

# AIST

## 平成16年度

# 産業技術総合研究所年報



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

## 目 次

I. 総 説	1
1. 概 要	1
2. 動 向	3
3. 幹部名簿	9
4. 組 織 図	10
5. 組織編成	11
II. 業 務	21
1. 研 究	21
(1) 研究ユニット	23
1) 研究センター	23
① 深部地質環境研究センター	23
② 活断層研究センター	33
③ 化学物質リスク管理研究センター	37
④ ライフサイクルアセスメント研究センター	45
⑤ パワーエレクトロニクス研究センター	48
⑥ 生命情報科学研究センター	52
⑦ 生物情報解析研究センター	56
⑧ ヒューマンストレスシグナル研究センター	59
⑨ 強相関電子技術研究センター	63
⑩ 次世代半導体研究センター	66
⑪ ものづくり先端技術研究センター	71
⑫ 超臨界流体研究センター	76
⑬ 界面ナノアーキテクニクス研究センター	80
⑭ グリッド研究センター	83
⑮ 爆発安全研究センター	88
⑯ 糖鎖工学研究センター	92
⑰ 年齢軸生命工学研究センター	96
⑱ デジタルヒューマン研究センター	103
⑲ 近接場光応用工学研究センター	109
⑳ ダイヤモンド研究センター	111
㉑ バイオニクス研究センター	114
㉒ ジーンファンクション研究センター	117
㉓ 太陽光発電研究センター	125
㉔ システム検証研究センター	128
㉕ ナノカーボン研究センター	131
2) 研究部門	133
① 計測標準研究部門	133
② 地圏資源環境研究部門	151
③ 知能システム研究部門	158
④ エレクトロニクス研究部門	164
⑤ 光技術研究部門	173
⑥ 人間福祉医工学研究部門	179
⑦ 脳神経情報研究部門	187
⑧ ナノテクノロジー研究部門	194
⑨ 計算科学研究部門	206
⑩ 生物機能工学研究部門	214
⑪ 計測フロンティア研究部門	228

⑫ユビキタスエネルギー研究部門	238
⑬セルエンジニアリング研究部門	241
⑭ゲノムファクトリー研究部門	249
⑮先進製造プロセス研究部門	253
⑯サステナブルマテリアル研究部門	269
⑰地質情報研究部門	275
⑱環境管理技術研究部門	294
⑲環境化学技術研究部門	314
⑳エネルギー技術研究部門	327
㉑情報技術研究部門	355
3) 研究ラボ	362
①メンブレン化学研究ラボ	362
②マイクロ空間化学研究ラボ	364
③単一分子生体ナノ計測研究ラボ	367
④循環バイオマス研究ラボ	370
⑤実環境計測・診断研究ラボ	372
4) フェロー	374
(2) 内部資金	375
(3) 外部資金	422
1) 国からの外部資金	424
1 経済産業省	424
2 文部科学省	457
3 環境省	496
4 その他省庁	517
2) 国以外からの外部資金	519
3) その他の収入	616
2. 研究関連業務	691
(1) 監査室	693
(2) 企画本部	693
(3) 業務推進本部	694
(4) 評価部	695
(5) 環境安全管理部	696
(6) 広報部	697
1) 報道関係	698
2) 主催行事等	700
3) 見学	725
4) 地質標本館	727
(7) 研究コーディネータ	728
(8) 先端情報計算センター	728
(9) 特許生物寄託センター	729
(10) ベンチャー開発戦略研究センター	730
(11) 地質調査情報センター	732
① 地球科学図	733
② 地球科学研究報告	733
③ 刊行物販売状況	734
④ 文献交換	734
⑤ 文献情報活動	735
⑥ メタデータ・データベース	735
(12) 計量標準管理センター	736
(13) 技術情報部門	737

1) 図 書	741
(14) 産学官連携推進部門	742
1) 共同研究	745
2) 委託研究	746
3) 受託研究	747
4) 請負研究	748
5) 技術研修	749
6) 外来研修員	750
7) 連携大学院	751
8) 技術相談	755
9) 依頼出張・受託出張	762
10) 委員の委嘱	763
11) 産業技術連携推進会議	764
12) 工業標準	764
① JIS/TR制度の概要	764
② 工業標準化研究制度の概要	764
(15) 知的財産部門	765
(16) 国際部門	768
1) 海外出張	769
2) 外国人研究者受入	776
3) 技術研修	777
(17) 業務推進部門	784
(18) 能力開発部門	785
(19) 財務会計部門	786
(20) 研究環境整備部門	787
1) 施設の整備	788
3. 地域拠点	789
(1) 東京本部・つくば本部	789
(2) 北海道センター	789
(3) 東北センター	790
(4) つくばセンター	791
(5) 臨海副都心センター	792
(6) 中部センター	792
(7) 関西センター	793
(8) 中国センター	794
(9) 四国センター	795
(10) 九州センター	796
4. 地質調査総合センター	797
5. 計量標準総合センター	798
III. 資 料	815
1. 研究発表	816
2. 兼 業	818
3. 中期目標	820
4. 中期計画	830
5. 職 員	904
6. 財務諸表	906

# I . 総 説

# I. 総 説

## 1. 概 要

任 務：

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

産総研のミッションは、多岐にわたる分野の研究者集団の融合と創造性の発揮による研究活動を通じた新たな技術シーズの創出、機動性・開放性を駆使した産学官ポテンシャルの結集による産業技術力の向上や新規産業の創出への取組みであり、さらには、地質の調査や計量標準の普及・供給に代表される国家的視点に立った信頼性と継続性の要求される業務の遂行を通じた産業社会にとっての知的基盤等の充実への貢献である。そしてこれらを通じた我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与していくことが期待されている。

