスク評価技術とそれを用いた管理手法を開発する必要がある。リスク評価の概念普及のためには、既存物質について詳細なリスク評価を実施して公開するとともに、代替物質や新技術による生産物等のリスク評価も実施する。総合的リスク評価のためには、従来困難であった多面的な評価に基づくマルチプルリスク評価技術を開発する。化学物質のうち、火薬類や高圧可燃性気体等については、利用時における安全性の確保も重要な課題である。このため、安全性評価基準等の国際的統一化に向けた研究開発を実施するとともに、構造物等の影響を考慮した評価技術を開発し、燃焼・爆発被害を最小化する技術を開発する。

1-(1)-① マルチプルリスク評価手法の開発

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

- 平成17年度に行った米中カドミウムリスク管理に関するケーススタディーを発展させ、より現実に近い選択肢を設定した解析を目指す。また、異なる暴露の指標を用いた場合に、適用される不確実性係数（体内動態や感受性の個人差に由来）の差違について吟味する。
- 成人による自分自身のリスク削減への支払意思額のみに基づく便益評価ではとらえきれない、利他的動機や個人差を考慮した社会的選好の評価手法を提案する。

そのために、アンケート調査と各種経済統計を利用して、化学物質曝露などのリスクの回避に関する人々の態度、認知、行動、支出額といった心理的・経済的データを収集・解析する。

- ・室内空気質調査に加えて、各部屋での物質の放散量を計測する。それらのデータをもとに、室内空気質に対する CMB（ケミカルマスバランス）法などの発生源解析手法の適用性について検討する。また、逆解析モデルの解析としては、逆解析モデル開発の第一段階として、単一地点データから単一発生源の位置（方角）を予測するシステムを構築し、国内の具体的な高濃度地点において発生源位置・規模の予測を行う。

【中期計画（参考）】

- ・30種類以上の化学物質について詳細リスク評価書を完成させ、公表するとともに、社会とのリスクコミュニケーションの中でリスク評価手法を改善し定着させ、行政、産業界での活用を促進する。また、これまで開発してきたリスク評価・解析用ツールを公開し、行政、産業及び教育の場で広く普及させる。

《平成18年度計画》

- ・塩化ビニルモノマーなど5物質の詳細リスク評価書を出版するとともに、ニッケルなど8物質について詳細リスク評価作業を遂行する。また、詳細リスク評価書作成のためのテクニカルガイダンスを、大気モデル部分を中心に執筆したものを完成させる。
- ・ADMER にサブグリッドモジュールを組み込み解析可能解像度を向上させた Ver. 2 を完成し公開する。沿道曝露モデルに関しては、適用するモデルと地理的解像度が一致する暴露人口偏在係数を推計する。次世代 ADMER を実際のリスク評価に適用し、実用化を進める。重金属の排出量推計機能を追加した AIST-SHANEL（水系曝露解析モデル）金属版の公開を行う。また、事業所近傍の水系曝露解析モデルの公開も行う。瀬戸内海モデルの検証を行い、年度内に試験的公開を行う。さらに、平成17年度に構築した生物体内蓄積モデルを東京湾に適用可能なモデル開発を行う。RiskCaT-LLE（損失余命の尺度に基づくリスク計算機）については、不具合や改善要望の強い点についてプログラムの修正を行うとともに、解説文書等を充実させて、Ver. 1 を公開する。

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

- ・QSAR を活用し、主要暴露経路が吸入か経口かを判定する手法を確立し、平成17年度に作成したプロトタイプの評価システムに統合化する。システム内の判定モデルと採用した各推定手法の予測精度の向上を図るとともに、検証も行い、多数の物質の迅速なヒト健康リスクのスクリーニングが可能な実用的システムを目指す。

- ・GIS 上で農・畜産物の主要輸送経路をより詳細に推定できるよう物流量（交通量）の重み付け手法を検討し、推定精度の向上を図る。また、大気モデル ADMER の計算結果を取り込み、任意の地点における農・畜産物経由の摂取量の分布が推定できるよう GIS 上でシステム化する。

- ・平成17年度に、難燃剤を対象とした解析で用いたデータ・利用したモデルの不確実性を情報の価値の視点から定量化し、今後、評価結果を改善するに際し、取り組むべき課題・情報収集のプライオリティ付けを行う。難燃剤を対象とした俯瞰図を完成させる。

- ・難燃技術等を事例にして、リスクの発生、波及、転化のプロセスの構造図を作成するとともに、管理対策の事例ベースの枠組みを構築する。

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

- ・難燃剤の詳細評価書を代替物のリスクとの比較・候補物質からの選択の視点でまとめる。臭素系、リン系難燃剤の代替事例に対し、代替物導入の前後におけるリスクレベルの変化を QALY 等を尺度として、計量するとともに、それぞれの事例における代替物導入の費用を推計する。以上の結果を用いて、難燃剤工業会が実施した自主管理の事後評価を行うとともに、代替品間の比較、選択過程を説明するモデルを提案する。

- ・BTX を構成するトルエンとキシレンのヒト健康リスクについて屋内外での同時曝露によるリスクも含め、QALY 等の同一尺度で評価できるようにするとともに、トルエンからキシレンへの溶剤としての代替に対する便益とリスクのトレードオフについて検討する。

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

- ・ナノ材料等の排出量や気中濃度を測定し、より定量的な排出及び曝露のシナリオを作成する。ナノテクの社会科学研究に関し、欧米の研究をレビューし、一般

人の意識調査やマスメディア報道の欧米との比較・解析、日本の現行の法規制がナノテクに対応できるかどうかの調査を行う。また、ナノ材料安全性評価方法の標準化として、*in vitro* 試験によるナノ材料（カーボンナノチューブ、フラーレン、酸化チタン、ナノ金粒子等）の生物反応を確認し、有害性スクリーニング試験法として利用できる生物反応の選別を行う。

- ・ナノ物質の環境中の挙動を実験的に明らかにするため、ナノ物質の気相分散法、分光学的計測手法の検討、及び環境に依存した粒子成長過程の観測技術の開発を行う。モデル充填層により、カーボンナノチューブ（CNT）分散状態と透過特性とを実験的に評価し、透過・沈着挙動を解析する。

1-(1)-② 爆発の安全管理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧可燃性気体等の燃焼・爆発性危険物については、評価基準等の国際的統一化（GHS）が進んでいることから、国連試験法を改定するとともに、我が国の実情に則した小型かつ高精度で国際的にも利用可能な試験法を開発する。これら新規試験法により取扱技術基準の資料となる各種保安データを蓄積する。

《平成18年度計画》

- ・カナダの国立爆発物研究所（CERL）との連携を強化し、国連に提案する新規試験法において、爆発規模効果の改善を行い、かつ試験法の評価を行う。
- ・煙火及び原料火薬類の実験室規模並びに野外での大規模実験を継続実施することにより、火薬類の取扱技術基準作成に必要な保安データを取得する。特に、現在十分に考慮されていない不用弾薬類の解体での安全性確保を念頭に置き、安全性確保のために必要となる保安データの取得を図り、規則改正へ向けて取り組む。
- ・水素供給スタンドの安全技術の高度化のための基礎データとして、高圧水素ガスの漏洩拡散挙動の解析を継続するとともに、漏洩拡散ガスの着火性と消炎の機構の解析を行う。

【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

《平成18年度計画》

- ・これまでに開発した爆発現象シミュレーションシステムにおいて、2-3次元爆風挙動の計算機シミュレーション技術を高度化し、複雑な地形や構造物に適用する。同時にシステムの高度化の妥当性を評価する。国内外の会議で爆発影響データベースを紹介し、国内外の専

門家とデータベースの連携について意見交換を行う。

- ・国内火薬類全事故例を公開し、解析を行うとともに、国際普及に向けてデータベースを整備する。事例の解析結果である事故進展フロー図、教訓データを拡充する。火薬類の物性データを拡充し公開を目指す。
 - ・平成17年度の実験で分解温度が400℃以上と判明した約10種類の原料物質について、高温域でも高い信頼性を持つ火薬学的諸特性の計測・評価手法について検討する。また、火薬学的諸特性の評価対象を、平成17年度実績からさらに数10種類の原料類に拡張する。
- #### 1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響の統合的な評価手法として、ライフサイクルアセスメント（LCA）技術を開発し、広く普及させるとともに、LCAの方法論の適用対象を拡大する必要がある。このため、独自に開発したLCA実用ソフトウェアを国内外に普及させるとともに、LCA研究の国際的なネットワークを構築する。適用対象の拡大については、企業や自治体等の組織の活動及び地域施策をLCAの方法論に基づき評価する手法を開発し、組織の活動計画の立案過程にその評価を導入する。

- #### 1-(2)-① 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・最新の成果であるLCA実用ソフトウェア（NIRE-LCA, ver.4）の、我が国及びアジア諸国への普及を加速するとともに、ソフトウェアの改良のため、素材・エネルギーに関する100品目以上のインベントリ（環境負荷項目）データの更新・拡充及び1,000人規模の調査等による社会的合意に基づいたインパクト評価手法を確立する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度までの不確実分析結果を反映し、統計値を含めた影響評価係数リストを公開し、産業界での利用拡大を図る。また、不確実性分析から明らかとなった高感度な主要パラメータについて、再調査を実施することによって影響評価係数の信頼性の向上を目指す。
- ・企業と共同でワーキンググループを作り、産業連関表・企業データを活用した費用対便益分析の簡易的な実施手法について検討を進める。さらに費用対便益分析のガイドライン作成に向け、技術的な課題抽出を行う。これらの活動を通じて、LCIAとLCCを融合した費用対便益分析による包括的製品政策設計のための手法開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・従来の製品評価型LCAをベースに、企業活動、地域施策及びエネルギーシステムのインベントリとその影響並びに環境効率（価値/環境負荷）を組み入れた新しいLCA評価法を開発する。また、この評価法を企

業、地方自治体等の活動計画や政策立案に複数導入する。

《平成18年度計画》

- ・企業活動における環境効率指標の適応を計り、手法の確立を行うとともに、製品環境効率手法を開発し企業の環境適合製品開発を支援する。
- ・施策実施による地域性や年次変化を考慮した環境影響の定量化、並びに施策の効用の定量化を行うことにより、環境効率の概念を地域施策に適用する。
- ・運輸部門の温室効果ガス排出に関し、将来の展開を踏まえて試算可能な手法を提示するとともに、エネルギー技術開発について、費用対効果を含めた多側面、段階から評価する、基本的な手法を確立する。

【中期計画（参考）】

- ・日本と密接な関係を有する国々との LCA 研究に関するネットワークを強化し、当該分野での国際的拠点として先導的な役割を果たすため、APEC 地域を中心としたワークショップを開催するとともに、UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブ、GALAC（世界 LCA センター連合）及び LCA 関連の ISO において主体的に活動する。

《平成18年度計画》

- ・UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブ等に関し、活動を活性化すべくリーダーシップを発揮する。これに加えて、アジア、APEC 地域を中心とし、LCA 普及と推進に向けた国際ワークショップを開催し、地域全体の LCA を主導する。また、ISO での新たな LCA 国際規格の発効に向け主体的に推進する。

1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

環境問題の発生を未然に防止するには、環境汚染を早期に検出するとともに、汚染防止対策の効果を確認して次の対策へのフィードバックを可能とする環境診断技術が必要である。また、得られたデータに基づき、環境の変化を予測し、対策の有効性を推定できる技術が必要である。このうち、前者に対しては、第1期に確立した計測要素技術をベースにして、高感度な水質監視や大気監視が可能なモニタリング技術を開発するとともに、微生物を利用した環境モニタリング技術を開発する。後者の予測技術に対しては、産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策が緊急の課題であるため、CO₂やフッ素系化合物の環境影響評価手法及び温暖化対策技術の効果を評価する手法を開発する。

1-(3)-① 環境診断のための高感度モニタリング技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・水中の毒性量を評価する水質監視技術確立のため、毒物応答速度や再現性が悪い魚等を利用した既存システムに代わり、応答速度30分と分析誤差10%を有する微生物等の分子認識系を抽出・固定化した毒物センサ

を開発する。

《平成18年度計画》

- ・3種類の生物から抽出したクロマトフォアによる毒物に対する感度、応答速度、安定性を比較する。また、観測される2種類の応答信号のうちの初期の高速応答信号とクロマトフォアの電極表面への吸着機構との関係を明らかにし、電極への固定化、安定化への応用を試みる。

【中期計画（参考）】

- ・レジオネラ等の有害微生物を迅速に検出するため、従来、培養法で数日間、DNA 利用法でも数時間を要する分析を、数十分以内で分析可能な電気泳動とマトリックス支援レーザー脱離イオン化法質量分析装置（MALDI-MS）を利用した分析技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・レジオネラ菌を蛍光検出するため、レジオネラ菌に対する数種類の抗体を評価し、選択性と感度の優れたものを選択する。また、より広範な微生物を MALDI-MS で質量分析するため、電気泳動（CE）/MALDI-MS インターフェイスを改良し、微生物の細胞膜をオンラインで溶出させる機能を付加する。

【中期計画（参考）】

- ・細胞内の分子形態や遺伝子発現を利用して、化学物質の有害性を評価するトキシコゲノミクスの分析法の確立のため、電気泳動及びプラズマ質量分析法による細胞中元素の分子形態が識別可能な分析装置の開発及び微量試料のマイクロ流体システムに電気化学活性マーカーを有するプローブによる遺伝子検出チップ等を組込んだ細胞中遺伝子の網羅的解析システムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・電気泳動液を誘導結合プラズマ中に噴霧するとき問題となる分離能の低減を従来の1/2以下にするネブライザーを開発する。平成17年度に開発した遺伝子プローブをマルチ電極上に安定に固定化するための技術開発を行う。また、電気化学活性団及び核酸認識部位を変化させ、プローブの感度向上（2倍以上）を図る。

【中期計画（参考）】

- ・高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・QCM 自動免疫センサ構成に重要となる QCM の厳密な位置決め検討を試みる。また、抗体分子等の固定化用の QCM 表面の親水性制御及び QCM 上での抗体固定化量の制御を試み、いずれも実験誤差20%の実現を目指す。

1-(3)-② 地球温暖化関連物質の環境挙動解明と CO₂

等対策技術の評価

【中期計画（参考）】

- ・CO₂海洋隔離の環境影響に対する定量的評価法確立のため、海洋炭素循環プロセスを解明するとともに、CO₂海洋隔離時の環境モニタリング手法及び国際標準となる海洋環境調査手法を確立する。また、CO₂の海洋中挙動を予測するため、海洋の中規模渦を再現可能とした数10 km の分解能を持つ海洋循環モデルを構築し、現実地形の境界条件、CO₂放出シナリオや生物・化学との関連等を統合した予測シミュレーション技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・炭酸カルシウムの溶解過程に加えて、有機物の分解過程に与える pH、二酸化炭素濃度の影響についても、高圧水槽等を用いた室内実験によって解明することを目指す。また環境影響評価の基礎になる海水中の炭酸塩パラメータ(全炭酸、アルカリ度、pH 等)について、産総研内外での測定値を、高精度かつ高分解能な予測に資するべく、データベース化する。

【中期計画（参考）】

- ・クリーン開発メカニズムにおける植生の炭素固定量を評価するため、地上観測データと衛星データを統合的に解析する技術の開発により、現状50-100 %である炭素収支推定誤差を半減させ、アジアの陸域植生の炭素収支・固定能の定量的マッピングを行う。また、CO₂排出対策効果の監視の基本的ツールを提供するため、地域・国別 CO₂排出量変動の識別に必要な数100km の空間分解能を持つ CO₂排出量推定手法（逆問題解法）を開発する。

《平成18年度計画》

- ・アジアの各種陸上生態系地上サイトで2000-2004年の間に測定された二酸化炭素フラックス観測データに基づき、東アジアにおける炭素収支・固定能の空間分布マッピングを開始する。

【中期計画（参考）】

- ・都市高温化（ヒートアイランド現象）と地球温暖化の相互関係を評価する手法を構築するため、都市気象モデルと都市廃熱モデルの連成モデルを開発する。また、モデルにより都市廃熱の都市高温化を評価する手法を構築するとともに、廃熱利用や省エネルギー対策の都市高温化緩和に対する効果を定量的に評価する。

《平成18年度計画》

- ・ヒートアイランド対策大綱に記載されている4大対策のうち、経済産業省が関連する(1)人工廃熱の削減、(2)地表面被覆の改善、の2対策について、各対策技術の気温、湿度、温熱環境（人体影響）、エネルギー消費等に関する詳細な比較が可能なように連成モデルを再整備する。上記のうちの基本的な対策について、気温・湿度とエネルギー使用量の関係を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・フッ素化合物の適切な使用指針を示すため、第1期で開発したフッ素系化合物の温暖化影響評価・予測手法を改良し、省資源性、毒性、燃焼特性等の要素を考慮した総合的評価・予測手法を開発する。

《平成18年度計画》

- ・正確度と分かりやすさを備えた温暖化指標の充実に努める。特に定性評価手法と定量評価手法の組み合わせについて検討する。
- ・大型冷凍機用冷媒などに使用される化合物の大気寿命予測に関して、信頼性の高いデータの取得を継続する。可燃限界についての測定を進め、可燃限界予測手法の高精度化を図ると共に、燃焼速度の測定も行う。これらの結果から、大型冷凍機用冷媒の候補化合物を3つ程度に絞り込むことで、新たな工業洗浄剤の開発に資する。

1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

リスク評価や環境負荷評価に基づいた事前対策によって、有害化学物質のリスク削減を実現するためには、従来の環境浄化・修復技術に加えて、潜在的な問題性が認識されていながら有効な対策がとられていない小規模発生源による汚染、発生源が特定困難な汚染及び二次的に生成する有害化学物質による汚染に対処可能な技術の開発が必要である。このため、空気、水及び土壌の効率的な浄化技術を開発する。また、小型電子機器など、都市において大量に使用されながら、効果的なりサイクル技術が確立していないために、廃棄物による潜在的な環境汚染の可能性のある製品等の分散型リサイクル技術を開発する。

1-(4)-① 環境汚染物質処理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・揮発性有機化合物（VOC）の小規模発生源を対象とし、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100 ppm 濃度の VOC の分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性の VOC を吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・含ハロゲン、含酸素系 VOC の分解で活性を有する触媒の開発と性能評価を実施する。VOC 混合系で、有機副生成物や NO_x を発生させない分解条件を確立する。吸着回収では、電磁場加熱技術を用いた実規模吸着回収装置を試作する。

【中期計画（参考）】

- ・水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて40 %の省エネルギーを達成する省エネ型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・オゾン分解併用型生物処理法において、処理水中に残

留する有機物組成を明らかにするため、事業所で使用されている原材料特性を把握し、処理水性状との関連性を明らかにする。シクロデキストリン吸着剤の高分子担体への新たな結合手法の開発では、トシル化シクロデキストリンの高分子担体への結合量を増加させるための反応条件を検討する。

- ・水処理での膜分離プロセスにおいて、膜破断したモジュールを検出するシステムについて検討する。
- ・生物処理用の担体として用いる活性炭に担持するために、酸性度及び塩濃度の高い廃液に耐える微生物を探索し、廃水処理効果を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・環境修復技術として、空気浄化については、ホルムアルデヒド等空気汚染物質の浄化が室内においても可能な光利用効率10倍の光触媒を開発する。また、発生源に比べ1桁以上低い有害物質濃度に対応するため、水質浄化については、超微細気泡及び嫌気性アンモニア酸化反応を利用し、土壌浄化については、腐植物質や植物等を利用することにより、各々処理能力を従来比3倍とする浄化技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・修飾光触媒の合成、3次元構造を有するナノクラスター光触媒の構築、新規多孔質材料との複合化等により、光触媒活性の向上を図る。また、光触媒表面での担持金属の挙動、他元素ドーピングによる可視光化の機構を解明し、触媒効果の強化を目指す。さらに多孔質空間を利用した光触媒反応と微生物分解の融合の可能性についても調べる。
- ・マイクロバブルの圧壊については、排水処理技術の基礎はほぼ確立できたので、上水（水道水）を対象とした実用システムの開発を進める。また、オゾンナノバブルについては、噴霧技術と組み合わせて鳥インフルエンザなどウイルスの不活化も念頭に置いた技術開発を進める。
- ・淡水湖沼及び活性汚泥を対象に、高い嫌気アンモニア酸化活性を示す試料を検索するとともにその増殖速度を推定し、高い活性が得られる条件を検討する。
- ・種々の環境条件におけるハイパーアキュムレータの適用可能性を明らかにするとともに、得られたハイパーアキュムレータの商用化に不可欠である不稔性個体、すなわち種子を付けない植物の取得を図る。

【中期計画（参考）】

- ・フッ素系の界面活性剤として多方面で使用されているパーフルオロオクタン酸（PFOA）等難分解性化合物の環境中での動態を解明するとともに、光触媒等を利用した2次生成物フリーの安全な分解処理技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ヘンリー定数、解離定数の測定対象を生体蓄積性がより大きな長鎖パーフルオロカルボン酸類（PFOA 等）

まで拡大する。また、環境中除去過程解明の一環として水中のパーフルオロカルボン酸類と硫酸イオンラジカルとの反応速度を測定する。PFOA、PFOS に加えてそれらを環境中で生成する物質（例：揮発性フッ素化テロマーアルコール類）の効果的な分解・無害化を従来の光触媒法だけでなく、亜臨界水法やマイクロバブル法も用いて達成する。

【中期計画（参考）】

- ・季節や天候の影響を考慮した効果的な発生源対策を導くことを目的として、浮遊粒子状物質やオキシダントの予測モデルを構築するため、誤差要因や未知のメカニズムを探索するフィールド観測を実施するとともに、拡散モデルを高精度化し、雲物理過程、植生モデル、ヒートアイランド現象等を導入したシミュレーション手法を開発する。

《平成18年度計画》

- ・光化学大気汚染高濃度が起きた日についてより詳細な気象学的分析を行う。窒素酸化物の大気反応モデルとして、高度化を図る目的で CBM-IV から CB-IV に変更し、夏季 Ox 生成の前段階である冬季光化学反応（NOx→NO₂まで）のプロセスの検証を行う。

1-(4)-② 都市域における分散型リサイクル技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上しつつ50 %以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20 %以上の省エネルギー化と50 %以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・高効率な金属-非金属の分解・分離技術の開発を目指し、金属-非金属間の分離効率を中期計画開始時より30 %以上向上させるべく、粉碎システムの改良、構成素材の破壊特性のモデル解析による粉碎システム制御パターンの緻密化及び単位時間当たりの粉碎処理量拡大を検討する。
- ・貴金属含有水溶液からのパラジウム分離・回収について低環境負荷型分離プロセスを開発し、有機溶剤使用量の半減を目指す。また、使用済み無電解ニッケルめっき液からのニッケル回収プロセスの実用プラントへの導入及び亜りん酸除去による無電解めっき液の長寿命化(5倍)技術の確立等、多様な金属成分を有する廃液等からの分離除去技術について、より実用化に即した新手法を開発する。
- ・中期計画開始時より30 %高い燃料化効率を実現すべく、小型プラント等を用いて、(1) 試料調製と加熱条件の最適化による含塩素混合プラスチックの脱塩素率並びにエネルギー収支向上、(2) 分解工程での装置運転条件最適化による各種プラスチックの油化、ガス化

の制御、及びエネルギー収支向上を図る。さらに、電子機器の基板等に多用されているエポキシ樹脂の可溶化を検討し、臭素系難燃剤の分離・除去技術を開発すると共に、回収したエポキシ樹脂の再利用化を図る。

- ・分散型リサイクル技術の社会的受容性評価に向け、既存のエコタウンにおけるマテリアルフロー及びシステムの調査を行うとともに、それらの結果をフィードバックしつつ、廃小型家電製品等の難循環性複合廃棄物に対する都市域リサイクルシステム開発及びその実証研究実施を目指した課題抽出及びデータ集積を行う。
- ・レアメタル及びレアアース等希少金属のリサイクル技術開発を目指し、希土類磁石の粉碎性、湿式法によるNd、Sm、Dyの分離回収性を明らかにする。さらに蛍光管からEu、Tbの溶媒抽出法による回収、高付加価値蛍光体としての再生利用の可能性を明らかにする。

2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

地圏・水圏における物質循環の理解に基づいた、大深度地下利用などの国土利用の促進と、資源開発における環境負荷の低減が求められている。このため、自然と経済活動の共生を目指して、環境問題及び資源問題を解決することを目的として、地圏における循環システムの解明と流体モデリング技術の開発を実施する。また、沿岸域の海洋環境の疲弊を防ぎ持続的な低環境負荷利用を可能にするため、環境評価技術の開発を行う。

2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の水循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物資源探査に関する技術を開発する。また、土壌汚染等に関する地質環境リスク評価及び地層処分環境評価に関する技術を開発する。

2-(1)-① 地圏流体挙動の解明による環境保全及び資源探査技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・独自に開発したマルチトレーサー手法を適用して、関東平野や濃尾平野等の大規模堆積平野の水文環境を明らかにし、こうした知見を利用して地球温暖化及び急速な都市化が地下水環境に及ぼす影響を評価する。また、地下水資源を持続的かつ有効に利用するため、地下水の分布、水質、成分及び温度の解析技術並びに地中熱分布に関する解析技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・地下の温度構造の変化と都市温暖化との関連性を明らかにするために、平成17年度に引き続き濃尾平野を対

象とした熱を考慮した地下水流動シミュレーション及び調査を実施する。また、地中熱利用の可能性調査として、タイ・チャオプラヤ流域の1地点に平成17年度に設計を行ったヒートポンプシステムによる空調設備を設置し、熱帯地域の地中熱利用による冷房効果に関する実証データを取得するとともに、運転持続性能についての評価を行う。

【中期計画（参考）】

- ・地熱資源を有効利用するため、地下流体挙動のシミュレーション技術を開発し、将来予測技術を確立するとともに、環境負荷の少ない中小地熱資源の開発に関する技術指針を産業界に提供する。