かかる観点を踏まえ、産総研は、産業技術に係るニーズとシーズを踏まえつつ、将来の産業技術の要となる共通基盤の技術課題を抽出し、競争的資金の導入割合の増加等の体制の強化を図り、創造性の高い研究の推進及びこれら研究成果の普及に努めるとともに、地質の調査、計量標準の普及・供給等産業社会の知的な基盤の構築に関する業務を着実に遂行する。さらには、自らの有するポテンシャルを結集した産業技術情報の収集、分析等を通じて産業技術政策の策定に貢献することも併せて行うこととしている。

そのため、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い研究組織、制度を確立したところであり、他省庁研究機関、大学、民間企業等、様々な外部ポテンシャルとの連携・協力を強化し、研究推進の効率化を図るとともに、積極的に外部機関等における研究開発の発展に貢献することとしている。

また、地域における産業競争力の強化、新規産業の創出に貢献するため、地域の産業界、大学、地方公共団体等と連携を図りつつ、研究活動の地域展開を図ることとしている。

なお、研究課題の適切な選択および重点化を行うために、科学技術基本計画（閣議決定、2001年3月）、総合科学技術会議（2001年1月発足）等に沿った重点研究課題を選び出し、研究資源の集中投資により研究開発を効果的に進めるなど、戦略的に企画している。また、研究課題の評価を定期的に行い、外部ニーズ等の的確な反映により研究展開の柔軟性を保つことに留意している。

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

そのため、社会的要請や科学技術の進展の把握に努め、常に研究所としての位置づけを確認しつつ、様々な観点から自ら行う研究の方向性、それまでに得られた研究成果等を評価し、その結果を研究資源配分に反映させる等、研究組織間の競争的環境を整備し、研究開発業務の向上に努める。併せて業務効率化の観点から、研究関連部門等の業務内容の妥当性を点検し無駄のない業務運営を行うこととする。

平成16年度は、独立行政法人として発足した最初の第1期（中期計画）最終年度にあたるため、「第2種基礎研究を軸とする本格研究」という考えの下での研究活動を実績として取りまとめ、平成17年度からの非公務員化に伴う組織、人事制度等の整備並びに組織運営の見直し、研究戦略の策定など第2期での更なる飛躍を目指して体制を整えつつ、効果的に研究を推進することとした。

組 織：

産総研は、理事長の指揮の下、研究実施部門（研究ユニット）と研究関連・管理部門とが配置された、フラットな組織構造を有する。研究ユニットとしては、時限的・集中的に重要テーマに取り組む「研究センター」、中長期戦略に基づき継続的テーマに取り組む「研究部門」、研究センター化を目指し分野融合性の高いテーマ等に機動的・時限的に取り組む「研究ラボ」がある。

また、理事長直属部門として、「企画本部」、「業務推進本部」、「評価部」、「環境安全管理部」、「広報部」、「監査室」が、研究関連部門として、「技術情報部門」、「産学官連携部門」、「国際部門」、「知的財産部門」が、管理部門として「業務推進部門」、「能力開発部門」、「財務会計部門」、「研究環境整備部門」がある。

他に、世界屈指の先端的情報資源を有し実証的研究開発を行うと同時に産総研全体の情報基盤の高度化に資する

## 総 説

「先端情報計算センター」、特許庁指定の寄託機関でありブダペスト条約に基づく国際寄託機関である「特許生物寄託センター」、公的研究機関の技術シーズをもとにしたベンチャーを創出する戦略及びシステムの研究等に係る業務を行う「ベンチャー開発戦略研究センター」がある。また、平成16年度には、新たに国際部門と成果普及部門に分散していた計量標準関係の組織を一体化した「計量標準管理センター」、及び、広報部と国際部門に分散していた地質調査関連の組織を一体化した「地質調査情報センター」を設置した（組織図参照）。

平成17年3月31日現在、常勤役員12名、常勤研究職員2,459名、常勤事務職員717名の合計3,188名である。

### 沿 革：

平成13年1月6日 中央省庁再編に伴い、「通商産業省」が「経済産業省」に改組した。これにより、工業技術院本院各部課は、本省内部部局に整備統合され、傘下の15研究所と本院の一部が「産業技術総合研究所」に改組され、経済産業省の施設等機関となった。

また、計量教習所は、従前と同じく施設等機関として経済産業省に置かれた。

平成13年4月1日 独立行政法人化に伴い、経済産業省の施設等機関である「産業技術総合研究所」と「計量教習所」が統合され、「独立行政法人 産業技術総合研究所」が発足した。同時に、内部組織を大幅に見直し、旧研究所の枠を外して、分野を同じくする研究組織を統合・分割して、54の研究ユニットに再編すると同時に、各研究所に分かれていた研究支援部門を統合して業務の効率化を図った。

### 産業技術総合研究所の業務の根拠法：

- ① 独立行政法人通則法 (平成11年7月16日法律第103号)  
(最終改正：平成16年12月3日 (平成16年法律第154号))
- ② 独立行政法人産業技術総合研究所法 (平成11年12月22日法律第203号)  
(最終改正：平成16年6月9日 (平成16年法律第83号))
- ③ 独立行政法人通則法等の施行に伴う関係政令の整備及び経過措置に関する政令  
(平成12年6月7日政令第326号)
- ④ 独立行政法人産業技術総合研究所の業務運営並びに財務及び会計に関する省令  
(平成13年3月29日経済産業省令第108号)

### 主務大臣：

経済産業大臣

### 主管課：

経済産業省産業技術環境局技術振興課

### 産業技術総合研究所の事業所の所在地（平成17年3月31日現在）：

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

## 2. 動 向

産総研の分野別年間研究動向の要約

### I. ライフサイエンス分野

#### 1. 分野戦略の遂行

ライフサイエンス分野の研究は、超高齢化社会における生活の質（QOL）の向上、また循環型社会実現のための産業を育成するために必要不可欠なものであり、第二期科学技術基本計画（H13-17）の重点4分野の一つに位置づけられている。本分野の第一期中期計画期間における目標は「高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現」とし、バイオテクノロジー分野及び医工学・福祉分野において先端的研究及び基盤的研究を推進している。

当分野の研究組織は、7つの研究センター（生命情報科学、生物情報解析、ヒューマンストレスシグナル、糖鎖工学、年齢軸生命工学、バイオニクス、ジーンファンクション）、3つの研究部門（人間福祉医工学、脳神経情報、生物機能工学）に加え、平成16年度からは新たな部門セルエンジニアリング、ゲノムファクトリーを発足した。それぞれの研究ユニットは、ライフサイエンス分野のミッションに従い以下の研究を遂行した。

1. ポストゲノム研究を基盤とした医薬、診断薬の新規シーズ開発、技術開発
2. 高齢社会における健康維持・増進につながる人間科学研究、脳神経科学研究、医工学技術の開発
3. 新たな生物機能・生体物質の開発と効率的生体物質生産のための技術開発

#### 2. 第2期中期分野戦略の策定

ライフサイエンス分野第二期の研究計画の骨子となる、分野の大目標、産業創出目標（中項目）、研究開発目標を決定し、これをもとに第二期の研究戦略の策定を行った。

・中項目としては、以下の5つを設定した。

- ①早期診断技術の開発による予防医療の促進とゲノム情報に基づいたテーラーメイド医療の実現②精密診断および再生医療による安全かつ効果的な医療の実現③人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸④生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産⑤医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

・ライフサイエンス分野の各研究ユニットから出された研究計画内容を、上記中項目に組み込み整理し、各研究開発目標に対する具体的研究計画を設定した。

#### 3. 分野別戦略の推進

平成16年度「分野別戦略を実現するための予算」によって下記7課題を実施した。

- ①健康で生産的な社会創出のための年齢軸工学プログラム
- ②ヒト遺伝子に対する siRNA ライブラリーの作成
- ③神経ネットワークの構造と機能に基づく新たな情報処理技術の開発
- ④細胞・組織情報統合化技術の開発
- ⑤AIST バイオインフォマティクス・イニシアティブ
- ⑥運動蛋白質を用いたナノバイオマシンの構築
- ⑦先進バイオプロセス・パイプラインの開発

#### 4. 健康工学研究センター設立の準備

ライフサイエンス分野の戦略の1つである「健康長寿社会の実現」のため四国センターを拠点とする健康工学研究センターの設立準備を行った。当研究センターでは、疾病の発症を直前に予防できる先端的な疾患予知診断技術の研究開発、生活圏における水を中心にしたリスク解析/除去技術の研究開発を行う。また、四国地域の健康関連産業の活性化への貢献を測ることも使命とする。

### II. 情報通信分野

1. 情報通信分野においては、IT による人間の知的能力拡大とデジタルデバイドなどの情報化社会がもたらす諸問題を解決するための技術開発により、持続的発展が可能な社会の実現を目指している。分野研究戦略に基づき、高速・大容量情報ライフラインの構築、セキュリティや信頼性を高めるディペンダブルな情報技術の開発、人間の知的能力を支援する知能ブースターの開発、高性能コンピューティングを利用した異分野技術の開拓の4つを重点研究課題として設定して研究開発を進めている。

2. 当分野の研究組織は、異分野融合領域も含めると、5つの研究センター（次世代半導体、グリッド、デジタルヒューマン、近接場光応用工学、システム検証）、4つの研究部門（情報技術、知能システム、エレクトロニクス、光技術）で構成されている。

3. 平成16年度の主な研究動向は以下の通りである。次世代半導体研究センターでは、次世代の極微細デバイスに必

須の技術として、メタルゲート電極／高誘電率ゲート絶縁膜微細トランジスタの開発、ポーラスシリカ低誘電率絶縁膜のプロセス損傷回復技術の開発、ひずみ GOI トランジスタ技術及び計測技術の開発などを行っている。近接場光応用工学研究センターでは、産総研独自のスーパーレンズ方式による大容量次世代光ストレージ技術の青色レーザー光学系への適用、熱ビット型マスタリング技術の開発及びナノ粒子を用いた光センサーの開発を進めている。エレクトロニクス研究部門では、高機能性・低消費電力デバイスの実現を目指した独自の4端子駆動型 X MOSFET の開発を進めるとともに、新型 TMR 素子の開発において大きな成果を挙げている。また、光技術研究部門では、超高速光情報通信技術のための量子暗号技術の開発、有機光デバイスの開発を行っている。