《平成18年度計画》

- ・坑井温度分布、地化学温度計、アニオンインデックス、アクティビティーインデックス、浸透率分布等を用いて地熱有望度指標を作成する。また、平成17年度に完成させたデータセットを基に地熱版『風況マップ』のプロトタイプを構築するとともに、そのマップに対するユーザーアンケートを実施し利便性の改良に資する。
- ・地熱貯留層管理のための地熱貯留層3次元モデルの改良並びにモデリング技術のまとめを行うとともに、そのモデリング技術をソフトウェアユーザ会などを通じて普及を図る。

【中期計画（参考）】

- ・地圏流体の挙動の理解に基づき、産業の基礎となる銅や希少金属鉱物資源に関する探査技術を開発し、探査指針を産業界へ提示する。

《平成18年度計画》

- ・重希土類元素の濃集機構の解明と資源ポテンシャル評価のため、韓国、トルコ、豪州、タイにおいて重希土類濃集予想地域の地質調査と試料採取を行う。また、平成17年度に実施した韓国、モンゴル、中国での分析結果をもとにそれぞれの地域の重希土類ポテンシャル評価を行うとともに、文献資料に基づき重希土類データベースの更新を行う。さらに、カーボナタイト鉱床の重希土類の濃集程度を評価し、層状マンガン鉱床の重希土類ポテンシャル評価のための試料採取と分析を行う。
- ・銅資源鉱床の研究として、斑岩銅鉱床に伴う火成岩の鉱物組成、化学組成の検討を行い、鉱化作用を伴う火成岩の特徴を明らかにする。

2-(1)-② 土壌汚染リスク評価手法の開発

【中期計画（参考）】

- ・土壌汚染の暴露量を定量的に評価し、健康リスク及び経済リスクを低減するために、汚染地の土壌及び地下水の特徴を組み込んだモデルに加え、微生物や鉱物等による自然浄化機能を考慮に入れたモデルを確立する。これらのモデルを利用した地圏環境修復手法を開発し、工場等の土壌に関するサイトアセスメントへの適用を可能にする。

《平成18年度計画》

- ・地圏環境評価システムのサイトモデルの適用性向上のために、土壌・地質汚染基本調査と含有量・溶出量の化学分析を実施することにより、土壌中有機物や重金属などの人為的汚染に関する我が国特有の環境パラメータを取得し、データベースを構築する。また、地圏環境評価システムのうち詳細モデルの数値解析手法を開発し、天然鉱物と微生物による自然浄化機能の効果を速度論的分析によって明らかにする。
- ・地下水環境評価技術として、ワイドアングル地中レーダ法と土壌水分計を併用した方法について、地下水が一様でないポテンシャルを持つ場合の地下水挙動への適用可能性を検討する。また、電磁マッピング法データのノイズ除去及びキャリブレーションについて平成17年度に引き続き検討を加え、実用化に向けたソフトウェアの改良を行う。
- ・平成17年度に試作した多周波比抵抗測定装置の屋外3次元探査実験を行い、実用化に向けた適用範囲の検証及び問題点の改良を引き続き実施する。さらに、核磁気共鳴（NMR）計測装置の開発について、探査深度5 cm を有するプロトタイプの野外動作実験を行い、実用化に向けた操作性の向上のための装置改良を行う。

2-(1)-③ 地層処分環境評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・地層処分の際のサイト評価に役立てるため、岩石物性等の地質環境に関する評価技術の開発を行う。沿岸部では地下水観測データに基づいた塩淡境界面変動メカニズムの解明を行い、数値モデルを利用した超長期変動予測技術の開発を行う。また、沿岸部の地下1,000 m 程度までの地下構造探査手法について既存の調査事例を分析することにより、選定される調査地に最適な探査指針を提示するための知見を整備する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に引き続き、塩淡境界面の移動や形状変化のモニタリングを東海村実証フィールドで実施するとともに、塩淡境界面形状を決定する要素や境界面に沿って移動する地下水の流動解析を実施する。また、既存のデータセットから塩淡境界面深度や地下水流動を推定するためのモデルの構築を行う。さらに、超長期間滞留している地下水の化学的性質を推定するため、深部岩盤特性をデータベース化し、室内実験を基にした岩石-水反応解析を継続して実施し、深部地下水環境を把握する。
- ・平成17年度までの成果をもとに、平成19年度完成を目指し、海上保安庁、国土理院及び産総研が所有する沿岸域データによる「web 版沿岸域基礎データシステム（メタデータ）」の構築を進める。
- ・電磁探査による地下構造評価技術の開発のため、ハイブリッド人工信号源電磁探査測定システムについて、実用化に向けて野外計測における操作性や安定性向上

のための改良を加えるとともに、取得データの3次元解析手法についてインバージョン解析法の開発に着手する。

- ・地震探査技術では、反射法地震探査解析データより抽出される弾性波速度情報及び減衰情報を組み合わせた地層評価法について検討する。さらに、核磁気共鳴（NMR）実験データから水理特性を定量的に解析するため、粘土の粒径分布計測を実施し、それによって粘土中の水の拡散モデルを作成する。
- ・岩盤及び廃棄体周囲の温度変化を計測するために開発した光ファイバを利用した熱物性量センサについて、緩衝材中の物性モニタリングへの適用可能性を検証するために、ベントナイト試料を用いた熱伝導率計測等の基礎実験を実施する。

2-(2) CO₂地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

大気中の CO₂削減のため、発生源に近い沿岸域において CO₂を地下深部に圧入する技術が期待されている。そのため、地下深部の帯水層の CO₂貯留ポテンシャルの推定及び CO₂の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO₂を帯水層に圧入した際の環境影響評価のための CO₂挙動に関するモニタリング技術を開発する。

2-(2)-① CO₂地中貯留技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・CO₂発生源に近い沿岸域において、帯水層の持つ CO₂隔離性能及び貯留ポテンシャルの評価を実施するために、地下深部の帯水層に圧入された CO₂の挙動を予測するモデリング技術の開発等を行う。また、帯水層に圧入された CO₂の挙動がもたらす環境影響を評価するため、精密傾斜計による地表変形観測等の物理モニタリング技術及び水質・ガス等の地化学モニタリング技術の開発を行う。

《平成18年度計画》

- ・帯水層への CO₂地中貯留のための概念モデルを作成するため、以下の検討を実施する。
 - 1) 帯水層内で起こる地化学的反応解明では、地層内間隙水のデータベース化のためにデータを収集するとともに、モデル間隙水を作成して鉱物の生成や溶解などの地化学現象について実験的及びシミュレーションによる理論的研究を行う。
 - 2) 帽岩に対する岩石力学的な影響評価では、CO₂での検討の前に予備的検討として希ガスや水を用いて帽岩サンプルの透水率を測定し、面なし断層の評価を行うとともに、帽岩の長期変形に関する実験データを収集する。
 - 3) 広域地下水流動評価では、東京湾地域深部地質や水文構造、及び既存の試験・調査データから東京湾地域の地層の透水率などの物性値を推定し、シミュレーションに用いるモデルを作成する。

- 4) 地球統計学的モデル作成では、モデル地域の広域地質データと地球物理データを統合した帯水層モデルを作成し、これをベースにして、初期値、境界条件に関わる水理学的データを収集し、帯水層を含む領域での CO₂貯留時の CO₂挙動予測シミュレーションを実施する。
- 地震波による CO₂地中挙動モニタリング技術の開発のため、これまでに明らかにした CO₂注入時に見られる弾性波振幅の減衰メカニズムを解明し、地震検層データから CO₂貯留域の CO₂飽和度を求める手法を開発する。
- 2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発
- 自然が本来持っている治癒力を利用して、人類の利用により疲弊した海洋環境を回復させることが求められている。そのため、沿岸域において、海水流動、水質などの調査手法の開発や環境負荷物質挙動の解明により、環境評価技術の高度化を図る。
- 2-(3)-① 沿岸域の環境評価技術の開発
- 【中期計画（参考）】
- 沿岸域の環境への産業活動や人間生活に起因する影響を評価するため、沿岸域における海水流動調査、水質・底質の調査及び生物調査の手法を開発するとともに、環境負荷物質の挙動をモニタリングする技術を開発する。
- 《平成18年度計画》
- 平成17年度に実施した瀬戸内海全域を対象とした潮流のモデル計算結果について、現地観測データとの対比による再現性の確認とチューニングを行うとともに、気象・河川流量等のデータを解析しモデルに組み込むことで、密度流や吹送流が再現可能なモデルを構築する。
 - 生物調査手法について、海藻種を判定する超音波モニタリング手法を開発するとともに、海岸生物や人工護岸付着生物調査を継続する。
 - 都市型閉鎖水域の複雑な成層・流動構造における計測データを解析する。
 - 廃棄物処理、再資源化に伴い生成される灰に含まれる環境ホルモン物質や重金属などの危険化学物質の拡散と、副生成物の影響を含めた環境安全評価に関する実験・計測を行う。また、鉱床の開発に伴う環境解析では、兵庫県鉱山周辺の土壌と河川堆積物中に含まれる有害重金属含有量を調査し、土壌から河川に移行する有害重金属量の評価を行う。
3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出
- 低環境負荷型の化学産業を実現するため、長期的には枯渇資源である石油に依存したプロセスから脱却するとともに、短中期的には、既存プロセスの省エネルギー化や副生廃棄物の削減が必要である。前者については、バイオマスを原料とする化学製品の普及を図り、

バイオマス由来の機能性を生かした化学製品の製造技術を開発する。後者については、特に資源の利用効率性が低くて副生廃棄物も多いファインケミカル製造プロセスの廃棄物低減と、今後の需要増が予想される水素等の製造プロセスの省エネルギー化が望まれる。このため、副生廃棄物を極小化するファインケミカルの化学反応システムと、気体分離膜による省エネルギー型気体製造プロセスを開発する。

3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

バイオマスを原料とする化学製品は現状では高価であるため、製品の普及を目指すためにはコストに見合った機能性を付与すると同時に、製造コストを低減しなければならない。機能性の付与のために、生物由来原料の利点である生分解性等を最大限活用するとともに、石油由来材料に近い耐熱性を有する部材の製造技術を開発し、また、バイオマス由来の界面活性剤（バイオサーファクタント）を大量に製造する技術を開発する。製造コストの低減のために、成分を効率的に分離及び濃縮できる技術を開発するとともに、成分を目的産物に効率的に転換できる技術を開発する。

3-(1)-① バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- バイオマス原料から、融点200℃前後で加工温度230℃前後のエンジニアリングプラスチック及び融点130℃前後で軟化温度80℃以上の食品容器用プラスチック等、生分解性と耐熱性に優れた化学製品の製造技術を開発する。また、容器包装材料として普及しているPETフィルムと同等の酸素透過度500 mL・25.4 μm²/day/MPa以下を満たすフィルムを合成する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- 酵素グルタミン酸デカルボキシラーゼの大量生産条件を検討するとともに、耐熱性補酵素の構造決定を行う。
- ピロリドンとラクタム類との共重合において十分な収率と高い分子量を得るために、共重合条件の最適化を目指す。また、大量生産に適した重合プロセスを検討する。
- 融点125℃以上の生分解性ポリエステルアミドを合成するために、アミド基の比率が高く数平均分子量を1万以上とする新規ポリマー合成法を開発する。
- 新規反応系である酢酸-塩化カルシウムを使うことによって、混合酸として無水コハク酸をもちいた系において、カルボキシル基を有する反応性混合エステル誘導体の合成について検討し、高機能化を図る。

【中期計画（参考）】

- 環境適合性を持つバイオサーファクタントの実用化を目的として、低コスト大量生産技術を開発するとともに、ナノデバイスなどの先端機能部材への適用を行う。

《平成18年度計画》

- ・バイオサーファクタント生産に関与する遺伝子や酵素等の解明により、生産収率の向上に注力するとともに、化粧品・医薬品等の技術分野における機能利用の検証を進める。

【中期計画（参考）】

- ・バイオマスからアルコール、酢酸等の基礎化学品を製造するプロセスの効率化のため、生成産物等を高効率で分離するプロセス技術及び生成産物を機能部材に高効率で変換するプロセス技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・新規に得られたゼオライト膜2種類（マーリノアイト及びフィリップサイト膜）の酸性条件下での耐久性試験を行うとともに、シリカライト膜においては、脂肪族炭化水素系の分離操作条件の最適化を行う。また、ガスバリア膜の耐久性をさらに向上させるためにガスバリア膜と他部材との複合化部材を用いたガスケットを試作するとともに、ガスケットの耐久性・ガスバリア性を評価する。

3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

高付加価値ファインケミカルズの製造プロセスの環境負荷を低減するためには、副生廃棄物量が多い選択反応における廃棄物量の削減が必要である。このため、市場導入が有望視されている高付加価値エポキシ化合物の選択酸化反応については、重金属や塩素などの酸化剤を用いないことで、それらが廃棄物として排出されないプロセスを開発し、選択水素化等のその他の選択反応については、超臨界等の反応場を用いて反応効率を向上させることで、副生廃棄物を削減する技術を開発する。

3-(2)-① 環境負荷の小さい酸化剤を用いる反応技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・重金属酸化物の代わりに過酸化水素を酸化剤とする選択酸化反応技術として、転化率50%、モノエポキシ化選択率90%、過酸化水素効率80%以上で二官能性モノマーから非フェノール系エポキシ樹脂モノマーを合成する技術等を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度の研究で発見した3成分系触媒を元に、さらなる高活性・高選択性を実現するため、触媒系への添加物の検討を行う。量産化の前段階として、100 gスケールで触媒原単位0.05 kg/kg以下、二官能性モノマーの基質転化率50%、モノエポキシ化率50%、過酸化水素効率70%を達成する。

【中期計画（参考）】

- ・塩素の代わりに酸素と水素を用いる選択酸化反応技術として、基質転化率10%、エポキシ化選択率90%、水素利用効率50%以上でプロピレンからプロピレン

オキシドを合成する技術等を開発する。

《平成18年度計画》

- ・金ナノ粒子チタノシリケート触媒の組成とナノ細孔構造を制御し、直接エポキシ化反応の転化率と触媒寿命の向上を図る。さらに、水素/酸素高濃度条件下でも安全な運転、及び転化率と収量の向上を可能とするため、水素選択透過膜型触媒反応器の改良を目指す。

3-(2)-② 反応効率を高めるプロセス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・有機溶媒に代えて超臨界流体場を利用して廃棄物を50%以上低減する選択的水素化反応プロセスを開発するとともに、協働型ハイブリッド触媒を用いて触媒効率を200%以上向上させる電池電解液製造プロセスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・芳香族化合物を環状飽和炭化水素へと水素化する流通式反応システムを作製し、大量生産のための基盤技術を構築する。
- ・従来型電池電解液製造プロセスにおける触媒効率を1.5倍以上に向上させるとともに、協働型ハイブリッド触媒を用いた高性能型電池電解液製造プロセスを開発するための技術的課題を抽出する。

【中期計画（参考）】

- ・マイクロリアクタ、マイクロ波及び複合機能膜等の反応場技術と触媒を組み合わせ、廃棄物生成量を50%以上低減するファインケミカルズの合成技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・高温高圧マイクロデバイス（設計条件：600℃・50 MPa）に関するナンバリングアップ試験システム（第2段階、100-150 kg/h）により、高効率・高速熱交換能力を確認するとともに、実用化における問題点を抽出しその対応策を通して、化成品製造向け高温高圧マイクロリアクタに関するハード構成を工業化技術として確立する。これに並行して、高温高圧マイクロ反応の例として、超臨界水ニトロ化反応等複数の化成品製造プロセスを対象に実証実験を行う。
- ・多段衝突型マイクロリアクタの構造最適化を行い、平成17年度実績(-30℃)よりも高い温度でのエステルからのアルデヒド合成を検討する。
- ・水を水素源あるいは酸素源とする酸化還元反応等について、収率及び選択性向上のための触媒探索、反応条件最適化を行う。
- ・マイクロ波合成におけるイリジウム錯体配位子の置換基効果を検討する。
- ・マイクロ波重合により、収率80%以上かつ分子量1万のポリ乳酸合成法、及び短時間（30分）で分子量3万以上のポリブチレンサクシネート合成法を開発する。また芳香環カップリングの官能基、触媒等の条件について最適化を行う。

- ・界面活性剤型や単分子ミセル型の有機金属触媒等を用い、有機合成プロセスを水中で達成させ、さらに触媒のリサイクルを図る。
- ・イオン性液体を用いた二酸化炭素によるヒドロホルミル化反応において、酸性度(pH)による反応性制御について検討する。
- ・窒素と硫黄を含む化合物合成において、ピリジン酸エステル化合物に対して、塩素ガスを使わない複素環化合物の新規合成方法を開発する。ビスマス系新規触媒探索において、不斉反応等への利用を目指し探索を継続する。有機リン化合物の合成において、メンチルホスフィナートの化学変換に基づく高効率な光学活性リン類、リンと窒素を同時に分子内に有するリン類、高配位リン類、分子量1万以上を有する含リン高分子の新規合成法を開発する。

3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

今後の需要の増大が予想される水素と酸素を省エネルギーで製造する技術が求められている。そこで、省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するため、高純度の水素を効率よく分離できるパラジウム系膜の適用温度領域を拡大して幅広い用途に利用可能とするとともに、低コスト化を目指して非パラジウム系膜の開発を行う。また、省エネルギー型酸素製造プロセスの実現のために、空気から酸素を高効率で分離する膜を開発してその実用化に向けた技術開発を行う。

3-(3)-① 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・99.9%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

《平成18年度計画》

- ・多孔質セラミックを支持基材とし、基材の粒子空隙にパラジウム・銀合金を充填した pore-filling 型の水素分離膜を作製し、耐水素脆性の向上を図る。500-600℃の改質ガスからの水素の分離を想定し、パラジウムやその合金と熱膨張係数が近いジルコニアを基材表面に被覆し、上記 pore-filling 型の水素分離膜を作製する。
- ・実用型モジュールモデルの設計を行い、ガスリークがフィード量の1/1000以下のシール方法を検討する。
- ・無機膜、とりわけセラミックス膜素材をチューブ膜や中空糸膜、非対称構造平膜などの実用型膜形態に加工する技術を開発することによって、水素の透過分離性能を実用レベルに近づける。

【中期計画（参考）】

- ・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率×酸素濃度）を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

《平成18年度計画》

- ・市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率×酸素濃度）を達成する新規分離候補素材の合成と、その製膜条件の最適化を行う。

4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上

CO₂排出量の削減とエネルギー自給率の向上のためには、再生可能エネルギーを大量に導入して化石エネルギーへの依存度を低下させるとともに、化石起源を含めたエネルギーの利用効率を向上させることが必須である。

再生可能エネルギーの多くが分散的なエネルギー源であること、また電力自由化により新たに導入される技術の多くも分散型であることから、今後は分散型システムの重要性が増すと予想される。このため、再生可能エネルギーの時間的・空間的変動と需要の調整を図るために、分散型エネルギーネットワークの効率的かつ安定な運用技術に関する研究開発を実施する。また、分散型エネルギーネットワークシステムの自立性とシステム効率を高めるために、再生可能エネルギーの大量導入を実現する技術及びエネルギー利用効率の大幅な向上をもたらす個別技術を開発する。

4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。また、エネルギー源間の相互融通と需要及び供給の急激な変動を吸収するためのエネルギー輸送、貯蔵技術、事故時対策技術及び高いエネルギー密度を有する可搬型エネルギー源に関する研究開発を実施する。またセキュリティと容量の観点から、完全な自立システムの構築は困難なため、他システム及び基幹電力システムとの協調運用技術を開発する。

4-(1)-① 分散型エネルギー技術とエネルギーマネジメント技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・エネルギーネットワークにおいて不可欠な負荷平準化技術として、エネルギー貯蔵密度20 Wh/L以上のキャパシタ及び事故時の過剰電流からシステムを守る低損失で高速応答の超電導限流器を開発するとともに、排熱利用技術として実用レベルの変換効率10%以上を有する熱電変換素子等を開発する。さらに、将来性の高い新エネルギー技術の評価を行う。

《平成18年度計画》

- ・キャパシタの研究では、配向性メソポーラス電極による100C 級高出力キャパシタの実用レベルでの実現に向けた研究、配向性カーボンナノチューブキャパシタの充放電機構の解明、及びデバイス化研究を行う。
- ・MOD(有機金属分解)法膜による実規模の低コスト・高パワー密度超電導限流素子を製作し300 Vrms 以上の限流試験を行う。
- ・セグメント型熱電素子の変換効率10 %を実証する。

【中期計画(参考)】

- ・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術、また基幹電力系統との協調運用のための技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・分散電源が大量連系された低圧配電系において、上位の高圧配電系統と協調した制御・運用法を検討し、配電系の安定化効果を評価する。燃料電池の統合運用技術について、運用法の実証的検討を進め、より高効率で利便性の高いシステムの構成と運用法に関するデータを蓄積する。

4-(1)-② ユビキタスエネルギー技術の開発

【中期計画(参考)】

- ・二次電池や燃料電池の飛躍的な性能向上をもたらす電極・電解質の材料関連技術を開発し、携帯情報機器等のユビキタスデバイスのエネルギー源として求められるエネルギー密度600 Wh/L 以上の電源デバイスを実現する。

《平成18年度計画》

- ・電池の高エネルギー密度化に向けて、二次電池負極として Li 金属極が適用可能なイオン液体電解質についてイオン伝導度の向上研究を行う。また、正極材料についても、鉄-マンガン系正極材料の更なる高容量化を目指す。
- ・小型・移動型の水素供給装置を目標として、平成17年度に開発したアミノボランの触媒的加水分解によるポータブル水素発生システムの実用化のための脱貴金属化を実現する。さらに、室温付近において水素貯蔵能を有する新規水素化物の探索を進めると共に、水素吸蔵量・耐久性等の特性評価方法を確立する。また、エタノール等安全な媒体の改質により水素を得るシステムのための触媒を探索する。
- ・構成材料の高性能化と低コスト化実現によるセラミックスモジュールの実用化を目指す。さらに、量産化に向けた素子製造プロセス技術の構築も試みる。長年の懸案である n 型酸化物材料も引き続きコンビナトリアル技術を用いて探索する。また、p 型酸化物として良い特性を有するコバルト系酸化物の熱電以外の機能開発を試みる。n 型では今後も異なる物質系での探索

を継続し、実用化に対応可能なより高い変換効率を有する材料の開発を目指す。一方、有機系材料では有機系材料の熱電特性の基本的性質を把握するために試作した評価装置による導電性高分子及び導電性液晶の評価を実施する。また、独自の分子配向制御手法により単純な構造を持つ高分子フィルムデバイスの作製及び機能発現を確認する。

4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、高効率発電と熱供給が可能な燃料電池は重要なエネルギー源である。固体高分子形燃料電池の技術開発は近年急激な進展を見せているが、実用化のためには長寿命化と低コスト化が必要である。そこで、性能劣化現象の原因解明と対策技術の開発、低コスト化のための材料開発を行う。また、固体酸化物形燃料電池に関しては、実用化を図るために信頼性の向上技術及び性能を公正に評価する技術を開発するとともに、普及促進のための規格・標準化を推進する。

4-(2)-① 小型固体高分子形燃料電池の開発

【中期計画(参考)】

- ・定置型固体高分子形燃料電池の普及促進のため、実用化に必要な4万時間の耐久性の実現を目標として、短時間で性能劣化を効果的に評価する技術を開発するとともに、劣化の物理的機構を解明する。これに基づき、劣化の抑制と低コスト化のための材料開発及び構造の最適化を行う。

《平成18年度計画》

- ・PEFC の耐久性の向上と低コスト化のための耐酸化性を高めた担持体、貴金属使用量を低減した電極触媒などの電極材料の開発を進めると共に、バイオマス由来物質であるエタノールや糖を始め有機酸へ拡張しダイレクト燃料電池の開発を目指す。
- ・平成17年度から継続して発電過程にある電池での電池性能低下と材料劣化との関係を解明するために2,000-3,000時間間隔での in-situ での X 線吸収微細構造(XAFS)計測を行い、触媒金属の状態変化を明らかとする。また、一酸化炭素を含む燃料での電池内での触媒金属の状態変化を in-situ XAFS 計測で明らかとする。

4-(2)-② 固体高分子形燃料電池の本格普及のための基盤研究

【中期計画(参考)】

- ・先端科学技術を利用して固体高分子形燃料電池の基幹要素材料である電解質及び電極触媒の性能の革新的向上に繋がる基盤情報を得て、革新材料の創製に繋げる。また、燃料電池の基本機能を担う各種構成部材間の多様な界面における物質移動現象の機構を究明しその物理限界を突破する技術の開発に繋げる。

《平成18年度計画》

- ・世界的にも最先端レベルの燃料電池材料を企業から提

供を受けて研究を行うにあたって、実験施設への入場制限や電子情報管理をさらに強化して高いレベル機密保持体制を構築しつつ、安全を最優先に考慮したラボを構築する。

- ・表面選択的な非線形振動分光（和周波発生：SFG）を燃料電池触媒モデル界面に最適化し、触媒表面吸着種、触媒周囲の溶媒構造を実時間で測定し、水生成反応の詳細を追跡する。
- ・固体高分子形燃料電池内のマイクロ/マクロ界面、特にガス拡散層内の物質移動現象、例えば生成した水の排出と反応種である空気の導入という相反した競合拡散を計測する技術を確認し、現象を評価する。
- ・高分子電解質膜材料における種々の物質（プロトン、ガス、水）の移動の拡散速度測定技術及び電解質材料中の水分子挙動を計測する技術を確認する。