また、ソフトウェア技術に関しては、デジタルヒューマン研究センターにおけるスピーカアレイによる3次元スポット音場生成、グリッド研究センターにおけるグリッドミドルウェア Ninf-G の機能強化、システム検証研究センターにおける車載ソフトウェアのモデル検査に関する研究において大きな成果があがっている。また、情報技術研究部門における展示会向け統合情報支援技術や語彙的な制約のない音声検索システムの開発、知能システム部門におけるオープンなロボットアーキテクチャを実現する RT ミドルウェアの開発およびアザラシ型ロボット「パロ」販売開始など、人間とロボットや情報機器との共存・協調を支援するための高度な情報処理技術の開発も積極的に推進している。

### III. ナノテク・材料・製造分野

1. ナノテク・材料・製造分野では、材料および製造技術の飛躍的な革新により、製造産業の国際競争力を強化し、社会における安心・安全な生活、環境と調和した持続発展可能な社会の実現を支える技術基盤の確立を目標としている。中でも、ナノメートルレベルの領域を対象とするナノテクノロジーにおいては、個々の要素技術を集積化し、産業界に導入できる技術として成熟させることによって、ナノインダストリーともいふべき産業基盤の確立を目指してきた。また、環境負荷が従来に比べ著しく低い材料開発、高効率省エネルギー製造技術、ものづくり基盤技術の高度化にも注力して取り組んだ。
2. 当該分野は16年度末において5研究センター（強相関電子技術研究センター、ものづくり先端技術研究センター、界面ナノアーキテクトニクス研究センター、ダイヤモンド研究センター、ナノカーボン研究センター）、4研究部門（ナノテクノロジー研究部門、計算科学研究部門、サステナブルマテリアル研究部門、先進製造プロセス研究部門）及び1研究ラボ（マイクロ空間化学研究ラボ）の計10研究ユニットで構成されている。当該分野の先端研究の代表例を以下に示す。
3. 我が国の国際競争力の強化に貢献しうる、新機能・高機能を指向した技術開発としては、ナノチューブ技術、強相関電子技術、MEMS プロセス、マイクロ空間プロセス、低温加工・成膜プロセス、マルチスケール最適設計、超高速機械加工技術、ダイヤモンド技術、分子素子等を挙げることができる。

また、環境に配慮した低環境負荷技術開発には、高効率省エネルギー製造技術、光触媒技術、リサイクル技術、軽量金属部材化技術、省エネ型建築部材化技術、生分解性プラスチック開発等がある。一方、人材育成やものづくり支援に関わる課題としては、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム、ものづくり支援データベースの確立等がある。さらに、ナノシミュレーション技術やナノ計測技術等、ナノテクノロジーの共通的基盤技術に関連する研究開発を推進するとともに、「アクティブターゲットング用新規ドラッグデリバリーシステム（DDS）ナノ粒子の作製技術」等、他分野との融合課題にも取り組んだ。

当該分野では積極的に産業界と連携して研究開発を実施している。それらの代表的なものとして NEDO プロジェクトがあり、その「ナノテクノロジープログラム」では、精密高分子技術プロジェクト、ナノ機能合成技術プロジェクト、ナノカーボン応用製品創製プロジェクト、ナノレベル電子セラミックス材料低温成型・集積化技術、ダイヤモンド極限機能プロジェクト等がある。また、「革新的部材産業創出プログラム」においては金属ガラス形成加工技術プロジェクト、精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術プロジェクト等、「新製造技術プログラム」では、ものづくり・IT 融合化推進技術（デジタル・マイスタープロジェクト）等を実施している。

### IV. 環境・エネルギー分野

1. 産総研では環境・エネルギー分野を重点分野と位置づけ、安心・安全な環境、資源循環システム、環境と調和した新しいエネルギー需給システムからなる「持続・共生が可能な循環型社会」を構築することを分野共通の社会的目標と定めている。

そのための対策は、以下の通りである：

- (1) 地域環境対策
- (2) 3R（リデュース、リユース、リサイクル）促進

- (3) 地球温暖化対策
- (4) エネルギー安定供給

産総研では、これらの対策を進めるための研究開発の目標を「環境効率最大化」としている。ある技術を適用してある便益（電力、熱、化学製品等）を得るには、ほとんどの場合何らかの環境負荷（CO<sub>2</sub>排出、有害化学物質排出、騒音等）を与えることになる。環境効率は、これらの便益を環境負荷で割った値である。環境効率を最大化するには、ある技術を適用する場合、システム全体を様々な観点から評価しなければならない。

環境・エネルギーシステム評価はこのように極めて複雑なため、新たな評価手法が求められている。産総研ではこのような「システム評価技術」を、技術開発と並んで環境・エネルギー研究の重要な課題の一つとして位置付けている。

2. 環境・エネルギー分野では、6研究センター（化学物質リスク管理研究センター、ライフサイクルアセスメント研究センター、パワーエレクトロニクス研究センター、超臨界流体研究センター、爆発安全研究センター、太陽光発電研究センター）、4研究部門（ユビキタスエネルギー研究部門、環境管理技術研究部門、環境化学技術研究部門、エネルギー技術研究部門）、2研究ラボ（メンブレン化学研究ラボ、循環バイオマス研究ラボ）を中心に研究開発を行っている。このほか、材料系および情報通信系の研究ユニットにおいても、省エネルギー・物質循環に関わる研究開発を実施している。

具体的な重要技術課題は、以下の通りである。

- (1) 化学物質安全管理技術（化学物質の露評価手法の開発、リスク管理のための総合解析手法の開発等）
- (2) 地域環境対策技術（土壌汚染対策技術等）
- (3) 資源循環・廃棄物対策技術
- (4) 低環境負荷型化学プロセス技術
- (5) オゾン層破壊・地球温暖化対策技術（温暖化影響評価、フッ素化合物等の温暖化物質低減、CO<sub>2</sub>回収・貯留等）
- (6) 再生可能エネルギー（太陽エネルギー、バイオマス等）
- (7) 燃料電池・水素エネルギー
- (8) エネルギーシステムの高効率化・分散化（電力貯蔵、超低損失電力素子等）
- (9) エネルギー源のクリーン化・多様化（石炭高度利用、スーパークリーン燃料、メタンハイドレート等）
- (10) 環境・エネルギーシステムの社会的・経済的評価および分析（エネルギーシステム分析、LCA等）

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

## V. 社会基盤（地質）・海洋分野の重点課題

### 1. 国土基本情報としての高度な地質情報の着実な整備

最新の地球科学的知識に基づき、5万分の1（陸域）地質図幅、20万分の1（陸域・海域）地質図、地球物理図、地球化学図など各種地球科学データベース等の地球科学基本図の網羅的・系統的な整備を行い、知的基盤として整備・公表する。また、火山関連図、地震関連図等の各種地球科学主題図、及び関連各種データベースの整備を実施している。

地質情報を高度利用するために、網羅的・系統的に整備された地質図・地球科学図等を標準化・数値化・統合化し、付加価値の高いデータベースを構築する。このような観点から、地球科学データベースの整備に努めており、全国統一凡例による20万分の1日本数値地質図（シームレス地質図全国版）、地層・岩体・火山事典、活火山データベース、活断層データベースなど、多数のデータベースをインターネットで公開している。また、日本地質文献DB は従来の GEOLIS と日本地質図索引図を統合し、GEOLIS+として公開している。いずれのデータベースも所内外から広く利用されている。

### 2. 火山災害、地震災害等の国土の安全に係る研究

国土の安全を目指した自然災害に関する研究では、地震及び火山に関する研究を重点的に実施している。日本の地震・火山に関する研究については、災害軽減のための国の各施策（地震調査研究総合基本施策、地震予知計画、火山噴火予知計画等）に基づいて、関連機関が相互に連携を取りつつ分担・実施する体制が取られており、産総研では主要活断層調査、地震地下水の観測、活断層・平野地下構造データベースの整備、短期的・長期的火山噴火予知・予測の研究の他、地震発生及び火山噴火メカニズム等の基礎的研究を実施している。

地震に関する研究では、平成16年度は、平成16年10月に発生した新潟県中越地震、同年12月に発生したスマトラ

島沖巨大地震・津波、平成17年3月に発生した福岡県西方沖の地震の緊急調査を行った。スマトラ島沖の巨大地震・津波については、地震後、インド洋沿岸各国の津波災害軽減施策立案への提言を積極的に行うとともに、国際共同研究の中核機関にも指定されている。また、新潟県中越地震については、国内の多くの機関とともに、科学技術振興調整費による緊急研究にも参画し、内陸直下型地震の特性解明に地質情報や地質学的な研究手法が非常に有用であることが確認された。

分野戦略実現課題の「大都市圏の地質災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究」については引き続き研究を進捗させている。三宅島火山噴火については緊急対策本部（本部長：副理事長）のもと、研究ユニット間の連携に基づく機動的な対処を行ってきたが、火山活動の沈静化に鑑み緊急対策本部を解散し、今後は通常研究業務の一環として観測調査研究を継続することとした。国際共同研究の中核機関としてリーダーシップを発揮した雲仙火山の科学掘削は、平成16年度をもって成功裏に終了した。

### 3. 高レベル放射性廃棄物地層処分、地圏・水圏の環境保全等に係る研究

#### 1) 深部地質環境の研究

地層処分の安全性評価に資するため、行政対応課題から基礎的課題まで幅広い研究を実施している。産総研は、安全規制する当局への技術支援の役割と事業に対するピアレビューの2つの役割をもっている。前者では高レベル放射性廃棄物地層処分に係る地質現象の長期変動と、天然バリア領域の隔離性能をテーマにして、体系的に研究を実施しており、これらの研究の今後の展開として、技術情報の規制当局への提供を含む平成20年度までの研究計画が、廃棄物安全小委員会（平成16年7月）において評価を受けた。また、国際連携として、深部地質環境研究センターと米国の放射性廃棄物規制解析センターとの間で研究協力協定を締結した（平成16年10月から5年間）。後者では、海岸部地下水挙動や深部岩盤の応力測定など、深部環境知見の収集、高精度の地下水センサーや高分解能の物理探査技術など調査手法の開発等の処分場概念にかかわる調査を実施している。

#### 2) 地圏・水圏環境に係る研究

社会基盤（地質）・海洋分野で実施している環境研究は、「地球科学が取り組んでいる過去から現在の地球、あるいはその一部としての地域の場の時間的変遷と場の特性、自然のプロセスの理解の上に立っての環境問題解決の方向性追求」という特徴がある。本分野では、地質学、地球化学、地球物理学等の地球科学的手法を駆使し、人間活動が陸域・海域に及ぼす環境影響問題に対して、土壌・地質汚染、沿岸域の物質循環・生態系と環境評価・修復技術、温暖化等地球規模環境変動の要となる炭素循環研究、地圏・水圏環境にかかわる知的基盤情報の整備・提供等の研究を実施している。