4-(2)-③ 固体酸化物形燃料電池の開発

【中期計画（参考）】

- ・固体酸化物形燃料電池（SOFC）の早期商用化を目指して、液体燃料やジメチルエーテル（DME）などの多様な燃料の利用を可能にする技術及び10万時間程度の長期寿命予測技術を開発する。また、普及を促進するために、実用サイズのセル及び1～100 kW 級システムを対象とした、不確かさ1 %程度の効率測定を含む性能評価技術を確認するとともに、規格・標準化に必要な技術を開発する。さらに、SOFC から排出される CO₂の回収及び固定に関する基盤技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・固体酸化物形燃料電池(SOFC)の早期商用化を目指して、以下の研究を実施する。
 - 1) 灯油・ガソリンなどの液体炭化水素系燃料について SOFC への導入条件の最適化を行う。また、燃料極の材料物性が炭素析出機構に与える影響について検討を行う。
 - 2) スカンジア安定化ジルコニアをはじめとする高機能材料を用いた燃料極支持電解質膜の高性能化を図り、炭化水素系燃料の直接導入可能条件を明確化する。
 - 3) Fe-Cr 合金系インターコネクットの燃料雰囲気中酸化挙動・浸炭現象について、粒界を通じた物質移動、通電、初期酸化などの影響などを明確化し、最適化のための指針を得る。
 - 4) 電極材料について物性・文献データベースの整備をする。電極・電解質材料内の物質移動特性（酸素・水素の拡散係数など）、電気伝導特性などの精密測定を行う。
- ・都市ガス、天然ガスを利用する SOFC システムについて設置現場で性能評価を可能とする可搬型効率計測システムを試作する。

4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、資源制約のない再生可能エネルギーである太陽光発電は極めて重要である。太陽光発電の大量導入を実現するためには低コスト化が最大の課題であり、発電効率／（製造コスト+実装コスト）を大幅に向上させる必要がある。このため、シリコン系太陽電池については発電効率の向上を図るとともに、製造コストの低減につながる技術を開発する。また、高効率化もしくは低コスト化の点で有望な非シリコン系太陽電池の技術開発を行う。さらに、大量導入を促進するために、生産規模拡大を支える性能評価技術を確認する。

4-(3)-① 太陽光発電の高効率化と大量導入支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・異なるバンドギャップを有する薄膜を組み合わせる積層デバイス技術を開発し、効率15 %を達成する。またシリコンの使用量を低減するために、厚さ50 μmの基板を用いる極薄太陽電池の製造技術を開発し、効率20 %を実現する。

《平成18年度計画》

- ・一層の高効率を目指すために、アモルファス Si/微結晶 Si/微結晶 SiGe による3接合太陽電池を開発する。ボトム層微結晶 SiGe 太陽電池の高品質化を行い、3接合太陽電池で15 %以上の変換効率を目指す。また、低コスト化のための大面積、高速製膜技術を開発し、2 m 長のプラズマ源を用いて1 nm/s 以上の製膜速度で微結晶 Si を製膜する技術を開発する。
- ・裏面再結合速度低減技術を用い、100 μm 以下の厚さの薄型太陽電池において17 %以上の変換効率を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・出力の高電圧化によりシステム効率を高める化合物系太陽電池技術を開発して理論限界に近い効率19 %を達成する。また印刷プロセス等の簡易な製造方法の導入により低価格化が期待できる有機材料等の新材料太陽電池を開発する。

《平成18年度計画》

- ・ワイドギャップ材料の高品質化と新規バッファ層の開発により19 %以上の変換効率を目指す。太陽光発電用材料として、インジウムを用いない新規化合物薄膜材料を開発する。
- ・有機材料の新規高速探索により太陽電池適合材料を開発する。有機太陽電池において分子構造及び素子構造が変換効率に与える影響を解明する。効率5 %以上かつ屋外暴露に対して安定な太陽電池を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・大量導入の基盤となる工業標準化のため、新型太陽電池の研究開発の進展に応じて、太陽光スペクトル、温度及び時間特性等を考慮した高度な性能・信頼性評価

技術を開発し、基準セル・モジュールを製造メーカー等に供給する。

《平成18年度計画》

- ・世界放射計測基準(WRR)にトレーサブルな屋内基準セル校正技術を確立し、国内検定機関に基準セルを供給する。新型太陽電池に対する評価技術を開発する。さまざまな環境下に置かれた太陽電池の屋外発電性能を解析評価する技術を開発する。

4-(3)-② 革新的太陽エネルギー利用技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・低コストな太陽電池として期待される色素増感太陽電池について、増感色素、半導体電極及び電解液などの改良による高性能化を図り、2010年に変換効率12%を実現し、2020年の目標である変換効率15%を目指す。

《平成18年度計画》

- ・可視部に吸収をもつ大きな吸光係数の新規なルテニウム錯体等を設計、合成する。合成した新規色素が十分な光電変換性能をもつためのデバイス調製の条件を検討する。また、大きな起電力実現のため新規酸化半導体材料の探索を行い、これらを用いたデバイスを試作する。

4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高めるためには、再生可能エネルギー供給と需要の時間的・空間的な不整合を補完するエネルギー技術が不可欠であり、燃料電池等の分散電源や化石エネルギーの高効率利用技術をシステムに組み込む必要がある。特に、燃料電池等による水素エネルギー利用を促進するために、高効率な水素製造技術及び水素貯蔵技術を開発する。また、当面の一次エネルギー供給の主力として期待される化石起源の燃料を有効に利用するとともに、使用時のCO₂発生量を低減させるため、燃料の低炭素化技術、各種転換プロセスの高効率化技術及び硫黄分や灰分を極小化したクリーン燃料の製造・利用技術を開発する。

4-(4)-① 水素製造及び貯蔵技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・燃料電池自動車用タンクに必要とされる貯蔵密度5.5重量%を目標とした水素貯蔵材料を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に開発したCa₄Al₃Mgを始めとするMgとAlを含む水素貯蔵材料の水素貯蔵性の評価とその性能向上を図るとともに新規材料の開発を継続する。

【中期計画（参考）】

- ・CO₂排出が無い高効率な水素製造法として、固体酸化物を用いた高温水蒸気(700~850℃)の電解技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・固体酸化物電解セルの水素生成速度の向上を図るとともにスタック化技術の開発を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・水を直接分解して水素を製造する光触媒・光電極プロセスの効率向上に向けた光電気化学反応に関する基盤技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・光触媒・光電極システムのさらなる高性能化のため、新規半導体自動探索システムの運転条件の最適化、及び活性自動評価解析装置の開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・水素貯蔵材料及び高圧水素等の爆発に対する安全データの整備を行うとともに、安全確保技術の開発を行い、安全関連法規類の制定・改正に資する。

《平成18年度計画》

- ・水素吸蔵合金が火災等で異常高温になった場合を想定し、高温における圧力上昇を解析して危険性を評価する。また、水素-空気混合系において着火防止のための条件(温度、圧力、濃度、流速、添加物効果等)を測定・解析する。

4-(4)-② メタンハイドレート資源技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・メタンハイドレート資源の有効利用のため、日本近海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行う。

《平成18年度計画》

- ・沈み込み帯の付加体におけるメタンハイドレートの分布特性を明らかにするために、メタンハイドレートが分布するカスカディアマージンの海底から掘削採取された堆積物試料について長期恒温培養試験を実施し、微生物によるメタン生成ポテンシャルを評価する。また堆積物の深度や付加体の形成段階とメタン生成ポテンシャルの関係を明らかにする。

- ・日本近海のメタンハイドレート分布の詳細を明らかにするために、南海トラフの高メタンフラックス域に対して、平成17年度までにまとめた地質・地球物理情報及び掘削情報を参照しつつ、地質的な変動の解析を実施し、メタンハイドレート鉱床の生成に必要な地質的条件を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・採取プロセスを室内で再現する実験技術を開発するとともに、出砂率評価法、水生産率評価法及び圧密・浸透率同時解析法等の生産挙動を評価する新たな基盤技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・基礎試錐「東海沖～熊野灘」において明らかになった砂泥互層の地層特性を有する貯留層の浸透率、強度、圧密及び熱伝導モデルを構築し、その評価を行う。

【中期計画（参考）】

- ・メタンハイドレートの分解・採取手法について、温

度・圧力条件が生産速度や回収率等に与える効果を評価するとともに、生産予測のためのシミュレーションソフトウェアを開発する。

《平成18年度計画》

- ・最適な陸上産出試験手法である減圧法に対し、そのフィールド試験結果の検証に向けて、減圧による分解挙動を実験的に評価する。また、シミュレーターを用いて実験とシミュレーションの相互検証を同時に行う。
- ・メタンハイドレートを含む試料に対する最適な構成モデルの導入等により圧密挙動評価モジュールの高精度化を図る。また、各種生産システムを対象とした感度解析により、このモジュールの高精度化について検証する。
- ・ハイドレートの分解に伴う堆積層の圧密現象を考慮に入れた浸透率の定式化を進めるとともに、これまでに実施された基礎試験コアと模擬コアに関する個々の浸透率測定結果を基に、不均質系堆積層における浸透率の総括的評価を行う。

【中期計画（参考）】

- ・液化天然ガス輸送に比較し10 %近い省エネルギーが見込める、ガスハイドレートの高密度ガス包蔵性及びガス選択性を利用した新たな輸送方法の基盤技術を開発するため、ガスハイドレート結晶におけるガス貯蔵密度の増大及びガス分離効率の増大等のメカニズムを解明し、これを制御する技術を開発する。また、ガスハイドレートの生成・分解機構を解明し、低圧化での生成技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・これまでの共同研究実績をもとに企業との連携母体を設立し、ハイドレート中の添加剤濃度と水素貯蔵密度の関係性の解明や、ハイドレート利用による天然ガス貯蔵の実証研究などの、ガスハイドレートの機能活用のための技術開発を行う。

4-(4)-③ クリーン燃料製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・従来の1200～1500 °Cより低温の500～700 °Cで炭化水素から水素を製造する技術を開発し、CO₂回収エネルギーを含めた転換効率を従来の65 %から75 %以上へ向上させる。またガソリンから水素製造を行うための長寿命、低温改質触媒を開発する。

《平成18年度計画》

- ・50 kg/day の水素製造試験装置での原料石炭と CaO 粒子がフィーダー内部で凝集しない運転条件を明らかにする。また、50 kg/day の水素製造試験装置の運転研究に伴い問題が発生した場合、装置を円滑に運転できるような原因を明らかにし、対策を提示する。平成17年度に解析を行った、空気吹きカ焼による二酸化炭素分離システムのための予備試験を行う。
- ・Re 修飾 NiSr/ZrO₂触媒の一層の改良により、市販ガソリン原料の改質での耐久性を高める。また、0.5

MPa 程度の加圧下での改質挙動も併せて検討し、ガソリン改質システムの概念の明確化を計る。

【中期計画（参考）】

- ・石炭火力発電システムの課題である灰処理設備を不要化できる無灰炭を、従来不可能であった低品位炭から製造する技術を開発する。特に多くの炭種に対応できる溶剤抽出技術について、抽出率を向上させる技術の開発を行い、経済性効果と CO₂排出削減効果が顕在化する60 %以上の抽出率を達成する。

《平成18年度計画》

- ・これまで提案した炭種選定指標を全炭種に適用できる指標に拡張する。
- ・コークス用途開発として、ハイパーコールの配合による熱軟化性及び強度向上のメカニズムを解明し、コークス製造用添加剤としての適用性評価・検討を行う。
- ・ハイパーコールの触媒ガス化反応を行い、その水素や合成ガス製造特性及びガス化触媒のリサイクル使用の可能性を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・未利用重質油から軽質油を製造する効率を、従来の80 %から90 %以上に向上させる製造プロセスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・高温でのアスファルテン凝集構造の知見に基づき、250-350 °C付近の温度における分子凝集体を解離する反応場の制御・設計法を量子分子動力学計算を用いて開発する。凝集緩和剤の添加による400-450 °Cの温度領域での重質油分解技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・石油系輸送用燃料の硫黄濃度を、今後施行される規制値10 ppm 以下に低減する触媒技術の実用化開発を行うと共に、さらに進んだ1 ppm 以下に低減するゼロサルファー化や低アロマ化のための触媒技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・軽油の超低硫黄化用触媒（S<10 ppm）では市販に至った LX-NC1のフォローアップ研究を行い、触媒構造解析等の基盤技術面から触媒普及を支援する。また、S<1 ppm 達成に向け、触媒の構造改良と反応操作条件の最適化の両面から検討を行い、支配因子の絞込みを行う。接触分解ガソリンの低硫黄化触媒（S<10 ppm）には、オクタン価ロスを抑制するため、オレフィン類の水素化活性の低下につながる新規触媒担体を開発する。排ガス低減面での優位性が確認された低アロマ軽油（芳香族量<5 %）の商業製造にむけ、産総研開発の PdPt/Yb-USY ゼオライト触媒の耐硫黄性強化対策（～1000 ppm）を図る。

4-(4)-④ クリーン燃料利用技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・石油代替燃料であるジメチルエーテル（DME）を利

用して公道走行が可能な自動車を10台規模で製作し、自治体を中心としたフリート走行試験により普及に向けた実証を進める。また、天然ガス液化化油（GTL）を燃料とするエンジンについて、排気ガスデータ等の特性を取得し、更なる低公害化のための燃料組成の指針を定め、市場への導入普及を進める。さらに、バイオディーゼル燃料（BDF）の軽油に関する品質確保法の改正に資するデータの取得・提供を行う。

《平成18年度計画》

- ・進行中の地方自治体の DME 普及モデル事業化計画に対する研究所所有の DME コージェネシステムや DMEトラック等での参加や、民間企業との新型 DME エンジンによる超低公害性評価共同研究の実施などにより、DME 利用システムの実用化及び普及促進に貢献する。基礎研究のベースアップとして、DME ディーゼル噴霧及び燃焼の詳細解析と、これを元に DME の燃料特性を活かした燃焼方法の検討に着手する。
- ・酸化触媒付ディーゼルパーティキュレートフィルタ（DPF）を装着した車両では尿素 SCR（還元剤に尿素を利用した選択還元型 NOx 低減触媒システム）を装着した車両と比べ、PM 及び NOx の低減に対するエンジン燃焼制御技術が大きく異なる。そこで新長期規制に適合する酸化触媒付 DPF 装着車両に対して GTL 軽油を適用し、PM 低減効果及びナノ粒子排出特性について明らかにする。
- ・菜種油、パーム油、廃食油由来の代表的な BDF について、品質確保法に適合しうる使用条件について調査する。また、酸化防止剤や低温流動性向上剤などの添加剤が BDF に及ぼす影響について調査する。

【中期計画（参考）】

- ・新長期規制後に導入が見込まれる新たなディーゼル車排ガス規制に対応したエンジン燃焼技術を開発するとともに、窒素酸化物及び粒子状物質を除去するための触媒システムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・さらに最適な触媒（活性化温度と還元剤濃度の低減）の探索を進めると共に、エンジン運転領域の排ガス特性を情報提供し、エンジン実機運転領域で最大限性能を引き出せるよう、触媒及びエンジン運転条件を最適化する。
- ・CO による NO 選択還元反応において、ハニカム等の実用的な支持体を用いて実排ガス条件下で、50 %以上 NOx を低減できる触媒を開発する。また、触媒活性の耐久性などの基本性能を把握する。
- ・2.2 L エンジンクラスのディーゼル車に適用可能な省エネ型コンバータを試作し、定常運転及び過渡運転モードで NOx 浄化性能や燃費への影響度を評価し、触媒改良の指針を得る。また、コンバータにおける最適

な触媒の使用量、支持材料、配置構造などを見出す。

5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

CO₂排出の大半が化石エネルギー起源であることから、地球温暖化を防止する上では再生可能エネルギーの大量導入により、化石エネルギーへの依存度を低下させることが必須である。こうしたなかで、バイオマスのエネルギー利用は京都議定書上 CO₂排出量がゼロと評価されていることから、その積極的導入が求められている。このため、国内の木質系バイオマスを高効率でエネルギー転換する技術を開発するとともに、バイオマスの市場導入を促進するために必要となる多種多様なバイオマス種に最適な利用システム構築のための評価技術を開発する。

5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

CO₂固定能の高い木質系バイオマスのエネルギー利用においては、先行している直接燃焼による発電や熱利用では規模が小さいため熱効率が低く、バイオマスが有する化学エネルギーを有効に利用できない。そこで木質系バイオマスを付加価値の高い化学エネルギーである液体燃料等に転換するため、高効率かつ低環境負荷を実現するガス化技術、発酵技術及び液体燃料製造技術を開発する。

5-(1)-① 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・製材あるいは間伐材等の木質系バイオマスで95 %以上、農業廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90 %以上のガス化率で、合成ガス（一酸化炭素＋水素等）を製造するプロセスを開発する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるサルファーフリーの合成ガスから軽油等の運輸用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・木質系バイオマスの高ガス化率、かつ液体燃料製造に適した組成ガス生成（CO₂低減、CO と H₂生成向上）の両立を図る。
- ・後段の液体燃料製造のための規模向上かつ安定連続ガス化とガス供給を試みる。そのための一連の装置システム構築を行う。
- ・各種バイオマスの温度による熱化学反応特性、特に低温域での各成分の挙動を解析し、熱的自立型ガス化装置の設計に資するデータを得る。廃棄物系バイオマスのガス化の基礎データを得る。
- ・ルテニウム系触媒の初期性能確認を継続すると共に、耐久性についても触媒調製法等との関係を検討する。またバイオマスガス化により得られた合成ガスを用いたフィッシュヤートロプシュ反応を予備的に試みる。

【中期計画（参考）】

- ・含水率の高い生ごみ等の廃棄物系バイオマスから水素

とメタンを得る発酵技術において、微生物の担体保持方法や配合調整法等の開発を行い、エネルギー回収率が実用化レベルである55 %以上の発酵プロセスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度までにつくばセンター内の水素メタン二段醗酵実験プラントの運転によって、水素メタン二段醗酵技術によりエネルギー回収率が55 %以上になるといふ実験データが得られた。これらの知見を基に、企業と共同で水素メタン二段醗酵技術の実用化に向けた実証試験立ち上げの検討を進める。

5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

多種多様なバイオマス資源の利用を推進し、市場導入を促進するために、バイオマスの賦存状況や材料特性に関するデータベースを構築するとともに、バイオマス利用統合プロセスシミュレーション技術を開発する。

5-(2)-① バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に作成した基礎フロー、基礎シミュレーション、及びデータベースを充実させ、特にデータベースについては、利便性の高い形に加工して公開する。また、バイオマスからの液体燃料製造プロセスについて、基礎シミュレーションを用い、最良の経済性を有するシステム構築のために感度解析を実施する。

6. 省エネルギー技術開発によるCO₂排出の抑制

CO₂排出の大半がエネルギー起源であることから、CO₂排出量の削減のために各需要部門における省エネルギー技術の開発が強く求められている。このため、民生部門では、種々のパワーエレクトロニクス機器の電力損失を大幅に低減できる省電力型パワーデバイス技術、分散型エネルギーネットワークの高効率運用によりエネルギー使用を最適化する技術、住環境を快適に保ちつつ省エネルギーを図る建築部材の開発及び電子機器の省電力技術を開発する。産業部門では、省エネルギー化学プロセス及び省エネルギー型環境浄化技術を開発する。運輸部門では、輸送機器の軽量化による省エネルギー技術を開発する。

6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

エネルギー消費が電力の形で使用される割合が益々増加していることから、多くの場所で電力変換器に使

用されているパワーエレクトロニクス機器の低損失化が不可欠である。現状のパワー素子では、シリコンの半導体特性から損失の低減には限界がある。このため、物理特性から大幅な低損失化が見込める、炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いた省電力型パワーデバイスの基盤技術を開発する。

6-(1)-① 省電力型パワーデバイスの開発

【中期計画（参考）】

- ・炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いたパワーデバイスに関して、これまでに開発した世界最高水準の素子技術を発展させ、現状のシリコンを用いた素子に比べて損失を1/3に低減した電力変換器のプロトタイプを開発する。

《平成18年度計画》

- ・パワーエレクトロニクスの革新につながる次世代インバータ実現のための基盤技術として、インバータに用いるデバイスのオン抵抗低減、高耐圧・高温動作化を図る。また、これらのデバイスを用いたインバータの設計技術、スイッチング周波数向上、高機能化技術、実装技術等に関わる基盤技術を開発する。

6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

産業部門のエネルギー消費の約30 %を占める化学産業の省エネルギー化はCO₂排出削減に大きな効果が期待される。このため、各種化学プロセスの省エネルギー化を実現するとともに、環境浄化やリサイクルなどの静脈産業における省エネルギー化を実現する。化学プロセスの省エネルギー化については、高効率な熱交換技術、蒸留技術、熱利用技術及び漂白技術を開発する。また、環境浄化及びリサイクルについては、投入エネルギーの低減を図るため、高効率大気浄化技術及び省エネルギー型の水処理技術を開発するとともに、金属の回収及び高純度化再生の省エネルギー化技術を開発する。

6-(2)-① 産業部門消費エネルギー低減のための化学技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・産業用空調機器の消費エネルギー低減のため、水蒸気脱着温度を従来の100 °C以上から50 °C程度に引き下げることが可能とするデシカント空調機用ナノポア材料を量産する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に開発した新規ナノポア材料のさらなる吸着性能・耐久性向上、及び量産性向上・低コスト化を目標として、合成技術の基礎的検討を進める。低温での除湿・調湿技術など使用可能な温度域を拡大するなど、波及効果の高い応用について検討を開始する。また、従来の含浸法の持つ作成手順の複雑さとそれに伴うコスト高の問題点を改善すべく、新たなローター化方法の検討も開始する。

【中期計画（参考）】

- ・省エネルギー型蒸留プロセスのために、従来比30 %以上の消費エネルギー削減が可能な内部熱交換式蒸留塔（HIDiC）を実用化する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・HIDiC 技術の平成20年度市場投入を目的として、民間企業と連携し装置の大型化やスタートアップ、シャットダウンに関する設計・運転解析手法の開発を行う。これに平行して、石油化学系におけるノルマルペンタン/シクロペンタン/ジメチルペンタン系などへの応用といった、具体的な適用研究を進める。

【中期計画（参考）】

- ・物質生産とエネルギー変換を同時に行うコプロダクション技術を導入した高効率な化学製造プロセスを解析・評価するソフトウェアを開発する。

《平成18年度計画》

- ・バイオマスエタノール製造プロセスについて、より詳細な要素技術データに基づく統合ピンチ解析を実施する。また、コプロダクション化に重要な水処理技術についても統合ピンチ解析を行い、バイオマス由来液体燃料製造の分野へのコプロダクション技術導入について、解析と評価を行うソフトウェアに対して要求される仕様を明確にする。

【中期計画（参考）】

- ・漂白プロセスの消費エネルギーを20 %以上低減できる綿布の光漂白技術を開発するとともに、他の材質の布及びパルプ等に適用範囲を拡大する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・実機による綿布の光酸化漂白試験を行い、漂白プロセスの最適化、及び漂白された綿布の染色性等の性能評価を行う。
- ・機械パルプの光漂白のための薬剤探索と、処理条件の最適化を図る。

6-(2)-② 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発（IV. 3-(3)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- ・99.9 %以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600 °Cまでの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

《平成18年度計画》

- ・多孔質セラミックスを支持基材とし、基材の粒子空隙にパラジウム・銀合金を充填した pore-filling 型の水素分離膜を作製し、耐水素脆性の向上を図る。500-600 °Cの改質ガスからの水素の分離を想定し、パラジウムやその合金と熱膨張係数が近いジルコニアを基材表面に被覆し、上記 pore-filling 型の水素分離膜を作

製する。

- ・実用型モジュールモデルの設計を行い、ガスリークがフィード量の1/1000以下のシール方法を検討する。
- ・無機膜、とりわけセラミックス膜素材をチューブ膜や中空糸膜、非対称構造平膜などの実用型膜形態に加工する技術を開発することによって、水素の透過分離性能を実用レベルに近づける。

【中期計画（参考）】

- ・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率×酸素濃度）を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

《平成18年度計画》

- ・市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率×酸素濃度）を達成する新規分離候補素材の合成と、その製膜条件の最適化を行う。

6-(2)-③ 環境汚染物質処理技術の開発（IV. 1-(4)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・揮発性有機化合物（VOC）の小規模発生源を対象とし、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100 ppm 濃度の VOC の分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性の VOC を吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・含ハロゲン、含酸素系 VOC の分解で活性を有する触媒の開発と性能評価を実施する。VOC 混合系で、有機副生成物や NOx を発生させない分解条件を確立する。吸着回収では、電磁場加熱技術を用いた実規模吸着回収装置を試作する。

【中期計画（参考）】

- ・水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて40 %の省エネルギーを達成する省エネルギー型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・オゾン分解併用型生物処理法において、処理水中に残留する有機物組成を明らかにするため、事業所で使用されている原材料特性を把握し、処理水性状との関連性を明らかにする。シクロデキストリン吸着剤の高分子担体への新たな結合手法の開発では、トシル化シクロデキストリンの高分子担体への結合量を増加させるための反応条件を検討する。
- ・水処理での膜分離プロセスにおいて、膜破断したモジュールを検出するシステムについて検討する。
- ・生物処理用の担体として用いる活性炭炭に担持するために、酸性度及び塩濃度の高い廃液に耐える微生物を探索し、廃水処理効果を検討する。

6-(2)-④ 都市域における分散型リサイクル技術の開発
(Ⅳ. 1-(4)-②を再掲)

【中期計画(参考)】

- ・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上しつつ50%以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20%以上の省エネルギー化と50%以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・高効率な金属-非金属の分解・分離技術の開発を目指し、金属-非金属間の分離効率を中期計画開始時より30%以上向上させるべく、粉碎システムの改良、構成素材の破壊特性のモデル解析による粉碎システム制御パターンの緻密化及び単位時間当たりの粉碎処理量拡大を検討する。
- ・貴金属含有水溶液からのパラジウム分離・回収について低環境負荷型分離プロセスを開発し、有機溶剤使用量の半減を目指す。また、使用済み無電解ニッケルめっき液からのニッケル回収プロセスの実用プラントへの導入及び垂りん酸除去による無電解めっき液の長寿命化(5倍)技術の確立等、多様な金属成分を有する廃液等からの分離除去技術について、より実用化に即した新手法を開発する。
- ・中期計画開始時より30%高い燃料化効率を実現すべく、小型プラント等を用いて、(1)試料調製と加熱条件の最適化による含塩素混合プラスチックの脱塩素率並びにエネルギー収支向上、(2)分解工程での装置運転条件最適化による各種プラスチックの油化、ガス化の制御、及びエネルギー収支向上を図る。さらに、電子機器の基板等に多用されているエポキシ樹脂の可溶化を検討し、臭素系難燃剤の分離・除去技術を開発するとともに、回収したエポキシ樹脂の再利用化を図る。
- ・分散型リサイクル技術の社会的受容性評価に向け、既存のエコタウンにおけるマテリアルフロー及びシステムの調査を行うとともに、それらの結果をフィードバックしつつ、廃小型家電製品等の難循環性複合廃棄物に対する都市域リサイクルシステム開発及びその実証研究実施を目指した課題抽出及びデータ集積を行う。
- ・レアメタル及びレアアース等希少金属のリサイクル技術開発を目指し、希土類磁石の粉碎性、湿式法によるNd、Sm、Dyの分離回収性を明らかにする。さらに蛍光管からEu、Tbの溶媒抽出法による回収、高付加価値蛍光体としての再生利用の可能性を明らかにする。

6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発(Ⅳ. 4-(1)を一部再掲)

分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間

的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。

6-(3)-① 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発(Ⅳ. 4-(1)-①を一部再掲)

【中期計画(参考)】

- ・排熱利用技術として実用レベルの変換効率10%以上を有する熱電変換素子等を開発する。

《平成18年度計画》

- ・セグメント素子型熱電モジュールの性能向上に取り組み変換効率10%を実証する。スクッテルダイト化合物、金属酸化物などの物性研究を良質な単結晶試料を用いて行い、熱電材料の高性能化の指針を得る。熱電モジュールの発電効率の測定は±0.5ポイントの精度を達成する。

【中期計画(参考)】

- ・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・分散電源が大量連系された低圧配電系において、上位の高圧配電系統と協調した制御・運用法を検討し、配電系の安定化効果を評価する。燃料電池の統合運用技術について、運用法の実証的検討を進め、より高効率で利便性の高いシステムの構成と運用法に関するデータを蓄積する。

6-(4) 輸送機器及び住居から発生するCO₂の削減のための機能部材の開発(Ⅲ. 3を再掲)

製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からのCO₂排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発しエンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

6-(4)-① 耐熱性軽量合金の開発(Ⅲ. 3-(1)-①を再掲)

【中期計画(参考)】

- ・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鋳鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鋳造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・セミソリッド成形加工における製品品質に及ぼす鋳造条件の影響を調べる。さらに、平成17年度に開発した耐熱マグネシウム合金(Mg-Si系など)に第3元素を添加することにより高温強度を向上させ、アルミニウ

ム耐熱合金に相当する耐熱性能を目指す。

6-(4)-② 高加工性軽量合金素材材の開発 (Ⅲ. 3-(2)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鋳造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・連続鋳造機による AZ31マグネシウム合金等の高品質ビレットを製造するための鋳造条件を求める。また、接合技術を高度化するために、摩擦攪拌接合の適用範囲を、異なる板厚の接合及び異なる材質の接合まで広げる。交差圧延法 (交差角10度以下) により面内異方性を低減させた AZ31合金板材について、プレス成形性の改善効果を検証する。DLC コーティングの耐食性を改善するためにピンホールの低減を図る。

6-(4)-③ 省エネルギー型建築部材の開発 (Ⅲ. 3-(3)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・建築物の空調エネルギーを10 %削減するための調光ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミックス壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

《平成18年度計画》

- ・調光ミラーの耐久性を上げ、限界繰り返し回数の向上を図る。自律型調光ガラスへの光触媒機能の付与及び大面積化を行う。木製サッシについては、木材の難燃化及び圧縮木材の特性評価を行う。デシカント空調技術へ展開可能な環境維持用常温触媒多孔材料 (調湿材料等) を開発する。廃棄物を利用したりサイクルセラミックスの透水性・保水性などの機能を向上させる。
- ・厚さ2 mm、大きさ10 cm 角以上の多孔質ガラス板材を安定して量産できる出発ガラス母材、後処理条件を検討する。多孔質ガラス内に既知の蓄光粒子を導入し、その蓄光性能を明らかにする。

6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発 (Ⅱ. 2-(3)を一部再掲)

モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術の研究開発を行う。

6-(5)-① 低消費電力システムデバイス技術の開発 (Ⅱ. 2-(3)-②を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電

力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に設計した FlexPowerFPGA 試作チップの性能の測定を行い、特性の評価を行う。また、XMOS デバイスモデルの精度、計算速度、安定度の向上を図り、世界標準を目指す次世代 MOS モデル HiSIM との融合を検討する。
- ・MgO 系 MTJ (強磁性スピントンネル接合) 素子のさらなる高磁気抵抗比を実現するとともに、スピン注入磁化反転の低電流密度化及び物理機構の解明を行う。また、試作したナノ TMR (トンネル磁気抵抗) 素子及び GMR (巨大磁気抵抗) 素子により、ナノ領域のスピン依存伝導特性の解明を進める。
- ・強誘電体ゲート FET (FeFET) による不揮発ロジック回路を目指して、n チャネルと p チャネルの FeFET から成る相補型 FeFET を作製し、FeFET 集積回路作製基盤技術を開発する。
- ・平成17年度までに開発した不純物分布測定等の計測解析技術を、低消費電力高性能電子デバイスの実現に向けて研究開発中である新規半導体デバイス・デバイスプロセス・電子材料等の実評価に適用する。また、2 nm 以下の空間分解能を有する不純物分布測定手法の実現へ向けての技術課題を明確化する。さらに、高分解能磁区測定技術の研究開発に着手する。
- ・低損失高速大容量オン CPU 電源に有効なスイッチング素子や一体型回路、チップ実装法を想定して、素子構造設計、電源回路設計、素子作製プロセス並びに各種の実装技術の開発を進める。このために、デバイス損失モデルの妥当性確認や AlGaN/GaN スwitchング素子のサブミクロン級短ゲート化、金バンプによる素子直接接合の低抵抗接合化、高密度実装における温度挙動の解析等を行う。
- ・メタルゲートや4端子 XMOS の配置・配線などの独自技術により CMOS 基本回路技術を立ち上げ、4端子動作をも可能とする XMOS デバイスの優位性を回路試作により実証する。

V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発

計測評価技術は、研究開発、産業活動といった技術を用いた諸活動を行う上での社会の基盤であり、優れた計測・評価技術なくして、技術に関連する活動の円滑な実施は行い得ない。こうした認識に則り、①先端的な計

測・分析機器や計測評価方法の開発と社会での導入実施に不可欠となる標準化や標準試料の提供、②産業技術の基盤となるデータベースや社会の安全・安心に関するデータベースの構築を行う。これにより、産業振興を牽引する新たな知見の獲得や産業技術の信頼性向上に繋がる共通の基盤技術としての計測評価技術を提供する。

1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

様々な顕微鏡の開発によりナノテクノロジー等の新たな技術分野が生まれたように、先端的な計測・分析機器は広汎な技術、産業分野に展開できる基盤的特性を有している。こうした基盤の構築を行うとの観点から、産業分野を先導する先端的な計測・分析機器の開発と産業技術の信頼性を向上させる評価解析技術の開発を行う。また、新技術や新製品が国内外の市場を確保するためには、機能の優位性や製品の安全性、信頼性が技術的に確保されていることが必要であることから、製品の機能や特性等を評価する計測技術を開発し、試験評価方法の形で提供するとともにその標準化に貢献する。

1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

ナノテクノロジー等における先端的な計測・分析機器の開発においては、ナノメートル領域の物質や欠陥等を高感度かつ高精度に検出する技術や物質の挙動を可視化する技術の開発が必要とされている。そのために、①反応性の高い状態にある原子・分子やイオンを用いた新たなツールを開発してナノメートル領域の計測や分析を可能にする技術、②新たな光・量子源の開発や高輝度化・マイクロビーム化により局所領域の物質の挙動を可視化する技術等の開発を行う。さらに、①、②の技術に関して標準化に貢献する。また、装置等の動作状況の把握や稼働条件の最適化を図るために、実環境下で計測可能な機器の開発が必要とされており、実環境下で動作する圧力や応力等のセンサの開発とそれを利用した計測技術の開発を行う。

1-(1)-① 反応性の高い状態にある原子・分子の計測・制御技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・90%以上の超高濃度の酸化活性なオゾンを精密に制御して、10 nm 以下の薄い SiO₂膜を供給用1インチ半導体基板に±0.1 nm で均一に作製する技術及び200℃以下の低温における酸化膜作製技術を開発するとともに、長さの国家標準にトレーサブルな厚さ計測用の物差しを半導体産業等に提供する。

《平成18年度計画》

- ・ユーザの測定環境における試料表面の汚染を調査し、その結果を基に標準物質の使用マニュアルである校正技術基準を確立し、厚さスケール用標準物質として完成する。また、200℃以下の低温酸化膜作製法として、多結晶シリコンの低温酸化による、デバイス応用が可能な高品質酸化膜作製技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・材料の表面をナノメートルレベルで均一に削り取るための新型イオン源を開発し、半導体デバイスの深さ10 nm 以内に存在する不純物を10¹¹個/cm²レベルで分析できる技術を開発する。また、その計測手法の標準化を行う。

《平成18年度計画》

- ・新型イオン源に適用可能な金属クラスター錯体の種類を増やす改良を行い、サブナノメートルの分解能の不純物深さプロファイル測定を確立する。また非破壊分析法として、厚さ10 nm 以下の半導体薄膜における過渡吸収分光を実現する。そのために、過渡吸収分光において、絶対数10¹¹個の活性種の検出を行う計測感度を達成する。

【中期計画（参考）】

- ・ナノ物質に結合するマーカーとして極安定ラジカルを合成し、そのマーカーを磁気計測方法によって検出することによりナノ物質の挙動を精密に計測し、生体影響評価に資する。

《平成18年度計画》

- ・標識化合物（Perfluoroalkylradical:PFR）を結合させた標識 PFR-CNT（ピーポッド）を合成する。標識化合物のマウスファントム実験及び標識 PFR-CNT のファントム実験までを完成させ、ラット用 ESR システムの高周波回路を作製する。生体内酸化還元能を指標とする生体影響評価用 ESR 計測技術を開発する。これらナノ物質の形状評価に必要な最小幅8 nm 及び曲率半径4 nm の櫛型試料及び生体影響評価のための *in vitro* 試験用 TEM 試料を作製する。

【中期計画（参考）】

- ・数10 Da の原子から1 MDa を越えるタンパク質のような巨大分子までの広い質量範囲において、タンパク質を構成するアミノ酸の違いを識別できるレベルの質量分解能で分子量分布計測が行える飛行時間型質量分析装置を開発する。

《平成18年度計画》

- ・巨大分子検出効率100%を1 MDa 以上まで可能にする。また、超伝導検出器用の極低温半導体エレクトロニクスのための GaAs FET を試作し、50 nV/√Hz の低ノイズを達成する。

【中期計画（参考）】

- ・半導体検出器のエネルギー分解能と検出効率を1桁以上改善した超伝導検出器を開発し、生体用軽元素のエネルギー分散分光分析を可能にする特性 X 線検出システムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・超伝導 X 線検出器を活用して、放射光ビームラインに設置する分析ステーション構築を開始する。この分析ステーションのための、寒剤フリー冷凍システムを構築する。

1-(1)-② 光・量子ビームを利用した動的現象の可視化技術の開発

【中期計画（参考）】

- 産業現場に導入可能な大きさで3-30 keVのX線エネルギーと 10^9 photon/s以上のX線収量を有する、生体高分子の立体構造解析や可視化への適用が可能な単色硬X線発生システムを開発する。

《平成18年度計画》

- CT画像再構成において、線減弱係数に対するCT値の線型性とダイナミックレンジの評価、低コントラスト分解能の評価を行う。ファブリーペロー共振器を用いた高透過性光子ビームを長時間安定に発生するため、サーボシステムの開発を行う。γ線CTシステム全体の小型化を目的として、コヒーレント電磁波と電子の逆コンプトン散乱を利用したX線ビームの生成実験を行う。

【中期計画（参考）】

- ビーム径を100 μm以下に絞り込める陽電子マイクロビーム源を開発し、材料中のナノメートルレベル以下の空孔・欠陥の3次元分布や動的変化を計測するシステムを開発する。

《平成18年度計画》

- Cバンド小型電子加速器で2 MeV以上の電子ビーム加速を実現するとともに、ポータブル電子加速器の開発を行う。さらに、陽電子ビーム集束のための高輝度化装置を製作し、100 μm以下の陽電子ビーム集束を実現する。

【中期計画（参考）】

- 既存の偏光変調素子が使用できない40 nm-180 nmの真空紫外領域において、生体分子の立体構造の決定が可能なS/N比 10^{-5} の測定精度を持つ高感度円偏光二色性測定装置を開発する。

《平成18年度計画》

- 円偏光二色性(CD)測定システムにおいて、分光器の更新などさらなる測定精度の向上を図りつつ、各種アミノ酸薄膜、アミノ酸水溶液、糖水溶液などのCD測定を進めデータを蓄積する。偏光による物質制御や加工を行うことを目指し、アンジュレータ光照射・評価計測システムを開発する。
- 超高真空チャンバーを設計・製作し、平成17年度に着手した透過型X線光電子顕微鏡(透過型XPEEM)をこれに組み込む。透過型XPEEMの空間分解能を低下させる要因である二次電子の運動エネルギーの広がりによるレンズ系の色収差の影響を取り除くため、透過モードと反射モードの両方で測定・評価を行えるようにし、どちらのモードでも400 nm以下の空間分解能を実現する。
- 遠紫外自由電子レーザー(DUV FEL)を用いた金属触媒表面化学反応イメージングについて、触媒、反応ガス種、ガス圧、基板温度等のパラメータを変化させ

ながら、より詳細な研究を進める。また、産総研の小型蓄積リング(NIJI-IV)に赤外(IR)FEL用高安定型光共振装置を試作・導入し、世界初の蓄積リングを用いたIR FEL発振実験を行う。

1-(1)-③ 実環境下での圧力、振動の計測技術の開発

【中期計画（参考）】

- 発電用ガスタービンの状態診断等への応用を目指して、ピーク時800 °C、常用500 °C以上の高温、25 MPa以上の高圧下で0 Hz～数 MHzの広帯域圧力変動を実環境下で計測する高耐熱性の圧力、振動薄膜センサデバイスを開発する。

《平成18年度計画》

- 高耐熱圧力センサについては600 °Cまでの高温での特性評価と、燃焼圧センサを試作し、その特性評価を行う。
- 高温振動センサについて、耐酸性の改善を進めたセンサを試作し、600 °Cでの振動センサ特性評価を行う。

【中期計画（参考）】

- 在宅医療用の生体情報センサやヒューマノイドロボットの触覚センサ等への応用を目指して、150 °C以上の温度に耐え5 mmピッチ以下の応力分布分解能を持つ、柔らかい高分子やゴム質表面に形成可能な箔状圧力センサシステムを開発する。

《平成18年度計画》

- 薄膜センサによる身体機能計測技術の開発及び超音波を用いた生体組織の粘弾性計測システムを開発する。

【中期計画（参考）】

- 材料の高精度劣化モニタリングなどへの応用を目指して、応力分解能が既存の歪ゲージと同等以上の数nN/粒子かつ空間分解能の目安となる数百nm以下の応力発光体ナノ粒子を合成する技術、粒子を配列、分散及び固定化する技術並びに応力発光体を用いた遠隔応力計測システムを開発する。

《平成18年度計画》

- 圧光実環境計測・診断の基盤技術として、高効率高輝度化応力発光体の開発については、応力発光機構の解明と結晶構造の高度制御によって今より2倍の高効率化を達成する。
- 圧光計測のデバイス化を目指して、数十nmの応力発光微粒子の製造技術、応力発光体超微粒子の表面処理技術、有機・無機ハイブリッド化技術、コーティング技術を検討し、新規な圧光デバイスを開発する。
- 応力発光の計測技術については、2次元画像解析及びリモート光検出技術を開発し、応力発光計測システム技術の構築を行う。

1-(1)-④ 横断的な計測評価手法の構築に向けた先端的計測評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- 次世代の衛星として期待されている準天頂衛星システムによる高精度な位置情報システムのコスト低減、長

寿命化及び信頼性向上を目指し、地上局の原子時計と準天頂衛星に搭載された水晶発振器を無線により同期させる技術（擬似時計技術）を開発し、同期精度 10 ns 以内、100,000秒以上における長期安定性 10^{-13} 以内の擬似時計システムの実現を目指す。

《平成18年度計画》

- ・擬似時計シミュレーションプログラムと環境の実測値データから遅延量を計算し、その結果を用いて地上実験装置を動作させ、静止衛星を用いた時刻同期実験を行う。また、準天頂衛星を用いた実験を行うための構成機器・ソフトウェアを開発する。

1-(1)-⑤ 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発 (I. 2-(1)-①を再掲)

【中期計画（参考）】

- ・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・低侵襲検査診断システムにおいて不可欠な超高速 MRI 技術を実現するために、試作した画像再構成装置及び開発した撮像技術を用いて生体の動的変化の撮像を試みる。
- ・細胞の活動電位の計測あるいは電気刺激が可能な低侵襲微小電極を開発するため、試作した多点微小電極の電極針側面の絶縁性を向上させ、その効果を電気生理学実験によって評価する。

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に可能となった蛍光色素1分子の4色リアルタイム検出について光学フィルターの選択などを吟味して S/N の向上を図る。DNA ポリメラーゼ自体を改変し、蛍光標識ヌクレオチドを効率的に取り込み、ヌクレオチド取り込みのエラーの少ないポリメラーゼの獲得を試みる。また蛍光標識ヌクレオチドの改良によるポリメラーゼ反応制御の手法も併せて検討する。
- ・表面増強ラマン散乱 (SERS) 分光の高感度化を図るために、顕微 SERS 分光装置を用いた分光的研究により SERS 活性の高感度化が見出された単一銀ナノ粒子凝集体について、走査型電子顕微鏡 (SEM) で単一銀ナノ粒子凝集体の形状を観察し、SERS 活性の超高感度化に不可欠な凝集体の形状と SERS 活性の因果関係を直接解明する。

【中期計画（参考）】

- ・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質

を一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・実細胞の回収操作を達成して細胞ソーティング性能を評価する。また、複数種の細胞（粒子）を同時に分別するマルチソーティングに必要なレーザー走査機構と制御系の基礎的な構築を行い、マルチソーティングの基礎データを評価する。単一細胞レベルでの複合多糖類の活性評価の最適条件を検討する。検出に最適な蛍光プローブ等を選択する。単一細胞診断の要素技術開発として、細胞を用いた診断技術への応用を目的に、複合多糖による活性発現の選択性の高い細胞を選択する。
- ・がん細胞と正常細胞の細胞膜上の成長因子レセプター EGFR の存在状態の比較を行うために、EGFR の量子ドットなどを用いた蛍光標識の検討を行う。具体的には、レセプターの生物活性に影響を及ぼさない効率の良い蛍光標識の方法を検討する。さらに、がん細胞と正常細胞の区別を糖脂質に着目して行う一環として、細胞上で EGFR の活性制御を行う糖脂質 GM3 との相互作用を観察し、糖脂質による活性制御機構の解明にも着手する。EGFR 等の細胞表面のレセプターを可視化するために、リガンドと共役化させた量子ドット蛍光プローブと AFM を組み合わせたイメージングを行う。このようなイメージングによって、レセプターとリガンドの相互作用機序を解明する。

【中期計画（参考）】

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

《平成18年度計画》

- ・プラスチック (PMMA) 製バイオデバイスとタンパク質試料の非特異吸着を防止するための新しいダイナミックコーティング法を開発して、従来困難であったタンパク質の解析を行う。心筋梗塞診断デバイスの実現に向け、全血からの成分分離ユニットと抗体反応ユニットをシングルチップ上に作製し、前処理なしに血液試料から目的蛋白質を診断に十分な感度で迅速に計測できるか否か評価する。
- ・異なるプラットフォームで得られたマイクロアレイのデータを標準化するために、試験管内で合成された完全長の mRNA を用いた評価システムを確立する。マイクロアレイ上の DNA ハイブリダイゼーションを可視化するために、量子ドットの活用を図る。マイクロプレート上での高感度非標識二次元検出が可能な偏光変調型のイメージングエリプソメトリーの実験的検証

を行う。

- ・ピコインジェクターと分取機構を備えたバイオデバイスについて、同一生体試料から3種類以上の生体高分子が自動分取可能となるように性能を向上させる。

1-(1)-⑥ 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発 (II. 4-(2)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10 V 出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

《平成18年度計画》

- ・チップ内に含まれる全てのジョセフソン素子が正常に動作する10 V 出力のプログラマブル・ジョセフソン (PJ) 電圧標準子を作製する。計測標準研究部門電磁気計測科と共同で、1 V 出力を有する PJ 電圧標準システムを開発し、完成する。
- ・単一磁束量子回路へ低雑音 (低ゆらぎ、低ジッタ) クロックを供給するために必要となる低雑音測定技術を整備し、10ビット D/A 変換器チップを10 MHz 帯高精度クロックで駆動することによりジョセフソン周波数/電圧関係に基づいた精密波形合成を行う。また、出力電圧レベルの精度を不確かさ10 ppm オーダーで評価する。

1-(1)-⑦ 高度ナノ操作・計測技術の開発 (III. 4-(1)-①を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に開発した近接場光学顕微鏡に高精度粗動機構を導入し改良を行う。電気伝導測定と局所光励起との組み合わせにより、量子ホールデバイスにおける量子輸送に関するエッジチャンネルの実空間観測を行う。
- ・エネルギー損失電子顕微鏡による材料解析手法を活産業界における利用価値の高い解析手法とするため、他の計測手法による測定を同時に行い、本手法の精度、信頼性を検討する。さらに、企業との共同研究により、実用材料へ適用し、接着制御技術への展開、ゴム材料の加硫プロセス、低誘電損失材料の構造と物性の相関などを検討する。原子間力顕微鏡開発については、空間変調法を高感度化し、生体分子内構造転移過程の一分子レベルでの解析に応用する。

1-(1)-⑧ 環境診断技術の開発 (IV. 1-(3)-①を一部再

掲)

【中期計画 (参考)】

- ・高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

《平成18年度計画》

- ・QCM 自動免疫センサ構成に重要となる QCM の厳密な位置決めを検討を試みる。また、抗体分子等の固定化用の QCM 表面の親水性制御及び QCM 上での抗体固定化量の制御を試み、いずれも実験誤差20 %の実現を目指す。

1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

構造物の損傷の診断・予測を目指して、構造物内部の損傷や劣化を非破壊で構造物全体にわたって遠隔監視できる技術を研究開発する。また、材料・部材に影響を及ぼす局所領域の物性、材料内部の原子・分子の移動拡散現象及び微量の不純物等の計測評価技術の研究開発を行うとともに、標準測定法、解析手法、技術資料 (TR, TS 等) 及び物性データ集等として整備し、評価手法の標準化への貢献や標準物質の開発を併せて行う。さらに、生体分子やナノ物質等の信頼性の高い計測・分析技術及びそれらと IT を組み合わせた計測評価システム技術などの開発を行うことにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の構築に資する。

1-(2)-① 構造物の損傷診断技術の開発と標準化の推進

【中期計画 (参考)】

- ・プラントでのパイプ等の損傷の診断を可能にするために、FBG (Fiber Bragg Grating) 光ファイバセンサを用いて、100 MHz までの高周波歪とき裂を同時に1 mm 以下の分解能で50 m²に及ぶ広域を監視する計測技術を開発するとともにその標準化に貢献する。

《平成18年度計画》

- ・実構造物モックアップ試験において FBG 光ファイバセンサを利用した亀裂検出を行う。現場でのセンサ取り扱いの簡便性を考慮した着脱可能で破損しにくいセンサ設計を行い、1 MHz までの超音波を利用して、1 mm の亀裂分解能を有する評価システムを構築する。またレーザ励起超音波を FBG で検出するシステムの構築を始める。
- ・パルスレーザを利用して超音波が伝搬する様子を映像化する計測システムを試作し、50 cm 四方の範囲に存在する寸法1 mm のスリット亀裂を検出できることを実証する。
- ・薄膜型超音波発振子の作製技術を確立するとともに、送受信感度を向上させるための発振子形状設計を行う。さらに、微細加工技術を用いてアレイ形状の薄膜型超音波発振子を試作する。

1-(2)-② 原子・分子の移動拡散現象の計測評価技術の開発と標準化の推進

【中期計画（参考）】

- 燃料電池に適用できる固体電解質材料のプロトン移動機構を解明するために、固体 NMR 法等を用いて 10^{-9} m²/s までの範囲のプロトン拡散係数を測定する技術を開発するとともに、拡散係数等の物性と構造との相関を明らかにする。

《平成18年度計画》

- CsHSO₄類似の一群の無機固体酸塩において、水素結合の修飾操作によるプロトン伝導の制御を試み、高速プロトン伝導を可能とする要因を導き出す。これにより、完全無加湿の条件下、温度範囲100℃～200℃の範囲において高プロトン伝導を発現する物質を探索する。新たに発見した無機固体酸塩の高温高压相のプロトン伝導度測定と構造解析を行う。

【中期計画（参考）】

- 燃料電池自動車の70 MPa 級高压水素貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う。

《平成18年度計画》

- 70 MPa 級高压水素貯蔵に対応する水素脆化試験装置の圧力として100 MPa 超での材料試験の実現を目指す。高压水素貯蔵に係る特にオーステナイト系ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価を行い、長期の水素曝露期間を模擬した試験方法の確立を目指す一方で、高压水素中での金属材料の水素脆化特性の一覧表の拡充を図る。水素脆化評価ステーションを顧客の要望を勘案してさらに整備する。
- 水素脆化、水素トライボロジー、高压水素物性の基本原理を解明し、材料の脆化・摩耗対策の検討を行うため、超高压水素下における材料特性及び高压水素トライボロジー、水素高压物性などの基礎特性のデータ整備に着手する。

1-(2)-③ 材料プロセスの信頼性に関わる評価技術の開発と標準化の推進

【中期計画（参考）】

- 排ガス浄化用マイクロリアクタの10 nm レベルの微小空孔を対象に、磁気共鳴法を用いた空孔の形状や寸法の不均質性評価方法や標準材料の開発を行い、その標準化に貢献する。