### 4. エネルギー・資源の安定供給に係る研究

国際的な資源流通経済は長期的に安定している保障はなく、常に資源ショックの危険性が潜在している。このような資源問題に対処することを基本に、地圏及び海洋に賦存する様々な資源に関する研究や技術開発を行っている。具体的には、国土及び経済水域におけるガスハイドレート等の未利用資源の開発研究、資源産出国に対する鉱物資源開発海外協力、資源・エネルギーに関する知的基盤情報の整備・提供等の研究を実施している。

### 5. 異分野融合研究の推進

異分野融合研究の目的は、従来の研究手法では解決困難な課題に対して、他分野との融合により問題解決をはかり、社会の要請に応えることである。社会基盤（地質）・海洋分野は、地球を対象とした異分野融合研究を積極的に取り組むことにより、地球が抱える諸問題解決の一翼を担うことができる。平成16年度には、環境分野との「土壌汚染調査・評価・管理手法の開発」、環境・ライフサイエンス分野との「地圏・海洋における微生物のメタン生成・消費プロセスの解明」の2課題を分野間融合研究として実施した。

### 6. 研究支援部門の活動

平成16年8月には、研究ユニットと密接に活動できる効率的な体制を整備するため、地質調査情報部と国際地質協力室を統合し、地質調査情報センターを設置した。地質調査情報センターは研究コーディネータのもと、産総研2号業務「地質の調査」の中核として地質情報を整備・発信するヘッドクォーターとして機能しているとともに、当分野に関わる国際連携活動（CCOP, ICOGS, CGMW 等）の日本の中心的役割を担っている。また、地質標本館については広報部に移り、産総研の広報機能の一翼を担うとともに、社会基盤（地質）・海洋分野の研究ユニットと連携して業務を行なっている。

## VI. 社会基盤（標準）分野

計量標準と計測技術及びその標準化は、あらゆる科学技術活動、財・サービスの生産等の経済活動、さらには社会生活全般において最も基本となる基盤技術である。私たちが客観的・科学的な根拠に基づいて適正な試験データを取得できるように、社会基盤（標準）分野では、国が一元的・組織的・効率的に提供することを要請されている計量標準と標

準物質の整備、および我が国の産業技術競争力の向上に必要な計測技術とその標準化の研究を行っている。これらを通して主として次の3点の効果が期待される。①試験データが国際的に認知されて、技術的障壁のない自由な国際通商が促進され、また我が国の基準認証制度が円滑に運用されること。②我が国オリジナルでレベルの高い製品や技術が適正に評価されて、国内外の市場で円滑に受け入れられること。③汚染や変動の度合いが正しく認識されて環境が適切に保全され、また医療検査の妥当性や食品等の安全性が適正に認識されて国民の安心・安全を高めること。

## 1. 計量標準

計量標準に関しては、平成16年7月に成果普及部門や国際部門に分散していた計量標準に係る組織を計量標準管理センターへと統合し、計量標準総合センターを研究・開発の実施主体である計測標準研究部門と管理・対外関係を担当する計量標準管理センターに整理し、一体的、効率的な運営を実施できる体制とした。計量標準整備については、第1期開始後の平成14年度に第1期の新規標準供給数の数値目標を200種類へと産業界等からの強い要請により上方修正したが、産総研として研究資源の重点配分・早期供給努力により、平成16年度末の第1期終了時点において220種類の新規供給を実現し、修正された目標をも上回る成果を挙げる事ができた。

平成16年度の実績としては、物理標準17件及び標準物質11件の供給を開始した。また特定二次標準器の校正250件、特定副標準器の校正は約13件、依頼試験は約398件、基準器検査は約2,862件、型式承認は約107件、比較検査75件、検定19件、各種計量教習のべ13,356人・日を行った。同時に国家計量標準の相互承認を目的とし、同等性の確認のために国際比較、国際基準に準拠した標準供給のための品質システムの整備、ASNITE-NMI 認定取得・国際 Peer review 等を進めた。国際関係ではメートル条約と国際法定計量条約における活動で我が国の責務を果たすと同時に、アジア各国の計量技術者に対し教習の機会を提供した。

研究開発面での成果例としては、以下のようなものが挙げられる。①5N・m～20kN・m の範囲で世界トップクラスのトルク標準機を開発し、トルク校正のため校正技術を確立した。これにより、エンジン性能評価等に用いられるトルクメータの精度保証や、航空機整備等に用いられるトルク工具の信頼性確保が可能となった。②試料一体型フリンジスキャン機構の開発とフーリエ変換法の応用により、振動の多い環境下でも使用可能な平面度計測技術を開発した。これにより、シリコンウェハー、ハードディスク基板、フラットディスプレイパネル検査に利用される高精度平面度校正技術が確立された。③薄膜・多層膜構造材料の評価に必要な深さ方向スケール（シリコン酸化膜/シリコン）多層膜標準物質を開発し、トレーサビリティの確保された X 線反射率測定法を用いて評価をおこなった。これによって表面分析装置の深さ方向の高精度での校正が可能となり、信頼性の高い高精度薄膜デバイス評価が可能となった。④フェムト秒パルスを用いた距離計測技術を開発・A4サイズのコンパクト化を実現し、無補正でも240m の距離において、2 $\mu$ m の精度で測定できるようになった。⑤絶縁材料部に高純度アルミナを使用し、感温部の白金線を折り曲げ構造とすることで、1000℃以上の高温度領域で1万分の1℃の分解能で測定できる白金抵抗温度計を開発した。これにより産業ニーズの高い1000℃付近での温度測定精度が飛躍的に向上し、プロセス等で用いる加熱炉温度の高精度制御が可能となった。