《平成18年度計画》

- 量子化学計算による Ni 触媒上での NO の一連の反応（解離、再結合、脱離、移動反応）モデルを明らかにするとともに、*in situ*（加熱・電圧印加・ガス流中）での NiO/イットリア安定化ジルコニア（YSZ）複合体の顕微ラマン分光を行って、NO_x 浄化機構のモデル構築を行う。併せて、微小空孔の触媒機能への影響を磁気共鳴法で評価するため、形状・寸法の異なるフッ素系極安定ラジカル前駆体の開発を行う。

【中期計画（参考）】

- 局所領域の力学物性とマクロな部材の力学物性との関係の解明を目指して、通常の硬度計では評価が困難なコーティング膜等の機械的特性を、100 μm³程度の微小領域における変形特性を用いて定量的に評価する手法を開発し、その標準化に貢献する。

《平成18年度計画》

- 平成17年度に開発した圧子圧入機構を組み込んだ光学顕微鏡（顕微インデント）を用い、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）膜、メッキ膜等の膜材の力学特性評価を行い、基材の特性が膜特性の評価結果に及ぼす影響を定量化する。

【中期計画（参考）】

- ファインセラミックス焼結体製品の機能や性能に大きく影響する原料微粉体中に含まれる微量成分に対して、信頼性の高い定量方法、分析値の不確かさ評価方法及び均質性評価手法等の開発を行うとともに、分析方法の標準化と2種類の窒化ケイ素の国家標準物質の作製を行う。

《平成18年度計画》

- 市場に流通しているマグネシア原料微粉末について、平成17年度で確定した前処理法と分析法を適用し、JIS 原案素案を作成する。金属マグネシウム中微量酸素について、不活性ガス融解法による定量手法を確立し、試料への適用性を検討する。窒化ケイ素標準物質候補2種類の成分濃度を確定し、NMIJ 認証委員会で認証を得る。

1-(2)-④ 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献（I. 5-(3)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

《平成18年度計画》

- バイオチップ、二次元電気泳動等のマーカーとして使用するための蛍光標識融合タンパク質を作製し、異なる分子量、等電点を持つ標準タンパク質のパラエティを広げる。また、平成17年度では未達成であった臨床検査対象となっているタンパク質の作製を行う。

【中期計画（参考）】

- バイオテクノロジー関連の SI トレーサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

《平成18年度計画》

- タンパク質の同等性評価のために行われる各種の理化学的分析法において、求められる一次標準タンパク質の必要十分条件を調査する。
- 阻害物質存在下での PCR を利用した DNA 計測精度

や実サンプルからの DNA 抽出手法について検討を行う。また、国際標準制定について貢献する。

- 1-(2)-⑤ バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端計測・解析システムの開発（Ⅰ．5-(2)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・レーザーによる生体高分子イオン化並びに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

《平成18年度計画》

- ・フーリエ変換型質量分析計による高分解能高精度質量分析により、脂質や代謝物をはじめとした多様な生体分子を同定する手法を開発・確立する。

- 1-(2)-⑥ ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発（Ⅲ．2-(2)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイヤモンドの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・超高感度元素分析装置開発においては、これまでガドリニウムという重元素でしか成功していない単原子レベルでの元素分析をカルシウムなどの軽元素においても実現するための低加速高感度電子顕微鏡の開発を行う。原子直視型構造解析技術においては、これまで電子顕微鏡による観察には極めて不向きであった軽元素からなる非周期性物質の構造解析技術を確立させる。これは、有機分子の欠陥や各種試料中に含まれる格子欠陥の検出・構造同定も含まれる。

- ・ナノチューブ、フラーレン、ピーポッドなどの持つナノスケールの空間への各種原子の導入、またそれらを利用した物性変調の検証を行う。特にナノスペースの物質の挙動を単原子レベルで観察・検証しながらそれによるマクロな物性の変調を検出することにより、新たな物理現象を探索する。また、これらと並行して、連続光励起による共鳴ラマン装置を開発し、カーボンナノチューブの共鳴ラマンマッピングによる新たな評価法を開発する。

- ・低温・大面積ナノダイヤモンドコーティング用の低電子温度表面波プラズマ CVD 装置を開発する。また、プラスチックへのナノダイヤモンドコーティング手法を開発する。これまでの10倍のスループット（成膜速度 x 成膜面積）のナノダイヤモンドコーティング装置及び手法の開発を行う。

- 1-(2)-⑦ 安全・信頼性基盤技術の開発（Ⅲ．4-(1)-④

を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度の要素技術の開発を受け、ガス捕集及び検出システムを構築し、においセンシングシステムの全体運転試験を行う。安心安全応用としての鳥インフルエンザ監視用温度センサ、システム省電力のためのパワーマネージメントチップの試作を行う。さらに、コスト低減による普及拡大のために、市販の短距離無線通信規格 ZigBee システムをパッシブ素子のエンベデッド化によりダウンサイジングする。

2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

研究開発に関係する様々な現場から膨大なデータが取得・蓄積されているが、多くのデータは異なる観点からの解析により新たな研究開発成果を生み出す可能性を常に持っており、一般性のあるデータは共通の財産としてデータベース化して公開することが重要である。そこで、先端産業技術の開発と安全な社会の実現のために、産業技術の基盤となる物質の物性等のデータベースや環境、エネルギー、安全性等に関するデータベースを構築し、Web 等を利用して産業界と社会の利用に広く提供する。

- 2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

産業技術の基盤となる物質・材料のスペクトル特性や熱物性等を測定、評価、蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して公開し産業界と社会の利用に広く提供する。スペクトル特性に関しては、危険物や添加剤など社会ニーズの高い化合物群のデータ蓄積を重点的に行う。熱物性データベースに関しては、各種データベースと共同運用することから、それぞれのデータの信頼性を評価するガイドラインを整備する。

- 2-(1)-① 物質のスペクトル特性及び物性等のデータベースの構築

【中期計画（参考）】

- ・有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新たに6,000件のスペクトルを測定して解析及び評価を行い Web に公開する。

《平成18年度計画》

- ・危険物などの化合物群を中心に1,000件以上の新規スペクトルデータの収集と公開を行う。また、外部の化学データベースとの相互リンクをはかり、スペクトル情報以外の情報をユーザーへ提供する。

【中期計画（参考）】

- ・同データベースにおいて、ユーザの利便性を高めるため、構造式検索機能や IR（赤外）スペクトルピーク

の検索機能の追加及びスペクトル表示機能の強化などを行う。

《平成18年度計画》

- ・構造式検索機能の方法を確定する。確定した方法を実現するために必要な構造情報を化合物辞書に登録を開始する。IR スペクトルピークの検索機能を完成し、検索に必要なデータを辞書に登録する。

【中期計画（参考）】

- ・固体や流体の熱物性データベースに関して、新たに1,000種類以上の物質・材料について3,000件以上のデータを収録するとともに、データの不確かさと信頼性を評価するためのガイドラインを整備する。

《平成18年度計画》

- ・先端材料に関して、実測熱物性データ及び文献に掲載された熱物性データを中心に500件以上のデータをデータベースに登録する。

【中期計画（参考）】

- ・製造業において求められる熱設計のためのシミュレーション技術の定量性と信頼性の向上に寄与するために、標準データを含む広範な熱物性データを Web 等を利用して提供する。

《平成18年度計画》

- ・温度などの状態変数に対する熱物性値の依存性を記述する典型的な実験式・理論式に対して係数を与えることにより熱物性データを表示できるように分散型熱物性データベースマネジメントシステムを改良するとともに、伝熱シミュレーションソフトとの連携機能を開発する。

2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

燃焼・爆発事故災害、火薬類の物性、環境中の微生物、エネルギー消費量、環境影響排出物質等に関して計測評価データを蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して産業界と社会に広く提供する。

2-(2)-① 爆発の安全管理技術の開発（IV. 1-(1)-②を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

《平成18年度計画》

- ・これまでに開発した爆発現象シミュレーションシステムにおいて、2-3次元爆風挙動の計算機シミュレーション技術を高度化し、複雑な地形や構造物に適用する。同時にシステムの高度化の妥当性を評価する。国内外の会議で爆発影響データベースを紹介し、国内外の専門家とデータベースの連携について意見交換を行う。

- ・国内火薬類全事故例を公開し、解析を行うとともに、国際普及に向けてデータベースを整備する。事例の解析結果である事故進展フロー図、教訓データを拡充する。火薬類の物性データを拡充し公開を目指す。

- ・平成17年度の実験で分解温度が400℃以上と判明した約10種類の原料物質について、高温域でも高い信頼性を持つ火薬学的諸特性の計測・評価手法について検討する。また、火薬学的諸特性の評価対象を、平成17年度実績からさらに数10種類の原料類に拡張する。

2-(2)-② バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発（IV. 5-(2)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- ・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に作成した基礎フロー、基礎シミュレーション、及びデータベースを充実させ、特にデータベースについては、利便性の高い形に加工して公開する。また、バイオマスからの液体燃料製造プロセスについて、基礎シミュレーションを用い、最良の経済性を有するシステム構築のために感度解析を実施する。

【別表2】地質の調査（地球の理解に基づいた知的基盤整備）

活動的島弧に位置する我が国において、国民生活の安全・安心を確保し、持続的発展が可能な社会を実現するため、地質の調査とそれに基づいた知的基盤整備における貢献が求められている。そのため地球を良く知り、地球と共生するという視点に立ち、国の知的基盤整備計画などに沿って地質の調査・研究を行い、その結果得られた地質情報を体系的に整備し、その利便性の向上を図る。また、地震、火山等の自然災害による被害の軽減、高レベル放射性廃棄物の地層処分及び都市沿岸域における地球環境保全等に関連した社会的な課題を解決するため有益な地質情報を整備し、提供する。さらに、地球規模のグローバルな問題を解決するために、地質情報の整備、自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際的な研究協力を推進する。

1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

国土の地質情報の整備と供給が求められていることから、地質の調査に関する研究手法及び技術の高度化を進めるとともに、国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査を実施し、社会の要請に応えた地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備を行う。また、地質情報を社会に提供するにあ

たっては、地質情報の高度化と利便性の向上に努める。また、大陸棚調査を実施し、大陸棚限界に関する情報を作成する。さらに、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発及び情報整備に取り組む。

1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

安全・安心な国民生活の実現のため、日本及び周辺地域の地質情報に関する理解を深め、地質の調査に関する研究手法・技術の高度化が必要であることから、島弧の地質体及び周辺海域の海底地質に関する地質の調査を実施し、過去から現在に至る地質体の形成モデルを構築する。さらに、これらの成果も踏まえて、長期的な計画のもと、地質情報の基本図である20万分の1の地質図幅の全国完備を達成し、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図を作成し、信頼性の高い国土の地質基本情報としての地球科学基本図を整備する。

1-(1)-① 地球科学基本図等の整備

【中期計画（参考）】

- ・地質情報の基本図である20万分の1の地質図幅の未出版18区画を作成し、全国完備を達成するとともに、地震防災の観点から更新の必要性の高い5区画を改訂し、高精度で均質な地質情報整備を推進する。

《平成18年度計画》

- ・20万分の1地質図幅新規10区画（伊勢・八代・中津など）の地質調査を実施し、新規4区画（白河・山口・見島・屋久島）、重要地域の改訂1区画（長岡）を完成する。

【中期計画（参考）】

- ・防災、都市基盤整備、産業立地等の観点から重要な地域、20万分の1の地質図幅の作成及び改訂に有益な地域及び地質標準となる地域を優先的に選択して5万分の1地質図幅25区画を作成する。

《平成18年度計画》

- ・5万分の1地質図幅新規27区画（八王子・豊橋・京都東南部など）、改訂2区画（船川・戸賀）の地質調査を実施し、新規4区画（松本・青梅など）を完成する。

【中期計画（参考）】

- ・日本周辺海域の海洋地質情報を整備するため、北海道南岸沖海域及び沖縄周辺海域の海底地質調査を実施する。調査済み海域の地質試料及び調査資料に基づき15図の海洋地質図 CD-ROM 版を作成し、地質試料と調査資料等をデータベースとして整備し、公開する。

《平成18年度計画》

- ・地質情報の整備のために、既調査域の解析等によって地質図作成を進め、平成17年度未完成の地質図を含めて6図の地質図原稿を完成する。海底地質図作成のために、沖縄・東シナ海海域の予備調査を継続して行う。海底地質・海底堆積物等の海洋地質データベースの拡充を行う。

【中期計画（参考）】

- ・地球物理学的調査に基づく重力図については第1期に調査を実施した中国・四国地域の20万分の1の重力図5図を作成し、第2期には近畿・中部地域の重力調査に着手する。空中磁気図については、地殻活動域のうちデータ取得が進んでいる福井平野などを対象として縮尺5万分の1程度の高分解能空中磁気図3図を作成する。また、重力、空中磁気及び岩石物性データなどの地球物理情報をデータベースとして整備、公開する。

《平成18年度計画》

- ・重力図については、中国・四国地域の重力図を1図作成するとともに、近畿・中部地域での重力調査に着手する。空中磁気図については、平成19年度に作成を予定している空中磁気図のデータ整備を実施する。日本列島基盤岩類物性データベースへの物性情報の追加登録を行う。

1-(1)-② 島弧の形成モデルの構築

【中期計画（参考）】

- ・島弧地質体の深さ、温度、応力場等の形成条件と地質年代を明らかにするための分析技術を高度化し、この知見に基づいて島弧堆積盆の堆積環境及び変形履歴の復元を行い、島弧の形成モデルを構築する。また、海底で採取した地質試料の古地磁気、組成分析等の結果に基づいて、海底地質の元素濃集、物質循環及び古環境変動等の地質現象を明らかにする。

《平成18年度計画》

- ・島弧地殻主要部を構成する付加体、変成帯、深成岩体の形成条件を明らかにするため、野外調査と微化石層序・放射年代・鉍物分析などによって、北上山地根田茂帯・北部北上帯と九州四万十帯では付加体構成岩の帰属と境界断層の運動像を決定し、三河地方の領家帯と四国中央部の三波川帯では付加体を原岩とする高压型及び高温型変成帯の地質構造と温度圧力構造を解明し、さらに近畿地方の付加体に貫入したアダカイト質花崗岩マグマの起源を推定する。
- ・関東平野、新潟平野、足柄平野、近江平野などの活動的堆積盆の形成モデル構築のため、テフラ・古地磁気・放射年代・化石層序などを用いて、中部更新統～完新統の標準層序の確立と地質構造の解明を行う。また新潟平野北部において、紫雲寺背斜構造を示す魚沼層群を覆う上部更新統～完新統について地質調査、ボーリング調査等を実施し、この背斜構造の地下延長部に活断層が存在するか否かを検証するとともに、当地域において完新世に繰り返し発生した大規模な液状化との関係を明らかにする。
- ・古地磁気強度変動データに含まれる約10万年周期の変動成分が地磁気変動を表していることを検証する。
- ・伊豆弧衝突の位置等の地質学的制約条件に基づいて、3 Ma(300万年前)以前のフィリピン海プレートの運動を推定する。

- ・深海底資源について、海底熱水鉱床開発技術及び二酸化炭素の海洋隔離技術との組み合わせによる概念モデルを構築し、これらの技術の融合化、共通化に伴う複合的効果を検討する。
- ・メタン消費生態系モデルへの非定常対応機能追加等を実施する。
- ・マリアナ海域での航海に参加し、海底火山活動による噴出流体中の微粒子分析を行い、火山ガス中の SO₂ の挙動を明らかにする。また、北東太平洋ファンデフーカ海嶺の硫化物チムニーから噴出する熱水の酸化還元電位の変動を測定するために設置した機器を回収して、観測データを解析する。

1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

国土の基本情報である地質情報を社会により役立つ情報として提供するために、地質情報の精度と利便性の向上を図ることが必要であることから、20万分の1の地質図情報については共通凡例に基づくシームレス情報化を促進するとともに、地理情報システム (GIS) を活用した統合的な地質図データベースを整備する。5万分の1の地質図情報については最新の研究成果を常に更新する。地質情報の高精度化を図るために、地質情報の標準化の促進が必要であることから、新生代標準複合年代スケールの作成、地質標本の標準試料化及び地球化学標準試料の作製などの地質情報の標準化を促進する。

1-(2)-① 地質情報の統合化の研究

【中期計画 (参考)】

- ・地質情報の精度と利便性の向上のため、出版済みの地質図幅に基づき、20万分の1の地質図情報に適用可能な共通凡例を新規作成することにより、20万分の1の地質図情報のシームレス情報化を行う。地質図データベースに登録されている5万分の1の地質図情報については、最新の研究に基づいて地質情報を更新する。
- 《平成18年度計画》
- ・平成17年度に引き続き、国際地質標準策定の会議に出席し国際的な連携を図る。また、20万分の1シームレス地質図のベクトルデータを整備し、WebGIS で公開し DVD 出版する。5万分の1地質情報図「岐阜」のデータベース構造を確立し、編纂を推進するとともに、出版年度の古い地質図と新しい地質図間での地質境界の調整を行う。
 - ・地理情報システム (GIS) を活用した統合的な地質図データベース整備に関して、GIS を用いて作成した高精度地形データと地質図データベースを統合・解析することで、地すべり素因を高精度に抽出することと、地すべりの発生条件を制約する地形・地質パラメータの分析を行う。

1-(2)-② 地質情報の標準化の研究

【中期計画 (参考)】

- ・地質年代の標準となる新生代標準複合年代スケールを

作成する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に見出した5つの年代基準面について、古地磁気層序との直接対比を行って正確な数値年代を決定するとともに、これらの基準面の広域的な適用可能性を検証し、5 Ma (500万年前) 以降の地質年代スケールの時間分解能の向上を図る。

【中期計画 (参考)】

- ・海外での地質調査及び文献調査を実施することにより、アジア地域における地質情報を整備する。

《平成18年度計画》

- ・アジア国際数値地質図編集会議 (IGMA500) に参加し、陸域と海域における地質図の標準凡例について議論する。また、東・東南アジア地球科学計画調整委員会 (CCOP) 主催のシンポジウムにおいてアジアにおける地質情報の標準化についての国際連携の枠組みについて提案するとともに意見の集約を図る。

【中期計画 (参考)】

- ・地質図の凡例及び地質年代等の地質情報を表現するための標準を作成し JIS 化及び国際標準化を図る。

《平成18年度計画》

- ・ベクトル数値地質図の主題属性コード及び品質要求事項の JIS 原案を策定する。また、これに併せて JIS A0204の改定案を取りまとめるとともに、地質用語集の作成を開始する。世界地質図委員会デジタル地質標準作業部会において、国際地質図の標準凡例の構成要素についての共同提案素案を作成する。

【中期計画 (参考)】

- ・岩石、鉱物、化石等の地質標本の記載及び分類のための基盤情報となる標本カタログ等の作成を進め、地質標本及び岩石コア情報データベースとして整備し、公開する。また、化学分析及び文献調査により岩石、土壌等の化学組成に関する情報を取得し、それらの情報を地球化学データベースとして整備する。

《平成18年度計画》

- ・標準層序・環境指標の確立のため岩石・鉱物・化石等の地質標本の記載・分類学的研究を進め、地質標本館収蔵の標準的な大型化石標本を基に動物化石データベースを構築・整備する。その他の地質標本データベース (化石タイプ標本 DB 及び変成岩標本 DB 等) についても整備拡充を進める。
- ・日本の岩石・堆積物・土壌の化学組成等のデータに関して、関東周辺のデータを登録・整備する。

【中期計画 (参考)】

- ・地質試料の分析精度を高めるための標準として5個の地球化学標準試料を作製する。

《平成18年度計画》

- ・環境分析のための底質試料を北陸～東北地域で採取し、地球化学標準試料1個を作製する。

1-(2)-③ 地質情報の高度利用技術開発

【中期計画（参考）】

・地質に関する電子情報を標準化し利便性を向上させるため、既存の地質図、地球物理等の複数のデータベースについてメタデータの標準化を図り、地質情報を整備する。これらのメタデータを活用して、複数のデータベース情報を総合的に解析することにより、付加価値の高い3次元地下構造モデルの構築手法を開発する。
《平成18年度計画》

- ・新規発行の地質図類について標準フォーマット JMP2.0仕様のメタデータを作成し、政府クリアリングハウス及び地質情報総合メタデータに登録・管理する。
- ・地質情報総合メタデータアジア版に登録されている東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）加盟国の地質図メタデータについて、サムネール画像の登録などの更新・管理を行う。
- ・地質文献データベース（GEOLIS、G-MAPI）の統合検索システムについて、情報量が増大してもレスポンス（反応）が低下しないように改良するとともに、入力プログラムの修正を行う。また、G-MAPIの地図画像については画質・画像数ともに充実を行う。G-MAPIと地質情報総合メタデータアジア版との収集データの二重入力をなくし、効率的なデータの相互補完を行う。
- ・物理探査調査活動データベース（EXACTS）について、平成17年度に引き続き実施機関に対するアンケート等により調査研究の情報を収集し、データの充実を目指す。冊子体のデジタル画像閲覧システムに検索機能を追加し、ユーザーが必要な情報を迅速に引き出せるよう改良を加える。
- ・地球物理情報等を利用した3次元地下構造モデリング手法の開発のために、テストフィールドである鹿児島県笠野原台地において補足調査を実施し、重力基盤構造の形状の数値解析を行う。また、得られたデータの量・質から最適な3次元モデル構造を検討するとともに、ボーリング数値データをデータベースとして整備する。

1-(3) 大陸棚調査の実施

海底地質調査を基にした大陸棚調査を実施し、地質情報の集積及び解釈を行い、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

1-(3)-① 大陸棚調査の実施

【中期計画（参考）】

- ・大陸棚調査にも資する海底地質調査を行い、対象とした海域から得られた地質試料の化学分析・年代測定等海域地質の総合解析に基づき、海底地質情報を整備し、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する

委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度の基盤岩採取調査の概要報告書を作成する。また、平成17年度に調査を実施した海山において他機関の調査船による補備調査、分析・解析等を実施予定である。大陸棚の限界に関する情報作成では、限界延伸のシナリオ精査と海域地質の取りまとめを進めて限界情報の作成を開始する。

1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する全地球的な観測が重要になってきているなか、地球観測戦略の一環として、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備を実施し、衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のために、地質の調査に関わる衛星画像情報を整備する。

1-(4)-① 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

【中期計画（参考）】

- ・石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のため、ASTER や次期衛星（ALOS 等）からの衛星情報と地表での地質調査情報との融合による遠隔探知技術の高度化を図るとともに、衛星画像情報を整備する。

《平成18年度計画》

- ・地質災害対策・地球環境保全等のための衛星画像整備として、火山衛星画像データベース（東アジア版）にロシア並びに南太平洋の島々の火山画像を追加登録する。ALOS 衛星搭載の PALSAR データを活用して、関東地域の地盤沈下の監視に向けた研究を進める。また、中国西北部ジュンガル盆地周辺をスタディエリアとして、衛星画像情報による岩相マッピング高精度化のために長石含有量と分光特性の関係を研究する。
- ・衛星データ検証用地上測定データベースの広域化を図り、土地被覆分類データの精度評価を確立し、衛星データに基づく陸域炭素収支モデルのプロトタイプを完成する。
- ・石油資源等の探査に係る遠隔探知技術の高度化と衛星画像情報の整備を目標に、1) 放射輝度及び幾何補正精度向上の研究、センサ不具合及び劣化の解析、2) 堆積岩区分図プロトタイプシステムの完成、スタディエリアでのデータ収集・処理とシステムへの格納、3) フュージョン解析の基盤技術である高度分類アルゴリズムの開発とレジストレーション技術・シャープニング技術の高度化、4) 世界地質図委員会の国際規格に則ったアジア数値地質図データ変換並びに中国南部山岳地帯石油堆積盆の境界地域調査、5) 東アジア

のシームレスな DEM・オルソデータセット作成のため一部地域での実施とともに、ASTER データの GeoGRID への転送・蓄積による東アジア地域 DEM・オルソ画像生成などを実施する。

1-(5) 地質情報の提供

地質の調査に関する研究成果を社会に普及するため、地質の調査に関する地質図類等の成果の出版及び頒布を継続するとともに、電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。地質標本館の展示の充実及び標本利用の促進に努め、地質情報普及活動、産学官連携及び地質相談等により情報発信を行う。

1-(5)-① 地質情報の提供

【中期計画（参考）】

- ・地質の調査に関する地質図類、報告書、研究報告誌等の出版及び頒布を継続するとともに、CD-ROM 等電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。また、地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を行い、地球化学標準試料の頒布、標準試料及び標本の提供を行う。

《平成18年度計画》

- ・平成18年度出版計画に基づき提出される地質図類、報告書、研究報告誌等の原稿検査と JIS 基準の適用、印刷に向けた仕様書作成と発注を行う。
- ・既刊出版物の管理・頒布・普及を継続して行う。在庫切れ地質図類の入手要望に対してオンデマンド印刷により適切に対応する。
- ・国内外の既刊地質図類についてラスターデータ整備を行う。海洋地質図、新刊の20万分の1及び5万分の1地質図幅等のベクトル数値化を進める。
- ・地域に密着した国土データである各種地質図類への一般の理解を広げるために、地質図を分かりやすく紹介した一般向け「九州地質ガイド」の原稿を完成させる。
- ・国内外の地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を継続して行い、所蔵地質情報の充実に努める。

【中期計画（参考）】

- ・地質標本館の展示の充実に努め、来館者へのサービス向上を図る。また、地質標本館収蔵の標本及び新規受け入れ標本については、最新の学術水準と照らし正確な同定を行い、新たに解説書を作成するとともに、Web で公開し産総研内外の研究者等に対して標本利用の促進を図る。

《平成18年度計画》

- ・展示の理解を促進するために、年少者を含む市民向け解説パンフレットの作成・配置、平成17年度に更新された映像機器を用いた地球科学の解説コンテンツの作成とともに、地質標本の細部が楽に観察できるよう大型ディスプレイを活用して画像を表示する。また、地質標本館図録の出版を行い、最低3回の特別展示を開催する。展示物のインタラクティブ性強化のため、タッチパネルつき小型ディスプレイを用いた解説提供や、

五感に訴える展示物を作成する。対話型普及講演会の開催に引き続き注力する。

- ・地質調査総合センターの各ユニットとの連携のもと、地質標本館収蔵標本の登録・管理、利用、データベース化などを推進する。

【中期計画（参考）】

- ・地質情報普及活動として、地方での展示会、野外見学会、講演会等を主催するとともに、地方公共団体や学会等が主催する地質情報普及を目的としたイベントにおいて、共催、講演及び展示などの協力を行う。また、緊急調査等に関する地質情報についても、迅速に情報を発信する。

《平成18年度計画》

- ・移動標本館活動を高知市で開催される地質情報展、産総研九州センター、産総研東北センターなどで行う。筑波山周辺の地質見学会を実施する。学校教育関係者とも連携し、若年層の自然科学教育に引き続き注力する。地質調査総合センターから自然災害等の緊急調査が派遣された場合は、その緊急研究の成果を速報する。
- ・地質調査総合センターの研究成果を発信するため、高知市において地質情報展を実施し、成果普及活動を展開する。また、日本地球惑星科学連合2006年大会などでブース展示し、併せて研究成果の紹介・普及を進める。

【中期計画（参考）】

- ・地震、火山等の自然災害、地質環境及び資源探査に関する地質情報の活用を促進するとともに、共同研究を推進するため、産業界、学界、地方公共団体等との連携を強化し、地質に関する相談に積極的に応える。

《平成18年度計画》

- ・地質情報の利用促進のため、地質相談所を窓口として、外部機関や市民からの問い合わせに積極的に応えるとともに、団体見学者の要望に応じて地域地質の解説を行う。

- ・「地質ニュース」を引き続き編集する。

- ・地方公共団体との連絡会（平成18年度幹事：埼玉県）を2回開催する。

- ・地質調査総合センターシンポジウムを開催する。

2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究

地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えると同時に、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境、地球規模の炭素の循環システム及び物質の集積メカニズムの解明を行う。さらに物質集積メカニズムの解明に基づき、土壌汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベースを作成する。

- 2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

環境負荷影響評価や環境対策技術に資する物質循環情報を提供するため、地下空間における水の循環を解明し、水文環境に関するデータベースを整備する。また、将来の海洋中深層での CO₂ 隔離における判断材料を提供するため、西太平洋域における炭素循環に関するモデリング技術を開発する。

2-(1)-① 水文環境データベース及び水文環境図の作成【中期計画（参考）】

- ・地下水資源及び水文環境に関する理解を深めるため、流域規模や地質構造などを考慮して選定した佐賀平野等の国内堆積平野を対象として、地下水流動及び地中熱分布に関する調査を実施し、データベースを整備するとともに、水文環境図2図を作成する。

《平成18年度計画》

- ・水文環境図「佐賀平野」の編集を完了し、電子媒体（CD-ROM）により出版する。なお、同水文環境図には参考資料として、「水文・地下温度データベース」の一部を収録する。

2-(1)-② 海洋における物質循環のモデル化

【中期計画（参考）】

- ・海洋の環境及び物質循環に関する理解を深めるため、炭素を中心とした海洋物質循環モデルの開発を行い、これを用いて西太平洋域の後期第四紀環境における水温、塩分、一次生産等を定量的かつ高精度の時間解像度で復元するとともに、溶存全炭酸、栄養塩、一次生産、海水の年代等の物質循環を支配する最重要指標を定量的に再現する。この技術を利用し、将来の海洋中深層 CO₂ 隔離を実行する際の判断材料を提供する。

《平成18年度計画》

- ・炭素循環については、赤道太平洋における生物起源炭酸塩沈降粒子の溶解・保存量の把握と堆積物における沈積量変動を解明する。また完新世を対象として、日本周辺海域における温暖化の変動幅と時期的なずれを高時間解像度で復元するために、有孔虫殻の安定同位体比解析、化学組成分析、有機物分析や円石藻解析を行う。

2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

地圏において土壤汚染や資源生成の要因である物質の循環と集積に関する知見を提供するため、地下における水及び熱の循環・集積メカニズムを解明し、土壤汚染に関する情報を整備する。また、地熱、鉱物、燃料等の資源情報を整備するとともに、資源生成に関するデータベースを作成する。

2-(2)-① 土壤環境リスクマップと地熱・鉱物資源データベースの作成

【中期計画（参考）】

- ・土壤に含まれる自然起源及び人為起源の重金属等の汚染物質に関するデータを含む土壤汚染情報を整備することにより、土壤環境リスクマップ2図を作成する。

《平成18年度計画》

- ・市街地と自然環境が共存しモデルフィールドとして適切な宮城地域における表層土壤中の重金属成分の含有量、溶出量調査及びボーリング調査に基づく地質情報の調査を行う。その地質情報及び人為汚染情報をもとに、土壤環境リスクマップを作成するための方法論を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・資源情報を GIS 上で統合することにより地熱情報データベース及び鉱物資源データベースを作成し、資源ポテンシャル評価に関する情報を社会に提供する。

《平成18年度計画》

- ・九州地方（概査域）と大分地域（精査域）における地熱資源評価の手法・事例研究の成果を、統合的に取りまとめて CD-ROM 出版する。アジア地熱シンポジウムを開催し、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）アジア地熱データベースの情報を出版する。
- ・東北地方の GIS 鉱物資源データベースを完成させ、中央アジア地域の地質編集図を完成・印刷するとともに鉱物資源データベースを作成する。また、東アジアの GIS 地質鉱物資源図を完成させ出版する。
- ・米国地質調査所と東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）加盟各国、東北アジア各国の地質調査所との間で行っている広域鉱物資源評価プロジェクトに引き続き参加し、アジアの鉱物資源データを報告書に取りまとめる。また、ラオス国の鉱床調査を行い、同国の資源データを取りまとめる。
- ・骨材資源については、関東・甲信越地方の骨材資源の材質・分布・産状・生産量を報告書として取りまとめる。

2-(2)-② 燃料資源地質情報解析と資源・環境評価手法の開発

【中期計画（参考）】

- ・堆積物の起源及び天然ガスの生成、集積、消費等の実態の解明のため、房総半島～南海トラフ前弧海盆等の燃料鉱床胚胎堆積盆を対象として微生物活動及び堆積作用等に関する地質情報を解析し、堆積盆評価技術の開発を行い、企業等の探鉱指針策定に資する。

《平成18年度計画》

- ・南海トラフ～房総・新潟・韓半島など海陸にわたる堆積盆について、海域の物理探査、陸域の地質調査及び試料分析、掘削情報解析等の結果に基づいて、地質層序・変動解析及び資源ポテンシャル評価に資する情報の収集を行う。南海トラフ域の燃料資源図作成のための素材データのコンパイルを完了する。
- ・水溶性ガス田、関東平野沖積層から採取された堆積物試料について、堆積物の長期恒温培養を行い、微生物によるメタン生成ポテンシャルを評価する。平成17年度に明らかになった経路別に、ラジオトレーサー法により原位置でのメタン生成速度を評価する。また、メ

タン生成に伴う同位体分別の特性と菌種や生成経路との関係を、水溶性ガス田から単離されたメタン菌を培養して明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・地圏における燃料資源開発及び地質汚染等に関する地質環境評価のため、国土及び周辺域を対象として、フィールドに適用が容易な物理探査、地質地化学探査、データ解析等の手法を開発し、それらの手法に基づいて水、熱及び化学種循環系の数値モデルの構築と検証の方法を確立し、新たな地質調査技術を産業界へ普及させる。

《平成18年度計画》

- ・広域的燃料資源ポテンシャル評価を目的として、南海トラフ海域における地震探査による堆積学的検討、熱構造解析、及び熊野海盆の地質調査成果などを集約し、それらをもとに広域的流体流動系を含む地質モデルとして解析する。
- ・比抵抗貫入振動試験（ER-VPT）による液状化の模擬実験を継続し、比抵抗データと地盤の液状化抵抗の定量的関係、及び ER-VPT プローブの振動による影響領域について検討し、液状化ポテンシャル評価の手法として完成させる。
- ・自然電位・比抵抗観測等から流体循環系のモデルを構築・検証する方法について、数値シミュレーションによりさらに改良を行う。また、電気及び電磁気観測の結果を数値モデルに反映させるため、流体を含む岩石の電気物性測定に関する室内試験を継続する。さらに、釜石鉱山の既存坑井を利用した観測を行い、流動変化に伴う電位の変化から岩盤の水理特性を推定する手法について検討を行う。

3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分安全性の確保のため、地質情報に基づいた科学的知見を提供することが期待されている。その実現のために、地震発生、火山噴火のメカニズム及び地下水位の変動メカニズムの解明を目指した調査・研究を実施する。また、都市及び沿岸域における自然災害被害の軽減を目的として、地質環境の調査・研究を実施する。さらに、高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地下深部における地質学的及び水文科学的知見を取りまとめる。

3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

地震防災の観点から重要と判断される活断層に加え、活動度の低い活断層も対象として、活動履歴の調査を行い、活断層の活動性評価を実施する。海溝型地震については、活動履歴を調査し、断層モデルを構築する。活断層深部の状態をより正確に把握するため、断層近辺の構造、物性及び応力に関する調査・研究を進める。

また、大地震発生に関連する地下水及び電磁気的な現象の発生メカニズムを解明するとともに、変化検出システムを構築する。さらに、活断層や地質情報を活用した地震による被害予測の精度を改善するため、地震動予測手法の開発を行う。

3-(1)-① 活断層の活動性評価

【中期計画（参考）】

- ・地震防災の観点から重要と判断される15以上の活断層について、活動履歴、変位量、3次元形状等の調査を実施する。これらの結果を利用してシミュレーションを行い、セグメントの連鎖的破壊の可能性を評価する手法を開発し、主要な活断層における確率論的な地震発生予測を行う。

《平成18年度計画》

- ・基盤の調査観測対象断層帯の追加・補完調査として、富士川河口断層帯、琵琶湖西岸断層帯、石狩低地東縁断層帯など、9断層帯の活動性、活動履歴等の調査を実施する。
- ・大規模断層系のセグメント構造・断層間相互作用を解明するため、糸静線活断層系、パキスタン、インド、中国の地震断層系、トルコ北アナトリア断層の変位地形調査、トレンチ掘削等による活動履歴の研究を行う。
- ・長期的な応力蓄積過程と地震間の応力再分配に基づいて、断層系沿いの初期応力場の不均質性を推定する。その状況で動的破壊伝播・停止過程を再現し、初期応力依存性を明らかにする。
- ・プレート収束境界浅部の断層構造を、反射法地震探査を用いて3次元的に復元し、活褶曲形成のメカニズムや収れん速度等を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・低活動性の活断層及び伏在活断層の調査を行い、その活動特性と地震発生ポテンシャルを評価するための手法として、従来の層序学的手法に加えて物質科学及び地球物理学的な手法を開発する。

《平成18年度計画》

- ・大規模な活断層における地震発生の繰り返しモデルの研究として、富士川河口断層帯等を対象に現地調査を行う。
- ・国内外のいくつかの断層帯を対象として、断層ガウジを用いた断層活動性評価の研究、地震断層の形状と変位量分布の研究、逆断層に伴う地表変形の研究などを行う。

【中期計画（参考）】

- ・全国の主要な150の活断層を構成するセグメントの形態と活動サイクルに関する特徴をまとめ、主要活断層の位置情報を縮尺2万5千分の1の精度で編纂しGIS化する。

《平成18年度計画》

- ・全国の300の活断層（起震断層）について、平成17年度採用の新形式でのデータ入力を完了し、検索機能の

強化と高度化を行った発展版データベースを公開する。また、データベースの GIS 化に向けた断層位置情報の整備を進める。

3-(1)-② 海溝型地震の履歴の研究

【中期計画（参考）】

- ・海溝型地震の予測精度向上に貢献するため、日本周辺海域で発生する海溝型地震の過去1万年間程度までの発生履歴を明らかにする。また、これらの地震発生履歴と津波浸水履歴や海底地質構造等の情報に基づいた津波シミュレーションによる解析とを統合することにより海溝型地震の断層モデルを構築する。

《平成18年度計画》

- ・南海トラフでは静岡県から紀伊半島に調査範囲を広げ、津波堆積物及び地殻変動調査を実施し、歴史地震の多様性と地質学的な記録との対比を試みる。
- ・仙台平野では、869年の貞観津波の浸水域とそれに伴う地殻変動を解明するとともに、同じ規模の地震の履歴の解明を試みる。
- ・北海道東部沿岸では、連動型巨大地震の地殻変動サイクルを明らかにするための調査を実施する。
- ・スマトラ沖地震に関しては、震源域からその北側で地震発生履歴を解明する。
- ・千島海溝域において、海溝斜面の海底堆積物採取と地質構造調査を実施し、活断層やそれを規制する地質構造の把握と地震性堆積物の採取を継続して実施する。また、この海域から日本海溝北部海域及び南海トラフ～相模トラフ海域の海底堆積物中の地震性堆積物の堆積年代を特定する。

3-(1)-③ 地震災害予測に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・関東平野をモデル地域として、第1期に開発した活断層情報を活用した断層モデルの構築手法の高度化を図るとともに、関東地域の地下構造モデルを作成し、震源過程から、不均質媒質中の波動の伝播及び埋没谷などの地表付近の不整形地盤特性を考慮した地震動予測手法を開発する。

《平成18年度計画》

- ・地震動予測の精度向上のため、関東地方の地盤構造モデルのチューニングを行う。
- ・断層モデルの構築手法の高度化として断層の屈曲を計算モデルに取り込み、立川断層系を対象にした破壊過程の計算を行うとともに、この断層系にかかる応力場を考察する。

【中期計画（参考）】

- ・石油備蓄基地及び石油コンビナート施設に立地する石油タンクの安全性評価のため、全国の7地域について、数値シミュレーションによって長周期地震動を予測する。

《平成18年度計画》

- ・新潟地域及び濃尾地域の地下構造モデルの作成を進め

る。秋田地域、庄内地域、大分地域については、地下構造モデル作成のための資料調査を開始する。新潟地域、関東地域、苫小牧地域の長周期地震動シミュレーションを継続または開始し、石油コンビナート地区の長周期地震動の評価を進める。

【中期計画（参考）】

- ・ライフラインの被害予測に貢献するために、断層変位による表層地盤の変位・変形量を数値シミュレーションによって予測する手法を開発する。

《平成18年度計画》

- ・断層運動に伴う表層地盤の変位・変形予測に向けて、深谷断層周辺の表層地盤モデルを平成17年度に取得した物性情報に基づいて作成する。
- ・有限要素法に基づく計算コードの構築を行う。その後、作成した地盤モデルを数値解析コードに直接取り込み、物性のバラツキを考慮した変形解析を行う。これらのほか、平成17年度に作成済の個別要素法解析を用いた断層の進展過程に関する研究を続ける。

3-(1)-④ 地震発生予測精度向上のための地震研究

【中期計画（参考）】

- ・近接断層間、横ずれ断層等の地表兆候の少ない断層周辺地域において地下構造調査を実施し、得られた構造特性に基づき、断層の連続性、変位量及び構造の不均質性を評価する。

《平成18年度計画》

- ・六日町断層あるいは十日町断層について地下構造調査を行い、余震データや地表の地質図と対比可能な地下構造モデルを作成する。存在が推定されている久喜断層周辺の深度500 m 程度までの地下構造を高精度で明らかにする。近接断層の相互関係を評価するための調査法に関する研究と実地調査を行う。断層面の不均質性を物理探査で検出するための基礎実験とデータ解析を続行する。

【中期計画（参考）】

- ・地球物理観測による活断層深部の物質分布の推定及び応力状態評価の手法開発を行う。

《平成18年度計画》

- ・新潟県中越地震震源域の隣接部（中越地域）及び糸魚川静岡構造線で、微小地震観測を継続する。また、中越地域では応力方位測定によって活断層の地下構造と応力場の解明を行うとともに、この地域での地震発生予測モデルのプロトタイプを作成する。中国鮮水河断層周辺域の応力場解明のため、当該断層での応力方位測定を実施する。

- ・古い時代に活動した断層深部の物質について、物質科学的研究から断層深部の応力状態を推定するために、紀伊半島の中央構造線の調査、及び長石の変形構成則の決定のための実験を行う。

【中期計画（参考）】

- ・地震活動の場である地下深部における高温高圧状態を

岩石実験により再現することにより、高温高压下における岩石物性、地震発生過程に及ぼす水の役割及び岩石破壊に伴う電磁気現象を解明する。

《平成18年度計画》

- ・断層深部の物質、応力状態把握のため、断層深部の環境での岩石物性測定手法の開発を継続し、新たに電気伝導度の測定手法を開発する。また断層状態把握のための基礎実験を行い、破壊に至る亀裂成長モデルの高度化を行うとともに、電磁波放射との関係の解明を継続する。

【中期計画（参考）】

- ・地震に伴う電磁気異常の観測システムをノイズ除去手法の改良等により高度化すると同時に、地電流センサの特性を人工信号観測により評価する。

《平成18年度計画》

- ・電磁気観測システムで蓄積されたパルス地電流観測データを用いて、異常信号と地震発生の関係を平成17年度に引き続き調べる。

【中期計画（参考）】

- ・地下水等の変動観測に基づく前兆的地下水位変化検出システムを運用、改良するとともに、観測データ及び解析結果を関係機関に提供し、またこれらデータベースを公開する。さらに、東南海・南海地震対象域に臨時地下水観測点を設置して観測を開始する。

《平成18年度計画》

- ・東南海・南海地震対象域に2点の新規地下水等総合観測施設を設置し、東海の既存地下水観測施設を高度化して両観測網のデータを統合化する。国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆的地下水位変化検出システムを運用する。
- ・平成16年新潟県中越地震に伴う地下水変化を、新潟大学と協力して評価する。
- ・野島断層における第4回注水試験（平成16年12月）結果から、平成7年兵庫県南部地震以降の透水性の時間変化のデータを解析する。
- ・地震に関する地下水観測データベースを引き続き公開するとともに、数値データの関係機関への公開の準備をする。
- ・台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、産総研において第5回ワークショップを開催する。

3-(2) 火山の調査・研究の実施

火山噴火予知及び火山防災に役立つ火山情報を提供するため、活動的火山を対象として噴煙、放熱量等の観測及び地質調査を実施し、火山の噴火活動履歴及び噴火メカニズムを解明する。

3-(2)-① 火山の調査・研究

【中期計画（参考）】

- ・活動的火山の地質調査を行い、噴火活動履歴を明らかにする。これらの成果として火山地質図3図を作成す

るとともに、第四紀火山の噴火履歴及び噴火活動の時空分布に関するデータベースを整備する。

《平成18年度計画》

- ・十勝火山及び樽前火山の火山地質図作成調査、伊豆半島、北関東及び中部九州地域などの火山活動時空分布調査を行う。口永良部島の火山地質図を完成する。完新世噴火カタログを完成し、活火山データベースの一部として公開する。第四紀火山データベースのデータ追加を行う。

【中期計画（参考）】

- ・火山に関する地質学、地球物理学及び地球化学的知見の総合的モデルの構築を図るため、活火山の噴煙、放熱量及び地殻変動などの観測研究、地質調査及び室内実験を実施し、それらによって得られた情報に基づき噴火脱ガス機構、マグマ供給系及び流体流動のプロセスを明らかにする。また、第1期に開発した微小領域分析技術等を火山地域で得られた地質試料分析に適用し、マグマ熱水系における元素挙動を解明する。これらの成果として火山科学図2図を作成する。

《平成18年度計画》

- ・噴煙組成連続観測装置の試作を行う。伊豆大島における電磁気構造探査を実施し、その結果を取り込んだ熱水系発達シミュレーション解析を実施する。減圧発泡実験により、マグマ中のガス浸透率の変化の減圧速度依存性を明らかにする。斑晶解析を行い、マグマの再供給がマグマ溜まりに与える影響を評価する。マグマ供給系の時間発展に関するアナログ実験を行う。全国の主要な火山において火山ガス組成・放出量の観測を、富士山・薩摩硫黄島・口永良部島において地殻変動観測を実施し、火山活動の評価を行う。
- ・SIMS(二次イオン質量分析計)を用い、酸性マグマ活動に関連した東日本花崗岩ジルコンのウラン-鉛年代値を求め、マグマの揮発性成分濃度を推定するため三宅島火山2000年噴火のかんらん石内微小メルト包有物等の水素炭素濃度測定等を行う。また、同位体分別機構の研究を行う。質量分析手法等を駆使し、伊豆半島等においてマグマ近傍化石熱水系の発達過程を解明する。

【中期計画（参考）】

- ・火山体の斜面崩壊危険箇所を物理探査により明らかにするための山体安定性評価技術をデータと評価パラメータの選択により改良し、モデル火山において山体安定性に関する評価図を作成する。

《平成18年度計画》

- ・火山体安定性評価図作成に関し、御嶽火山の高分解能空中磁気探査に向けた観測機材の整備と予察調査を行う。有珠火山地域地球物理総合図の完成に向けて、既存データの編集と解析・解釈を行う。

3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対し、国が

行う安全規制への技術的支援として、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的及び水文地質学的知見を整備し、技術情報としてとりまとめる。また、放射性核種移行評価に向けての研究基盤を確保する。

3-(3)-① 地質現象の長期変動に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・将来にわたる地震・断層活動、火山・火成活動、隆起・浸食の長期変動が地層処分システムに与える影響を評価するために必要な地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

《平成18年度計画》

- ・低活動性断層の評価手法標準化では、断層岩の性状（特に酸化・還元状態を反映した色調）と断層の活動性との関連を解明するために、これまでに調査した断層から得た試料を解析する。断層移動履歴研究では、会津西縁断層を対象に地質・地球物理・水文地質の調査成果を取りまとめる。
- ・複成火山の熱拡散過程研究では、火山性流体の広域分布を検討する。火山体周辺域の水理地質構造では、地球物理探査と既存試錐データ集積により検討する。九州北部では地震波観測による火山深部構造の解析を継続する。
- ・隆起浸食量研究では、海水準変動の直接的影響が及ぶ青森県太平洋岸・四国南岸で、指標地形面編年とボーリング掘削調査によって隆起・浸食量を定量化する。また、関東地方において地殻変動量の小さい内陸部と隆起量の大きい南部での応力場変遷解析によって、微小変形領域のテクトニクス解明のための予備調査を開始する。

3-(3)-② 地質現象が地下水に与える影響に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・将来にわたる地震・火山・熱水活動の長期変動が、地層処分システムの地下水に与える影響を評価するために必要な水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

《平成18年度計画》

- ・深層熱水・地下水活動の予測手法及びその影響評価手法を整備するために、以下の開発等を行う。

1) 地下水系の長期安定性と変動特性に係る調査・評価技術の開発：堆積岩地域においては、断層・構造線が深層地下水系のブロック境界となっている事例を明らかにするために、関東・北陸地方における既存断層周辺の地下水系の調査を行う。結晶質岩地域においては、ボーリング孔において増掘・原位置採水を行い、深層地下水系の安定性に関して補備的なデータを取得する。断層・節理系のうち‘水みち’として機能しているものを特定するための調査法を構築するために、詳細な精密重力探査を行い、その検証のための浅層ボーリング調査を行う。孔井調査では音波検層・VSP 検

層を組み合わせた開口割れ目の評価を行う。

2) 深部流体の広域分布、起源、成因調査による地下水系への影響評価技術の開発：深部流体の広域分布に関する地下水調査を主に北海道地域等において実施する。各種地質環境内に胚胎する深層地下水の起源、成因、滞留時間などについて希ガス同位体も用いて求める。近畿地方における深部流体の空間分布、滞留時間、起源などに関する補完的な調査を実施する。

3) 水質形成機構・長期地下水年代測定・マルチアイソトープによる起源及び混合解析の手法の開発：水質形成機構解明の解析手法の基礎として、北陸地方グリーンタフ地域における深層地下水において、溶存ガス成分を考慮にいたった地下水の熱力学計算コード（PHREEQC）を用いて、シミュレーション解析手法を開発する。ヘリウムを用いた超長期年代測定手法について、各種地層パラメータの評価基準を導入し、様々な深層地下水において試験を行う。亀裂性花崗岩中裂か水の水質データを用い、多変量解析による統計的手法により、各混合成分の水質解析法を提示する。

3-(3)-③ 地質環境のベースライン特性に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・自然状態における地質環境、特に地下施設を建設する前の地質環境を把握するために必要な地質学的、水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

《平成18年度計画》

- ・代表的堆積岩堆積盆地モデルサイトである北関東地区での比抵抗・自然電位・精密重力等の物理モニタリングを開始するとともに、概要調査段階での実施が想定される主要な試験を中心に、室内試験を含む各種試験法の適用範囲及び測定精度について検討を行う。
- ・上記の検討をもとに、350 m 超級堆積岩掘削調査を実施し、掘削による概要調査項目と測定採取手法の現場実証を開始する。また、連続揚水試験による自然地下水位変動のモニタリング検証を行い、地下水流動の予備シミュレーションを実施して、水理モデルの雛型を作るとともに、水理-熱-力学連成解析を整備し、力学連成モデル適用の準備を開始する。
- ・第1期からモニタリング観測を継続している金丸地域の水理モデルについて取りまとめる。

3-(3)-④ 地質環境の隔離性能に関する研究

【中期計画（参考）】

- ・放射性核種移行評価に向けて、地質環境の隔離性能にかかる諸プロセス解明のための実験手法等を整備し、規制当局が行う安全評価を支援できる研究基盤を確保する。

《平成18年度計画》

- ・放射性核種移行評価に向けて、以下の研究を実施する。
 - 1) 厳密解析理論に基づく高精度透水試験を実施する。
 - 2) 岩石の透水係数と弾性波速度等の関係を定量的に評価する。

3) 放射性核種を取り扱える地下実験施設を有するスイス放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA) との共同研究で、地下実験施設から採取した岩石コアの内部空隙構造解析、拡散試験、透水試験及び弾性波速度測定等を分担し、放射性核種を用いた長期的トレーサ試験の設計と予測評価に資する。