## 2. 計測技術

また計測技術に関しては、新たに計測フロンティア研究部門と実環境計測・診断研究ラボを本年度4月に設立して研究体制を整備した。前者は、産業技術に主要な役割を果たす「遷移・変移現象」の解明・制御・利用を対象として、その計測・評価技術とそこから派生する制御技術の開発を目標とする。当該分野に属していた（旧）極微プロファイル計測研究ラボに加えて、他分野の（旧）物質プロセス研究部門・（旧）セラミックス研究部門・光技術研究部門等12の研究ユニットの計測・評価技術に関する研究者を母体に設立された。後者は、センサ材料技術を中核とし、産業や生活の多様な分野で必要とされる実環境での計測・診断技術の開発による産業の高度化と多様化する社会における安心・安全の確保に貢献することを目的として、（旧）基礎素材研究部門から分離設立された。

平成16年度の、これら2ユニットにおける計測・評価技術の主な研究成果としては、以下が挙げられる。①計測技術の基本要素である光源系の高性能化・多機能化・小型化により多様な物質情報の選択的取得を可能にするために、赤外から X・ $\gamma$ 線に至る高輝度広帯域光源としての多機能放射光・自由電子レーザー、及び高機能量子放射源としての低速陽電子ビームの発生・制御の高度化と計測・分析・評価技術への利用の研究を進めた。従来よりも極短波長領域の偏光特性を利用した円偏光二色性（CD）測定が可能になったことをアミノ酸の光学異性体識別を通して示す一方、低速陽電子ビームを用いた材料評価法による極微空孔構造の解明に基づき材料プロセスの最適化を確立するなど、顕著な成果が得られた。②燃料電池自動車などでの水素貯蔵の安全性を確立するために、高圧水素雰囲気材料試験装置を試作して、貯蔵容器候補材料である低合金鋼等の70MPa 水素中での材料評価を行い、脆化に及ぼす水素の影響を調べると共に、35MPa 級高圧水素貯蔵の高圧ガス保安法にかかる例示基準の基礎資料として提供した。③プラントや橋梁等の鉄鋼基材の損傷評価を可能にするために、圧電素子からの超音波の発振をブラッグ格子型光ファイバーで受信するアクティブセンシング方法による歪み・超音波同時計測技術を開発し、亀裂

長5mm 以下のクラックを面積 $0.25\text{mm}^2$ の範囲で検出できる技術を構築した。④セラミックス表面の加工損傷評価方法を規格化するために、加工損傷や摩擦・摩耗時に発生する表面直下の損傷をプラズマエッチングと染色液の強制含浸および EPMA 観察により可視化する技術を開発し、この方法による解析結果に基づき JIS 原案「ファインセラミックスの加工損傷による強度変化の統計的評価法」を完成させた。⑤ヒューマノイドロボットや医療・福祉機器等への応用を可能にするために、アルミ箔の上に AlN 圧電体薄膜を形成することによって、紙のようにしなやかで薄い高機能圧力センサを開発した。⑥応力計測・解析システムに応用するために、外力に応じて自ら発光する応力発光体についての化学組成および結晶構造を最適化するとともに微粒子合成技術を確立し、日中でも目視出来るレベルの高輝度を実現した応力発光体の開発に成功した。