4) 模型試験により浸透力 (seepage force) が地層の変形や断層形成に及ぼす影響を定量的に評価する。

5) 非晶質の生成及び元素の挙動を Si-Al-Fe-Ca 系に U、Se、Ce、I を加えて検討するとともに、NO₃、Cl の収着や多元素の収着阻害などの影響について検討を行う。

6) 嫌気性微生物または人工バリアの腐食産物である磁鉄鉱等の鉄酸化物の触媒作用により還元沈殿した放射性核種(特にウラン)が、硝酸を電子受容体にした嫌気性微生物による酸化作用により再溶解する可能性について研究する。

3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施

自然災害に強い産業立地に必要な情報を国・地方公共団体等に提供するため、都市平野部及び沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を実施するとともに、生態系も含む環境変遷及び物質循環の研究を進め、都市及び沿岸域の自然や人為による地質環境変化を解明する。

3-(4)-① 都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査研究

【中期計画 (参考)】

- ・大都市の立地する平野部及び沿岸域を構成する地質層序及び地質構造の実態を把握するため、ボーリング調査及び物理探査等を実施する。沖積層に関する物理探査については、地中レーダー及び浅海用の音波探査を用いて数10 cm の地層分解能探査を行う。これを基にして、関東平野を中心とした標準地質層序の確立、地質構造モデルの確立及び岩石物性値を含む3次元平野地下地質情報の整備を行い、都市近郊を対象にした重力異常図及び重力基盤図を各1図作成する。

《平成18年度計画》

- ・関東平野中央部地下において、ボーリング調査、コア試料の総合解析及び反射法探査を実施し、当地域地下の更新統の層序及び地質構造モデルを構築する。
- ・沖積層については中川低地を中心に、ボーリング調査、コア試料解析、物理探査、地質調査資料の収集・整備を行い、ボーリングデータベースの更新、3次元地質・堆積モデルと物性モデルの構築、並びに地震動特性評価の詳細化を進める。
- ・平成17年度に開発したマルチチャンネル音波探査受信装置を用いて、沿岸・汽水域における探査実験を継続して行い、更なる探査手法の性能向上を図る。
- ・表層地層探査装置のデジタルコンパクト化及びコンパクトサイドスキャンソーナーの実用化を進め、沿岸・

汽水域の調査手法の性能向上を図る。

- ・仙台平野や九十九里平野の沖積層において地中レーダー探査を行い、土地条件による探査記録の多様性を調査する。また、水上や氷上での探査実用化のための技術開発を新たに行う。

【中期計画 (参考)】

- ・アジアの沿岸平野において、地下地質構造と標準地質層序の確立のために、現地研究機関と共同で沖積層に関する沿岸地質情報を整備する。
- 《平成18年度計画》
- ・アジアデルタプロジェクトを推進し、標準化に向けこれまでのアジア沿岸平野での調査結果の解析を進めるとともに、環境変化に関連する研究を推進する。また、沖積低地の地質と沿岸環境変化に関して、カンボジア及びベトナムと共同調査を行う。

3-(4)-② 沿岸域の環境変遷及び物質循環の研究

【中期計画 (参考)】

- ・沿岸域の生態系を含む環境変遷を明らかにするため、湖沼及び沿岸域堆積物の同位体組成及び食物連鎖等の物質循環の情報を集積することにより、10～100年スケールの過去の生態系構造推定手法の開発を行う。またサンゴ礁海域の水質、流況及び生物の解析によりサンゴ礁環境変遷を解明するとともに、サンゴ骨格の同位体分析等の物質循環研究により過去200年間の環境変動を明らかにする。

《平成18年度計画》

- ・生態系の基礎である一次生産者が大型植物である沿岸域生態系における、物質循環の構造を検討する。
- ・沖縄県石垣島の石西礁湖中央部をモデル海域として、塩分、濁度等の水質観測と底質採取分析を行い、環境モニタリングの基礎データを集積する。また、小笠原産サンゴ骨格中の鉛等の重金属元素の長期変動を解明する。さらに、九州近海のサンゴ試料を用いてサンゴ礁分布の縁辺域でのサンゴ骨格記録の研究手法を検討する。

【中期計画 (参考)】

- ・沿岸域の環境保全と生物生息場の環境改善のための基礎情報とするため、海岸生物相調査データ、水温等の物理環境観測データを集積し、データベースとして整備し、提供する。

《平成18年度計画》

- ・有機物濃度の指標として日本で独自に用いられてきたCOD (Mn) (マンガン酸化法による化学的酸素要求量) が適切な指標であるかを再検討し、問題点、改善点を整理する。
- ・海岸生物調査及びマリンラボ連続観測を継続し、生物相変遷データや気象・海象に関する物理環境データをWebで公開する。

【中期計画 (参考)】

- ・海域の物質循環及び人為汚染評価の基礎情報とするた

め、堆積物及び土壌の化学成分調査に基づき、日本沿岸地球化学図及び東京湾岸精密地球化学図を作成する。《平成18年度計画》

- ・九州～中国地方（日本海）の沿岸海域底質の採取と海域地球化学図作成システムを整備する。東京湾岸精密地球化学図作成のための試料を採取・分析する。

4. 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火等の自然災害時には緊急の対応が求められることから、災害発生時やその予兆発生時には、緊急の地質調査を速やかに実施する。

4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、社会的要請に応じて緊急の組織的な地質調査が求められることから、緊急の地質調査を実施するとともに、必要な地質情報を速やかに発信する。

4-(1)-① 緊急地質調査・研究の実施

【中期計画（参考）】

- ・地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、地質の調査に関連する研究ユニット等が連携して緊急調査本部を組織し、社会的要請に応じて緊急の調査及び研究を実施する。同時に、国及び地方公共団体等に対し、災害の軽減に必要な地質情報を速やかに発信する。

《平成18年度計画》

- ・地震・火山噴火、地すべり、地盤沈下等の大規模な自然災害発生に際して、緊急調査実施体制のもと、必要な調査・研究を実施することによって正確な地質情報を収集し、これを発信することで社会及び行政のニーズに応える。
- ・緊急調査実施体制の構築に必要なマニュアル類の整備・改訂を行い、機動的対応が行える体制を維持する。

5. 国際協力の実施

産総研のこれまでに蓄積した知見及び経験を活かし、アジア太平洋地域を中心とした地質に関する各種の国際組織及び国際研究計画における研究協力を積極的に推進する。

5-(1) 国際協力の実施

アジア太平洋地域において、産総研が有する知見を活かした国際協力が期待されることから、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）、国際地質調査所会議（ICOGS）等の国際組織及び国際研究計画に参画するとともに、アジア太平洋地域において地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を推進する。また、統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）に積極的に参画する。

5-(1)-① 国際協力の実施

【中期計画（参考）】

- ・東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）、

国際地質調査所会議（ICOGS）、世界地質図委員会（CGMW）、国際地質科学研究計画（IGCP）等の国際機関の活動及び国際研究計画を主導するとともに、これらを通じたプロジェクト、シンポジウム等の実施により国際研究協力を図る。特にアジア太平洋地域の地質情報整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境の保全及び資源探査に関する国際研究協力を推進する。

《平成18年度計画》

- ・東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）との協力では、ジオグリッド、小規模鉱山（CASM）、地下水、地質災害軽減、デルタ、地質情報などのテーマについて、専門家会議やセミナー開催の中心的役割を産総研が果たすなど、先導的にプロジェクト展開を行う。
- ・国際地質調査所会議（ICOGS）については、ニューズレターの編集などを通じてアジア太平洋地域の地質調査機関との連絡を密にする。
- ・世界地質図委員会（CGMW）、国際地質科学研究計画（IGCP）については、各研究テーマの委員会やシンポジウム等に代表を派遣してそれらの活動を推進する。
- ・平成17年度に設けた国際惑星地球年（IYPE）の国内事務局を運営し、外部団体と協力して活動支援を行う。
- ・IGCP-475「DeltaMAP」、CCOP DelSEA プロジェクトを推進するとともに、これらの合同会議を第4回国際デルタ会議としてバングラデシュのダッカで平成19年1月に主催し、事務局を務める。また同研究に関連するセッションを、平成18年8月に福岡で開催される第17回国際堆積学会で開催する。

【中期計画（参考）】

- ・地球内部を知りその変動の歴史を探る国際研究プロジェクトである統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）に貢献する。

《平成18年度計画》

- ・統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）の推進を目的として、日本地球掘削科学コンソーシアムとの緊密な連携のもと、国内外の委員会に研究職員を委員として出席させて運営の一翼を担う。また産総研が分担すべき役割について、学術的及び運営面の両面から検討を継続する。
- ・IODPの調査航海に対しては、所内での調整を行って積極的に乗船研究者を派遣する。

【別表3】計量の標準（知的基盤の整備への対応）

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持、強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全・安心の確保に貢献するために、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究、開発、維持及び供給及びこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行

う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たす。

具体的には、経済構造の変革と創造のための行動計画（平成12年12月1日閣議決定）、科学技術基本計画（平成13年3月30日閣議決定）及び産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議知的基盤整備特別委員会中間報告（平成11年12月）の目標、方針、その後の見直しに基づいて、計量標準（標準物質を含む。以下同じ。）の開発、維持、供給を行う。計量標準、法定計量に関して国際基準に適合した供給体制を構築して運営し、国家計量標準と発行する校正証明書及び法定計量の試験結果の国際相互承認を進めるとともに、我が国の供給体系の合理化を進める。戦略的な計量標準に関しては、先端技術の研究開発や試験評価方法の規格化と連携して一体的に進めつつ、加速的に整備し供給を開始する。また我が国の合理的、一体的な計量標準供給体系、法定計量体系の構築とその運用及び戦略的な計量標準の活用に関して、経済産業省に対して政策の企画、立案の技術的支援を行う。

1. 国家計量標準システムの開発・整備

2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために、国際通商に必要な国家計量標準と産業のニーズに即応した計量標準を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な計量標準については、基本的な計量標準を開発するとともに高度化して利用を促進し、同時に標準供給の確実な実施とトレーサビリティ体系の合理化を行う。産業の競争力強化や国民の安全・安心確保のために緊急に必要な計量標準に対しては、ニーズに即応して機動的に開発し、柔軟な体制のもとでユーザに供給する。適確な標準供給を確保するために、計量標準の供給・管理体制を強化するとともに、高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して技術的な面から支援を行う。また、技術進捗や認定事業者の技術力向上の観点から経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

1-(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

【中期計画（参考）】

・我が国経済及び産業の発展等の観点から、計量標準の分野ごとに計量標準の開発、維持、供給を行い、新たに必要とされる140種類の計量標準を整備して供給を開始する。より高度な社会ニーズに対応するため、供給を開始した計量標準のうち150種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。供給体系の合理化を進めて計量標準の適切な維持、供給を実施する。計量標準の供給体制の国際整合化を進めるため、136種類の計量標準について、ISO/IEC 17025及びISO ガイド34に適合する品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。グローバル MRA の枠組みの中で、我が国の国際比較への

参加を企画、管理し、基幹比較、補完比較、多国間比較及び二国間比較等107件の国際比較に参加する。品質システムの審査に関しては海外の計量技術専門家による国際査察を企画、管理する。我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画、管理し、110種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・第2期の目標を達成するため、平成18年度は35種類以上の新たな標準の供給を目指す。
- ・校正サービス、標準物質頒布を通じて、計量標準の供給を確実にを行う。
- ・計量標準の普及と供給体制整備を支援するために、計量に関わる研修を行う。
- ・継続的・安定的な標準供給体制の構築と国際基準への適合性を確保するために、ISO/IEC 17025及び/または ISO ガイド34に適合した品質システムの運用を継続する。
- ・平成18年度には新たに17以上の品質システムの運用を開始する。
- ・ISO/IEC 17025または ISO ガイド34の適合性証明については、年度末までに新たに3種類以上のASNITE-NMI 認定審査・認定を目指す。

1-(1)-① 長さ分野

【中期計画（参考）】

- ・長さ分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している24種類の計量標準のうち10種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・二次元回折格子について校正範囲を拡大し、リニアスケールや固体屈折率の標準の開発を進める。さらに、高度な測長体系（目標精度；2 nm から2 μm）を確立するために、フェムト秒光コム周波数を利用した長さ測定技術の開発を進める。

【中期計画（参考）】

- ・7種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・真円度と二次元回折格子の品質システムを構築する。また、4件の標準に関してピアレビューを受ける。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して10件に参加し、5種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・距離計、線幅、ボールプレートなどの国際比較を実施し、面内方向スケールについては国際比較の幹事を務める。

1-(1)-② 時間・周波数分野

【中期計画（参考）】

- ・時間・周波数分野では新たに1種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している6種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・時間・周波数分野においては、すでに供給を開始している計量標準のうち、周波数と広帯域光周波数の供給の不確かさを低減させ、さらに新しいレーザ波長標準器を普及させて供給手法の高度化を実現する。

【中期計画（参考）】

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・(平成18年度計画なし)

【中期計画（参考）】

- ・4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・1種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC の登録の申請を行い、2種類について CMC 登録のための準備を進める。

1-(1)-③ 力学量分野

【中期計画（参考）】

- ・力学量分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している18種類の計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・分圧標準の供給、超高压力標準の整備立ち上げを行う。質量分野では、大質量分銅(2トン・5トン)校正の高精度化のため質量比較器を開発するほか20 kg 以下の分銅の特性評価の効率化を行う。力分野では、20 kN 力標準機の効率化改修を行う。トルク分野では、トルクレンチ校正の範囲上限を1 kN・m から5 kN・m にまで拡大するほか、小容量トルク標準機に必要な要素技術の検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・6種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・分圧標準の品質システムを構築する。また、気体低圧力(微差圧)標準の JCSS 化を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して14件に参加し、7種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)

の登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・APMP 微差圧基幹比較を幹事所として継続実施する。APMP 真空基幹比較を幹事所として実施する。力分野の APMP.M.F-K4基幹比較の幹事所として仲介者の持ち回りを継続して行うほか、CCM.F-K3基幹比較に参加し測定を行う。

1-(1)-④ 音響・超音波・振動・強度分野

【中期計画（参考）】

- ・音響・超音波・振動・強度分野では新たに6種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している11種類の計量標準について供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・空中超音波領域(20 kHz~100 kHz)では、引き続き”無響箱”の性能評価と必要な改良を行い、高周波領域における標準マイクロホン校正技術を確立する。

- ・低周波音響(1-20 Hz)についても、ピストンホンによる校正装置の評価の改良を行い、低周波領域におけるマイクロホン校正技術を確立する。

- ・ハイドロホン感度校正については、低域側を0.1 MHz、高域を40 MHz まで拡大する。また、振動子出力校正についても、パワー上限を20 W まで拡張する。

- ・高出力超音波応用の各種ニーズに応えるため、光ファイバを応用した堅牢な高出力超音波音場計測用デバイス開発、50 W 以上の超音波パワー測定に必要な研究、及びキャビテーション発生量定量計測技術の研究を開始する。

- ・高周波領域での校正範囲を拡大し、10 kHz までの校正を開始する。E-trace 技術を用いて、安価な校正技術を開発する。振動加速度校正事業者の認定に関わる諸業務を行う。

- ・ロックウェル、ピッカース、ブリネルの各硬さ標準供給を経常的に行う。硬さ校正事業者の認定に関わる諸業務を行う。ピッカース硬さ地域国際比較の幹事所を務め、報告書を発行する。

- ・微小硬さの変位測定装置の改良を行い、妥当性を検証する。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・超音波音場プロファイル(インテンシティ)校正を依頼試験で開始する。

- ・平成17年度に供給開始した標準について、品質システムの構築を行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して5件に参加し、2種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の

登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・APMP 基幹比較 APMP.AUV.A-K1の最終レポートを完成させる。

1-(1)-⑤ 温度・湿度分野

【中期計画（参考）】

- ・温度・湿度分野では新たに7種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している28種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・比較黒体炉（100～420℃）など、2種類の新たな標準供給を開始する。
- ・低温用白金抵抗温度計など、2種類の標準について範囲拡大や不確かさの低減を行う。

【中期計画（参考）】

- ・8種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・1種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して17件に参加し、13種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・露点など6種類の国際比較に参加する。

1-(1)-⑥ 流量分野

【中期計画（参考）】

- ・流量分野では新たに2種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準のうち3種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・平成17年度に整備した設備の不確かさ評価を行い、必要な改良を加えて整備を完了する。気体流量の分野では、 $3 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{h} \sim 1000 \text{ m}^3/\text{h}$ の範囲において標準の維持管理を行い、供給体制の維持に努める。
- ・液体流量分野では既に供給を開始している4種類の計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・中期計画に基いた流量標準及び体積標準の供給を産業界のニーズに合わせて行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して3件に参加し、1種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・気体中流量（継続）、気体小流量（新規）において国際比較の幹事所を努める。

1-(1)-⑦ 物性・微粒子分野

【中期計画（参考）】

- ・物性・微粒子分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している10種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・新たに3種類の標準（低温熱膨張、熱伝導率、低温比熱容量）の供給を開始、また1種類の標準（中温熱膨張）に関して依頼試験を行うと共に頒布する成果普及品を増やすなど供給形態の変更を行う。
- ・圧力比体積温度関係（PVT）性質の依頼試験業務を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・11種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・高温比熱容量と薄膜熱拡散率の品質システムを構築する。
- ・圧力比体積温度関係（PVT）性質の校正業務を行うための品質マニュアルの技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して4件に参加する。

《平成18年度計画》

- ・測温諮問委員会熱物性作業部会（CCT WG9）においてレーザフラッシュ法による熱拡散率に関する国際比較の予備測定（Pilot comparison）をパイロットラボとして開始する。

1-(1)-⑧ 電磁気分野

【中期計画（参考）】

- ・電磁気分野では新たに13種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している20種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち13種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・交流電圧など新たに2件の標準を立ち上げ、供給を開始する。また、既供給標準について校正技術の高度化を行い、キャパシタなど5件の標準に関して、供給範囲の拡大を行う。

【中期計画（参考）】

- ・16種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。
《平成18年度計画》
 - ・交流電力について品質マニュアルの作成を行い運用を開始する。
【中期計画（参考）】
 - ・国際比較に関して4件に参加し、9種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。
《平成18年度計画》
 - ・基幹比較等の要請があれば積極的に参加する。
- 1-(1)-⑨ 電磁波分野
- 【中期計画（参考）】
 - ・電磁波分野では新たに12種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している15種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち7種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。
《平成18年度計画》
 - ・高周波電力とインピーダンスにおいて3種類の標準を新たに供給開始し、アンテナなど5種類の標準の拡張を行う。
【中期計画（参考）】
 - ・13種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。
《平成18年度計画》
 - ・高周波電力と雑音、及びホーンアンテナの品質システムの技術部分を構築する。
【中期計画（参考）】
 - ・国際比較に関して5件に参加し、8種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。
《平成18年度計画》
 - ・高周波電力では APMP 国際比較の幹事国として参加し、ループアンテナは2国間比較を実施する。3.5 mm 同軸インピーダンスの CCEM 基幹比較に参加する。ホーンアンテナの2国間比較を実施する。
- 1-(1)-⑩ 測光放射レーザー分野
- 【中期計画（参考）】
 - ・測光放射レーザー分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち11種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。
《平成18年度計画》
 - ・新たにレーザーパワー（1.06 μm ）、光ファイバ減衰量（基準レベル500 mW）の2種類の標準供給を開始し、可視領域レーザーパワー標準の供給範囲拡張を行う。
- 【中期計画（参考）】
 - ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。
《平成18年度計画》
 - ・レーザーエネルギー（1.06 μm 、10 mJ）に対して品質システムの技術部分を構築する。
【中期計画（参考）】
 - ・国際比較に関して6件に参加し、4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。
《平成18年度計画》
 - ・レーザーパワー、光ファイバパワー、光度、光束、分光応答度の5件の国際比較に参加をする。
- 1-(1)-⑪ 放射線計測分野
- 【中期計画（参考）】
 - ・放射線計測分野では新たに4種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち6種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。
《平成18年度計画》
 - ・放射線計測分野において、新たに1種類の標準供給を開始するとともに、軟 X 線・中硬 X 線の ISO 規格化を行う。 γ 線については、空気カーマの範囲拡大を行う。また、放射性ガスの新しい標準を1件立ち上げるとともに、中性子エネルギー2.5 MeV の中性子フルエンス標準の立ち上げを行う。
【中期計画（参考）】
 - ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。
《平成18年度計画》
 - ・放射能面密度及び放射性ガスの2件の計量標準に関して、技術マニュアルを整備し、品質システムに沿った標準供給を開始する。
【中期計画（参考）】
 - ・国際比較に関して10件に参加し、10種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。
《平成18年度計画》
 - ・放射線計測分野において、中硬 X 線標準、放射性ガス及び熱中性子フルエンス率の国際基幹比較に参加する。
- 1-(1)-⑫ 無機化学分野
- 【中期計画（参考）】
 - ・無機化学分野では新たに29種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している56種類の計量標準のうち38種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・スキャンジウム標準液等の新規標準2種の調製法及び測定法の開発を完了し、RoHS 指令対応の重金属分析用プラスチック標準物質について新規の樹脂種のを供給する。
- ・有機水銀分析用生物標準物質や PCB 分析用鉍油標準物質等、4種類の標準物質の供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・24種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・有機水銀分析用生物標準物質や PCB 分析用鉍油標準物質等、4種類の標準の品質システムの技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して13件に参加し、33種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・既存の標準あるいは新規に開発する標準に関連する国際比較に3件以上参加する。

1-(1)-⑬ 有機化学、バイオ・メディカル分野

【中期計画（参考）】

- ・有機化学、バイオ・メディカル分野では新たに29種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している112種類の計量標準のうち40種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・有機分析分野において新たにベンゾ-a-ピレン、イオウ標準液(低濃度)などの3種類程度の標準の供給を開始し、一酸化炭素、二酸化炭素等標準ガスなど8種類程度の標準の高度化を行う。
- ・既存の計量標準のうち JCSS 標準用の高純度標準物質8種類程度の標準について、不確かさの向上等の高度化を行う。
- ・国民の安全・安心に関わる分野の各種技術規制等における正確計量の要求に即応するため、食品安全分野、環境分野及び健康（医療）分野等において、民間研究機関や他府省傘下の研究機関との連携を図り、計量標準の効率的な整備と供給体系の構築に着手する。

【中期計画（参考）】

- ・25種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・イオウ標準液など3種類の標準について、品質システムの技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して13件に参加し、14種類の計量標準に

関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成18年度計画》

- ・ヘキサン標準ガス調製、窒素中ヘリウムの国際比較等に2件以上参加する。

1-(1)-⑭ 先端材料分野

【中期計画（参考）】

- ・先端材料分野では新たに7種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成18年度計画》

- ・新規 Electron Probe Micro-Analysis (EPMA) 用標準物質ステンレス鋼及びインバー合金2種類、及び高分子材料空孔標準物質1種類の開発を行う。EPMA 用鉄-炭素合金標準物質では高度化を行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して3件に参加し、7種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・TCQM/APMP の SiO₂膜厚の国際比較においてデータの取りまとめを行う。

1-(1)-⑮ 熱量分野

【中期計画（参考）】

- ・熱量分野ではすでに供給を開始している1種類の計量標準の維持・供給を継続する。

《平成18年度計画》

- ・特定標準器であるユニケルス式流水型熱量計の維持管理を行い、適切な標準供給を可能とする。また基準流水型熱量計の検査依頼があれば、適宜対応する。

【中期計画（参考）】

- ・品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成18年度計画》

- ・標準供給の的確な実施、供給手順の透明化、技術継承の目的で、品質システムの技術部分に関する作業マニュアルの作成を継続する。特に流量測定の実現性向上のため、測定精度について再検討する。

1-(1)-⑯ 統計工学分野

【中期計画（参考）】

- ・統計工学分野では計量標準の開発、維持、供給、比較における不確かさについて共通的な評価手法を開発するとともに整備し、文書発行、講習会開催などにより校正事業者、認定機関への成果普及を図る。

《平成18年度計画》

- ・不確かさと確率分布の伝播則の適用において、入力量の確率分布の適切な選択方法を提案する。
- ・歯車測定器のトレーサビリティ確立の支援のため、モ

ンテカルロ法を利用した歯車測定の不確かさ評価を行う。

- ・不確かさ評価の技術支援、普及啓蒙活動を継続するとともに、中級者向け不確かさ講義プログラムを開発する。

1-(2) 計量標準政策の提言

【中期計画（参考）】

- ・技術進歩や認定事業者の技術力向上の観点から、開発課題を特定し、標準供給の体系と体制を見直して提言をまとめる。

《平成18年度計画》

- ・標準供給のあり方について、引き続き計量業務委員会・物理標準分科会・化学標準分科会を定期的に開催する。また、知的基盤特別委員会に計量標準の整備方針、整備計画について提案する。

1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

【中期計画（参考）】

- ・適確な計量標準の供給を行うための人員体制の強化を着実に進める。また標準供給に関わる業務について、適切に職員を評価するための評価軸を設定する。

《平成18年度計画》

- ・品質マニュアルの運用、特に訓練プログラム等を利用して、計量標準の供給業務の OJT を進め、要員の技能向上、供給体制の強化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・構築した品質システムの運営を継続し、定期的な監査により品質システムに則した標準供給の実施体制を確保するとともに、品質システムの高度化、合理化に努める。

《平成18年度計画》

- ・内部監査等、品質システムの運用を着実に進める。対象品目の増加に伴い、内部監査やマネジメントレビュー等の運用方法の効率化を進める。また、外部審査の頻度を見直した効率的な品質システムの再審査を確実に実施する。

1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

【中期計画（参考）】

- ・計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験を行うとともに技術基準の作成を行う。

《平成18年度計画》

- ・計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するため JCSS 認定（登録）に係る認定申請書類の技術審査、現地審査のための技術アドバイザーの派遣、及び、技能試験における移送標準器の校正（参照値の導出）を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技

術的な面から支援するために、計量法に基づいて極微量物質の分析を行う事業者に対して、事業者の認定に係る技術面のサポート（技術的問題点を検討する技術委員会等への参画、協力）及び事業者の技術能力を審査するために必要な試験試料の設計と調製及びその値付け（参照値の導出）と技能試験結果の合理的な判断基準を確立する。

《平成18年度計画》

- ・事業者認定更新作業を完成させるとともに、知的基盤課とも打ち合わせ中の計量法修正事項に関して MLAP スキームの見直しをはかる。また次期技能試験を開始する。
- ・昨年 ISO 総会で正式に採択された2件の国際標準化活動を継続し、10月にケープタウンで開催される ISO 総会において委員会ドラフトとして提案する。また JIS 委員会を継続する。

2. 特定計量器の基準適合性の評価

特定計量器の検定に関して、品質システムを構築して業務を確実に実行し、計量器内蔵のソフトウェアの基準作成とそれへの適合性評価技術を開発する。法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して、法定計量の政策と体系の設計に関して政府への提言をまとめる。

2-(1) 法定計量業務の実施

【中期計画（参考）】

- ・基準器検査、型式承認試験、型式承認審査等の技術業務を、品質システムを構築して適正に実施するとともに、新たな計量技術を開発、導入して効率化、高度化を図る。

《平成18年度計画》

- ・型式承認・試験、基準器検査及び依頼試験を適正に実施する。これらの業務を円滑に且つ適切に実施するため、品質システムを整備し運用する。

2-(2) 適合性評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・計量器内蔵ソフトウェア、計量器要素モジュール及び新たな計量器の適合性評価技術確立などの研究開発を行い、技術基準を作成する。

《平成18年度計画》

- ・認証対象機種を拡大する。自動はかりのソフトウェア認証に関する情報収拾を行う。

2-(3) 法定計量政策の提言

【中期計画（参考）】

- ・政府機関、地方機関、計量団体、計量器工業界及び外国機関等に対して最新の計量技術情報を提供するとともに、所轄政府機関と連携して、これらの機関の実施する適合性評価の整合性を図る。

《平成18年度計画》

- ・引きつづき経済産業省で進める計量法改正作業を支援する。計量行政審議会計量制度分科会などに、新たな

制度の提案を行う。特定計量器の技術基準の改訂案の作成に協力する。計量行政会議に関連して、都道府県への技術支援を行う。特定計量器技術基準に対し、基準の作成・立案に協力する。

2-(4) 法定計量体系の設計

【中期計画（参考）】

- 我が国の法定計量システムの国際統合化を図るとともに、法定の技術基準の JIS 化、新たな計量器の規制のための指針を作成する。

《平成18年度計画》

- 引きつづき特定計量器技術基準のうちガスメーター、自動車等燃料油メーターの国際統合化を図る。また、これにあわせ検則 JIS 化を促進させる体積計の JIS 原案作成に協力する。
- 国際整合性を確保し、新しい技術を取り込むとの観点から、特定計量器の技術基準を JIS 化する作業を進め、今年度は具体的に4機種について JIS による技術基準を実施し、3機種の JIS の制定、15機種の JIS 原案素案作成に協力する。
- 法定計量体制の国際統合化に向けて、基準適合性証明書を相互に認め合う MAA (Mutual Acceptance Arrangement) のためにピアアセスメント受け入れ等の実施体制の整備を行う。

3. 次世代計量標準の開発

国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮するため、秒の定義やキログラムの定義等を改定する革新的な計量標準の開発を世界に先駆けて行う。また産業界や大学のニーズに機動的に対応するために、IT 技術等を活用した先導的標準供給技術の開発を行う。

3-(1) 革新的計量標準の開発

光周波数領域で実現される新しい超高精度の時間周波数標準、特定の器物に依存しない物理的に定義された新質量標準、新たに国際的に合意された高温度の標準等、革新的計量標準を世界に先駆けて開発するとともに、これらの成果をいち早く国内の標準供給に反映させ、また標準の開発において得られた要素技術を先端技術開発に反映させる。

3-(1)-① 光周波数領域における時間周波数標準の開発

【中期計画（参考）】

- 秒の定義の改定にむけて、光周波数領域での周波数標準技術を確立することを目的として、可視領域での光周波数標準器を開発し、 10^{-14} 台の不確かさの実現を目指す。併せて、その性能評価を行うために必要な光周波数測定技術及び時刻比較技術を確立する。

《平成18年度計画》

- 光格子時計の基準スペクトル線を観測するためのレーザー防振装置を開発し、同レーザーの性能評価を行う。
- 東京大学と連携して Sr 光格子時計の周波数測定実験をさらに進め、想定外の不確かさ要因の有無など、標

準器としてのポテンシャルを探る。

- 長時間の光周波数計測を可能にするためにモード同期ファイバレーザによる光コム装置を開発する。

3-(1)-② アボガドロ定数に基づく新質量標準の開発

【中期計画（参考）】

- 国際単位系の基本単位の一つであるキログラムの定義を物質量によるものに改定することを目標とし、国際共同プロジェクトを介して、同位体濃縮した数 kg のシリコン単結晶を作製し、2009年度までにアボガドロ定数を $2\sim 3 \times 10^{-8}$ の不確かさで決定する。

《平成18年度計画》

- シリコン結晶の密度、質量、表面などの計測精度を更に向上させるとともに、単結晶シリコン球体の直径及び質量の持ち回り比較測定を行い、国際プロジェクト参加機関での測定能力の同等性を評価する。
- 同位体濃縮を終えたフッ化シリコンガスをロシアで化学精製し、これを材料としてドイツ IKZ において 5 kg の同位体濃縮シリコン単結晶が製造されるよう国際プロジェクトを運営する。

3-(1)-③ 放射温度計及び抵抗温度計領域における新しい高温標準の開発

【中期計画（参考）】

- 2010年頃に予定されている国際温度目盛改訂への反映を目指し、金属炭素共晶の融点を温度定点として利用する技術を開発して、現行の高温標準の精度を1桁以上向上させ、3000 °Cまでの放射温度標準を確立する。

《平成18年度計画》

- 平成19年度に予定されている Pd-C (1492 °C)、Co-C (1324 °C)、Fe-C (1153 °C) の供給開始に向け、実験・理論的検討を行う。また、2500 °C以上の定点を実現する金属炭化物-炭素共晶点の開発を進める。
- 熱力学温度測定技術確立に向け放射計の安定性を現状レベル（長期ドリフト1 °C）の1/10まで向上させる。

【中期計画（参考）】

- 現在の国際温度目盛による上限温度962 °Cを1085 °Cにまで拡張するために、白金抵抗温度計による高温目盛を開発する。

《平成18年度計画》

- 白金抵抗温度計の絶縁体の電気特性を評価し、その結果を踏まえた高温用白金抵抗温度計の開発・評価を行う。
- 白金抵抗温度計による高温目盛の開発のための基礎データを取得するための装置である、放射温度計と白金抵抗温度計とを比較する模型比較炉について、平成18年度に製作及び炉の立ち上げを行い、平成19年度以降に962 °C～1085 °Cの間の白金抵抗温度計の温度-抵抗値特性の試験を本格的に行う。

3-(1)-④ 新しい計量標準要素技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・化学、バイオ・メディカル計量標準の分野で、DNA、タンパク質等に関して国際単位系へのトレーサビリティの確保を目指し、物質標準委員会（CCQM）、臨床検査医学におけるトレーサビリティ合同委員会（JCTLM）等が進める国際的な研究開発を主導する計測要素技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・C 反応性タンパク質（CRP）についてアミノ酸分析法と窒素分析法を用いる濃度測定法を確立し、認証値決定に用いる測定法を決定する。
- ・尿素について認証値決定に必要な純度測定法や不純物の定量法を決定する。

3-(2) 産業界ニーズに対応した先導的開発

ユーザの利便性を増進するため、インターネット技術を駆使した先進的標準供給システムを構築し、周波数を始めとするいくつかの量で実用を開始するなど、産業界ニーズに対応する。

3-(2)-① 標準供給技術の高度化

【中期計画（参考）】

- ・GPS 衛星信号を活用した周波数標準の供給や安定な移送標準器を開発することにより、産総研に設置されている一次標準器から精度劣化を最小限にして産業界や社会に高い精度で標準供給する技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・産業界の最終ユーザに迅速かつ効率的に標準供給をおこなう新たな手法確立のために、海外での周波数標準の e-trace 供給技術実証、また、フェムト秒光コム距離計の実用化とその高精度化、光ファイバによる長さの遠隔校正技術の実証実験、インダクタンスの遠隔校正、放射線の遠隔校正の実証実験を行う。
- ・GPS による周波数の遠隔校正に関してピアレビューを実施し、JCSS 化を目指す。

3-(2)-② 水の大流量標準の開発と供給

【中期計画（参考）】

- ・原子力発電の安全性確保に必要な計測標準技術として、不確かさ1%以下で12,000 m³/h 以上の大流量標準の開発を行う。

《平成18年度計画》

- ・建設が完了した大型試験設備において、流量12,000 m³/h、温度70℃で安定な標準流量が発生し、原子力発電所で用いる流量計の校正が行えることを確認する。

4. 国際計量システムの構築

先進各国の計量標準機関とグローバルな競争、協調関係を作り、またアジアを中心とした計量標準機関との協力関係を強化する。

4-(1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

国家計量標準の同等性に関する国際相互承認体制（MRA）及び計量器の技術基準の同等性に関する国際相互受入取り決め（MAA）を発展させる活動に率先して取り組む。また、先端産業技術を支援する戦略

的な計量標準に関しては先進国の計量標準研究所との競争と協調のもとに効率的に開発を進める。特に、環境、医療、バイオ関連等、進展の早い標準技術に関しては国内対応体制を強化する。

4-(1)-① メートル条約活動におけるプレゼンスの強化【中期計画（参考）】

- ・メートル条約の国際度量衡委員会（CIPM）、同諮問委員会委員、作業部会において議長・委員を引き受け、活動に主導的に寄与する。

《平成18年度計画》

- ・CIPM 委員（CCM 議長）を引き続き支援すると共に、各 CC 及び傘下の WG の幹事など、適切な数の役職を確保し、活動に貢献する。

【中期計画（参考）】

- ・地域計量機関（RMO）と国際度量衡局（BIPM）の合同委員会（JCRB）において国際相互承認の調整に積極的に参画する。

《平成18年度計画》

- ・RMO 及び JCRB においては、我が国代表の諮問委員の活動の支援を進める。また、他地域の専門家地域機関（RMO/SRB）の動向を調査し、NMIJ 関連部署や国との意見集約調整を行い、我が国としての意見をとりまとめ諮問委員に提供する。

4-(1)-② 法定計量条約活動におけるプレゼンスの強化【中期計画（参考）】

- ・国際法定計量機構（OIML）の枠組みの中で、OIML の国際相互受入取り決め（MAA）の締結を受けてその実施に向けた枠組みや体制の整備に寄与する。

《平成18年度計画》

- ・OIML-MAA 参加のための相互信頼宣言（DoMC）に参画する作業を継続して支援する。NMIJ の体制整備を推進し、MAA 参加のための要件を整える。また、国際法定計量委員会（CIML）に対する我が国の対処方針を決定するために、国や NMIJ 関係部署間の意見の調整・集約を行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際法定計量委員会（CIML）委員の役割を果たすとともに作業部会の活動に主導的に寄与する。

《平成18年度計画》

- ・CIML の運営（EC）委員、開発途上国常任委員会（PWGDC）委員を引き続き支援する。他 RLMO の動向を調査し、NMIJ 関連部署や国との意見集約調整を行い、日本としての意見をとりまとめ PC 委員、PWGDC 委員に提供する。

- ・技術作業部会（TC/SC）では我が国代表委員の活動の支援を行うと共に、役職の確保に努める。国際法定計量調査研究委員会及び各作業委員会・分科会における活動を集約し、代表委員に提供する。

4-(1)-③ 二国間協力の展開

【中期計画（参考）】

- ・国際計量システムの発展に資するため、諸外国の研究機関との間で先端標準技術分野における共同研究、国際比較、人的交流等を強化する。
《平成18年度計画》
 - ・例年開催している「国際計量標準シンポジウム」を、本年度は(社)日本計量機器工業連合会が主催する計測展、インターメジャーに併催する形で開催する。
- 4-(1)-④ 国内外の対応体制の強化
- 【中期計画(参考)】
- ・ナノテク、環境、バイオ、安全及び食品等の分野で拡大している計量標準のニーズを把握し、その対応策を協議する。
《平成18年度計画》
 - ・引き続き、医療計量、食品分析等の分野での国際的な動きに対応するため、関係国際機関の集まる会議(JCTLM、JCTFA等)への我が国からの適切な専門家の派遣を支援する。特に、立ち上がりつつある食品分析分野への活動に関する貢献を図る。
- 【中期計画(参考)】
- ・我が国の意見のとりまとめと国際的な場における発信を通じて国際計量システムの構築に資するために、産学官の関係機関の連携の強化を図る。
《平成18年度計画》
 - ・引き続き、関係する他省庁を含めた実効的な国内協力体制の確立に向けて国際計量研究連絡委員会を活用する。それにより、基準認証分野における計量標準の重要性について、関係する他省庁の担当行政部署・研究機関等との知識や認識の共有を図る。
- 4-(2) アジアを中心とした国際協力の展開
- アジア太平洋地域の国際計量機関に対して積極的な貢献を行い、開発途上国の計量標準機関の研究者、技術者の研修受け入れや産総研研究者の派遣により途上国の技術ポテンシャルを高めることに協力する。また、開発途上国の国家計量標準の校正依頼を受ける。
- 4-(2)-① アジア太平洋計量計画への貢献
- 【中期計画(参考)】
- ・アジア太平洋計量計画(APMP)で引き続き事務局の役割を務めるとともに、執行委員や技術委員会の議長、委員を引き受け、APMP活動に主導的に寄与する。また、地域内の国際比較では幹事国の引き受け、仲介標準器の提供等によって主体的な寄与を果たす。
《平成18年度計画》
 - ・国際相互承認に基づく校正計測能力(CMC)の登録について、事務局業務を行う。この際、技術能力チェックの水準を維持し、国際相互承認の信頼性を高める。同時に国際競争予算を取得するなどし、国際比較やピアレビューを支援することで域内機関の技術力向上を図る。
- 4-(2)-② アジア太平洋法定計量フォーラムへの貢献
- 【中期計画(参考)】
- ・アジア太平洋計量フォーラム(APLMF)の議長国と事務局の任を引き続いて果たすとともに、運営及びワーキンググループ活動に積極的に貢献する。
《平成18年度計画》
 - ・APLMF議長及び事務局の活動を引き続き遂行する。
 - ・合計4回のAPLMF法定計量研修を企画し運営する。
 - ・11月にシンガポールにおいて第13回APLMF総会を開催する。
 - ・各種出版物やWebを通して、随時APLMF活動に関する効果的な情報発信を行う。
- 4-(2)-③ 開発途上国への技術協力
- 【中期計画(参考)】
- ・アジアの開発途上国への技術協力を推進する。専門家の派遣、受け入れ及び技術審査員(ピアレビューア)の派遣等を行うことにより、技術協力相手国の計量システムの構築と向上を支援する。アジア太平洋地域におけるネットワーク強化を図るために、韓国、中国、オーストラリア及び台湾等との連携を深める。
《平成18年度計画》
 - ・タイ国NIMT設立支援では、4年目に入り、多くの品目で認定が予定されている。十分な準備を進め成果が得られるよう技術協力を進める。
 - ・標準物質に関する日中韓協力体制を維持し、アジア太平洋地域の国立標準研究所全体のレベル向上のため活動を進める。
5. 計量の教習と人材の育成
- 計量法に基づき、計量研修センターと計測標準研究部門を中核として法定計量の教習を企画・実施して、国内の法定計量技術者の技術力向上を図る。さらに民間を対象として計量標準技術と品質システムの教習を行うとともに、開発途上国の計量技術者の育成も併せて行う。
- 【中期計画(参考)】
- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習(濃度及び騒音・振動)を企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。
《平成18年度計画》
 - ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習(濃度及び騒音・振動)を実施する。
- 【中期計画(参考)】
- ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習及び環境計量証明事業制度教習を、計量行政公務員を対象として企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。
《平成18年度計画》
 - ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習、環境計量証明事業制度教習を実施する。
- 【中期計画(参考)】
- ・都道府県、特定市からの要望の多い単科や3-5日程度の特定教習を、適宜、企画して実施する。
《平成18年度計画》

- ・特定教習として、「法定技術教習自動車等給油メーター」、「法定技術教習タクシーメーター」等の実施のため、設備整備及びカリキュラム、テキスト等の検討をすすめる。

【中期計画（参考）】

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習及び分析技術者研修を実施する。

《平成18年度計画》

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・環境計量講習（濃度及び騒音・振動）を企画して実施する。

《平成18年度計画》

- ・民間計量技術者を対象として、環境計量講習（濃度及び騒音・振動）を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための研修を、独立行政法人製品評価技術基盤機構と協力して実施する。

《平成18年度計画》

- ・JCSS 校正事業者制度並びに環境計量証明事業者の適合性評価のための審査員研修をニーズに応じて実施する。

【中期計画（参考）】

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の技術者研修を実施する。

《平成18年度計画》

- ・JCSS 校正事業者制度並びに環境計量証明事業者の技術者研修をニーズに応じて実施する。

【中期計画（参考）】

- ・アジア諸国等の計量技術者を対象に計量標準、法定計量及び計測技術に関する研修を、外部機関と協力して実施する。

《平成18年度計画》

- ・平成18年度に計画されている JICA 法定計量研修コース「アジア太平洋計量システム」を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・計量の技術分野毎に民間の計量技術者が校正業務の遂行等に際して容易に参照できるような専門技術書（モノグラフ）を企画、編集、発行する。

《平成18年度計画》

- ・専門技術書（モノグラフ）を2巻以上発行し、計量技術者にとって実用的な技術情報を提供する。

【中期計画（参考）】

- ・民間の計量技術者を対象としたシンポジウム、講習会を企画、開催する。

《平成18年度計画》

- ・シンポジウム、講習会、成果発表会等を4件以上企画・開催し、展示会出展を2件以上行うとともに、

NMIJ 計測クラブの研究会活動・情報交換活動を実施し、最新の計量標準の研究成果や活動に関する情報発信を行う。

【別表4】

平成18年度予算

(単位：百万円)

区 別	金 額
収入	
運営費交付金	66,437
施設整備費補助金（※）	6,900
受託収入	22,486
うち国からの受託収入	12,086
その他からの受託収入	10,400
その他収入	3,851
計	99,674
支出	
業務経費	58,409
うち鉱工業科学技術研究開発関係経費	41,157
地質関係経費	4,769
計量関係経費	7,635
技術指導及び成果の普及関係経費	4,848
施設整備費	6,900
受託経費	19,663
うち中小企業対策関係経費受託	685
石油及びエネルギー需給構造高度化	
技術開発関係経費受託	5,242
電源利用技術開発関係経費受託	1,284
特許生物寄託業務関係経費受託	229
原子力関係経費受託	470
地球環境保全等試験研究関係経費受託	
計	330
その他受託	11,423
間接経費	14,702
計	99,674

(※) 還付消費税から施設整備費に充当する額 (1,100 百万円) を含む。

資 料

【別表5】

平成18年度収支計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
費用の部	92,749
経常費用	92,749
鉱工業科学技術研究開発業務費	37,707
地質業務費	4,335
計量業務費	6,795
技術指導及び成果の普及業務費	4,390
受託業務費	14,578
間接経費	13,088
減価償却費	11,842
退職手当引当金繰入	14
財務費用	0
支払利息	0
臨時損失	0
固定資産除却損	0
収益の部	93,343
運営費交付金収益	60,978
国からの受託収入	12,086
その他の受託収入	10,400
その他の収入	3,851
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	6,028
財務収益	0
受取利息	0
臨時収益	0
固定資産売却益	0
純利益	594
目的積立金取崩額	0
総利益	594

【別表6】

平成18年度資金計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
資金支出	99,674
業務活動による支出	80,907
鉱工業科学技術研究開発業務費	37,707
地質業務費	4,335
計量業務費	6,795
技術指導及び成果の普及業務費	4,390
受託業務費	14,592
その他の支出	13,088
投資活動による支出	18,767
有形固定資産の取得による支出	18,767
施設費の精算による返還金の支出	0
財務活動による支出	0
短期借入金の返済による支出	0
次期中期目標期間繰越金	0
資金収入	99,674
業務活動による収入	92,774
運営費交付金による収入	66,437
国からの受託収入	12,086
その他の受託収入	10,400
その他の収入	3,851
寄付金収入	0
投資活動による収入	6,900
有形固定資産の売却による収入	0
施設費による収入(※)	6,900
その他の収入	0
財務活動による収入	0
短期借入れによる収入	0
前年度よりの繰越金	0

(※) 還付消費税から施設整備費に充当する額(1,100百万円)を含む。

5. 職員

平成18年度形態別・機能別職員数

所属名称	役員	職員						職員集計	総計
		研究職員					事務		
		総数	(内) 招へい型任期付研究員	(内) 産業技術人材育成型任期付研究員	(内) 若手育成型任期付研究員	(内) 研究テーマ型任期付研究員			
理事	11							11	
監事	1							1	
企画本部		32					22	54	
評価部		16					3	19	
環境安全管理部		8					8	16	
広報部		7					29	36	
法務室		0					5	5	
情報公開・個人情報保護推進室		0					3	3	
男女共同参画室		1						1	
次期情報システム研究開発推進室		0					1	1	
イノベーション推進室		20					5	25	
監査室		0					5	5	
深部地質環境研究センター		28			3	3	1	29	
活断層研究センター		17			7		1	18	
化学物質リスク管理研究センター		24	6		8	1	1	25	
ライフサイクルアセスメント研究センター		12			5	1	1	13	
パワーエレクトロニクス研究センター		18	2		2	2	1	19	
生命情報科学研究センター		18	5		7	1	1	19	
生物情報解析研究センター		25	12		4		2	27	
ヒューマンストレスシグナル研究センター		9	5		2		1	10	
強相関電子技術研究センター		14			4	1	1	15	
次世代半導体研究センター		19	2		2		4	23	
デジタルものづくり研究センター		16	1		2		1	17	
界面ナノアーキテクトゥクス研究センター		16			3		1	17	
グリッド研究センター		20	3	1	5	2	1	21	
爆発安全研究センター		17	1		3	1	1	18	
糖鎖工学研究センター		15	3	1	3	2	1	16	
年齢軸生命工学研究センター		9	3		2		2	11	
デジタルヒューマン研究センター		19	1		6	1	1	20	
近接場光応用工学研究センター		10			3		1	11	
ダイヤモンド研究センター		10	3	1	1	1	1	11	
バイオニクス研究センター		13			4		1	14	
水素材料先端科学研究センター		8	1			1	3	11	
太陽光発電研究センター		27			9	3	1	28	
システム検証研究センター		13			5	3	1	14	
ナノカーボン研究センター		16	3		3	2	1	17	
健康工学研究センター		24	1		4	2	1	25	
情報セキュリティ研究センター		19			9	6	1	20	
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター		9	3			5	1	10	
コンパクト化学プロセス研究センター		33	3		4	2	2	35	
バイオマス研究センター		29			2	2	1	30	
計測標準研究部門		234			10		3	237	
地圏資源環境研究部門		64			5	3	3	67	
知能システム研究部門		60	1		8	3	2	62	
エレクトロニクス研究部門		70		1	10	2	2	72	
光技術研究部門		63	1		5	1	2	65	
人間福祉工学研究部門		68			12		2	70	
脳神経情報研究部門		50			6	1	2	52	
ナノテクノロジー研究部門		83	4		13	3	2	85	
計算科学研究部門		30			4	2	1	31	
生物機能工学研究部門		67	1		13	1	2	69	
計測フロンティア研究部門		59	1		4	1	2	61	
ユビキタスエネルギー研究部門		43			4		2	45	
セルエン지니어リング研究部門		53	3		11	3	2	55	
ゲノムファクトリー研究部門		40	1		8	2	2	42	
先進製造プロセス研究部門		114	2	1	18	2	3	117	

資料

所属名称	役員	職員						職員 集計	総計
		研究職員					事務		
		総数	(内) 招へい型任期付 研究員	(内) 産業技術 人材育成型 任期付研究員	(内) 若手育 成型任期付 研究員	(内) 研究テ ーマ型任期付 研究員			
サステナブルマテリアル研究部門		74			7	4	1	75	75
地質情報研究部門		124		1	9	2	2	126	126
環境管理技術研究部門		83			9	1	2	85	85
環境化学技術研究部門		83	2		8	3	2	85	85
エネルギー技術研究部門		140			9	4	3	143	143
情報技術研究部門		62	1		14	1	2	64	64
実環境計測・診断研究ラボ		22			2	1		22	22
メタンハイドレート研究ラボ		12			3	1		12	12
シグナル分子研究ラボ		6						6	6
超高速光信号処理デバイス研究ラボ		6	2		1			6	6
バイオセラピューティック研究ラボ		3	1		2			3	3
創薬シーズ探索研究ラボ		1			1			1	1
器官発生工学研究ラボ		3						3	3
フェロー		2	1					2	2
研究コーディネータ		8	3					8	8
先端情報計算センター		3					17	20	20
特許生物寄託センター		2					3	5	5
ベンチャー開発戦略研究センター		6					8	14	14
地質調査情報センター		9					14	23	23
計量標準管理センター		23					13	36	36
技術情報部門		18	1			1	13	31	31
産学官連携推進部門		66					83	149	149
知的財産部門		13					17	30	30
国際部門		8					13	21	21
研究業務推進部門		1					190	191	191
能力開発部門		6					39	45	45
財務会計部門		0					76	76	76
研究環境整備部門		0					57	57	57
北海道センター		1						1	1
東北センター		2						2	2
つくばセンター		1						1	1
臨海副都心センター		2						2	2
中部センター		2						2	2
関西センター		4	1					4	4
中国センター		3						3	3
四国センター		1						1	1
九州センター		2						2	2
	12	2491	84	6	308	84	705	3196	3208

平成 18 年度 産業技術総合研究所年報

発 行 日：平成19年11月30日

編 集・発 行：独立行政法人 産業技術総合研究所

広報部出版室

〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 つくば中央第2

TEL：029-862-6211 / FAX：029-862-6212

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。