### 3. 分野融合

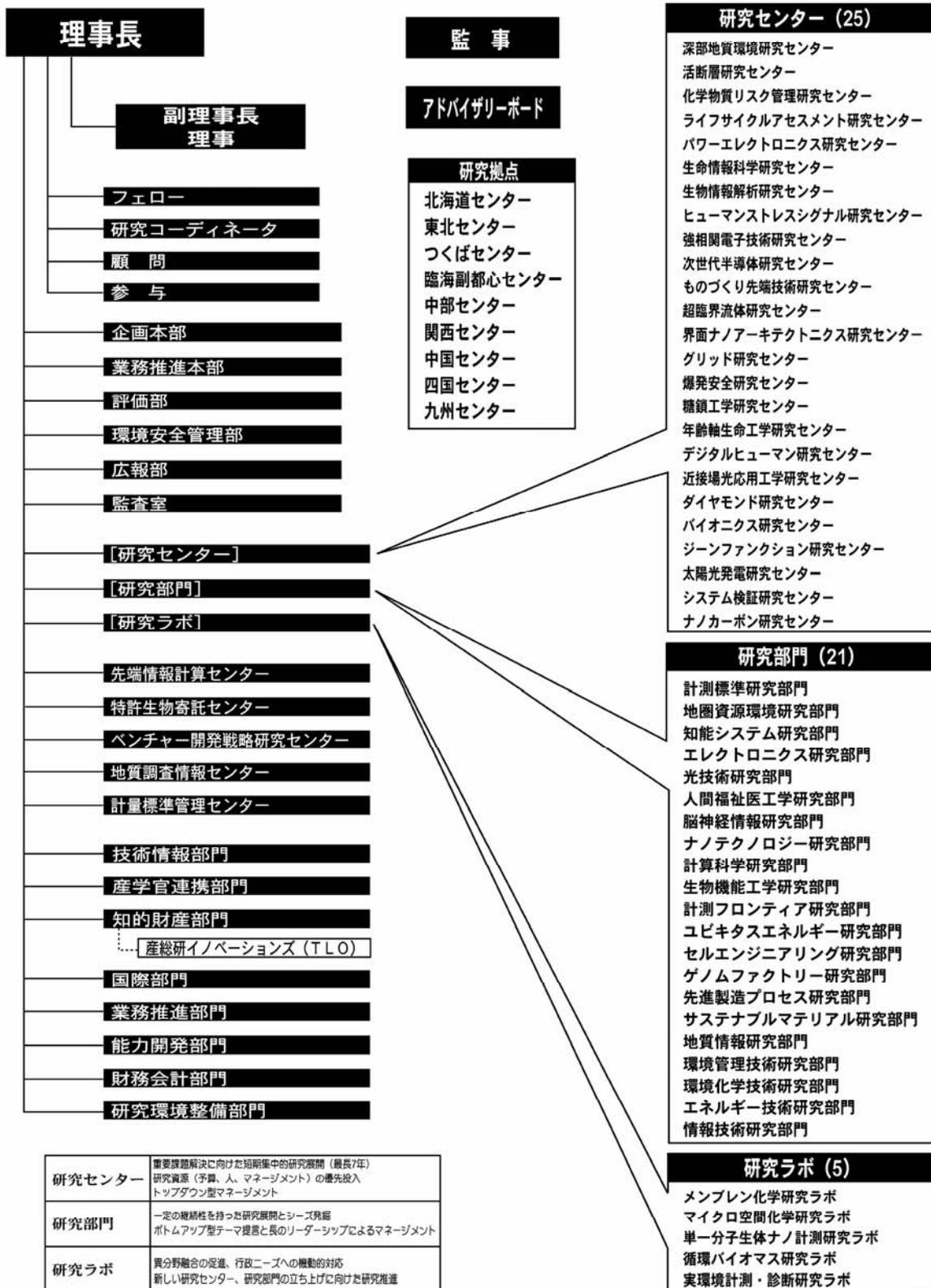
また、当該分野と他分野（とくにライフサイエンス）との間の融合研究の成果としては、以下がある。①「多次元情報飛行時間質量分光法の開発」として、従来定性分析のみ可能であった質量分析法を定量分析に変革するための標準機器を構築する研究を進めた。原子から巨大なタンパク質まで対応できる超伝導検出器の開発を進め、500 kDa 以上の巨大分子イオンの検出ができることを確認し、質量数の測定・イオンエネルギー・イオンカウンティングの3次元質量分光を実現した。②「バイオメディカル計測標準の先導的開発」として、生体物質・生理活性物質から DNA、ペプチド、タンパク質、細胞までの各レベルにおいて、バイオメディカル分野で不可欠な知的基盤である計測の標準化や標準物質の研究を進めた。開発したコレステロール標準物質が NMIJ 認証標準物質として認証され供給段階へ移行する、などの成果を挙げた。

## 3. 幹部名簿

役 職	氏 名	任 期	就任年月日
理事長・ベンチャー開発戦略研究センター長	吉川 弘之	4年	平成13年 4月 1日
副理事長・つくばセンター所長	小玉喜三郎	2年	平成15年 4月 1日
理事・企画本部長	吉海 正憲	2年7月	平成14年 9月 1日
理事・業務推進本部長	小林 憲明	1年9月	平成15年 7月11日
理事・評価部長	小林 直人	2年	平成15年 4月 1日
理事・環境安全管理部長	田中 一宜	4年	平成13年 4月 1日
理事・つくばセンター所長代理 ・広報部長・先端情報計算センター長	田辺 義一	2年	平成15年 4月 1日
理事	曾良 達生	2年	平成15年 4月 1日
理事・臨海副都心センター所長	曾我 直弘	4年	平成13年 4月 1日
理事・中部センター所長	筒井 康賢	2年	平成15年 4月 1日
理事・関西センター所長	請川 孝治	2年	平成15年 4月 1日
理事（非常勤）	池上 徹彦	4年	平成13年 4月 1日
監事	百瀬 英夫	2年	平成15年 4月 1日
監事（非常勤）	松本 正義	2年	平成15年 4月 1日

(平成17年3月31日現在)

4. 組織図



独立行政法人産業技術総合研究所の組織図（平成17年3月31日現在）

5. 組織編成

年月日	組織規程	組織規則	組織細則
平成16年4月1日	<p>研究系を廃止 理事長直属の職としての管理監の職制を廃止 研究系の廃止に伴い、研究系長の職制を廃止</p>	<p>フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター、ティッシュエンジニアリング研究センター、マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター、高分子基盤技術研究センター、光反応制御研究センター、新炭素系材料開発研究センター、シナジーマテリアル研究センター及びスマートストラクチャー研究センターを廃止 太陽光発電研究センター、システム検証研究センター及びナノカーボン研究センターを設置 物質プロセス研究部門、セラミックス研究部門、基礎素材研究部門及び機械システム研究部門を廃止 計測フロンティア研究部門、ユビキタスエネルギー研究部門、セルエンジニアリング研究部門、ゲノムファクトリー研究部門、先進製造プロセス研究部門及びサステナブルマテリアル研究部門を設置 研究系の廃止に伴い、人間系特別研究体及び生活環境系特別研究体を廃止 薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ、ライフエレクトロニクス研究ラボ、極微プロファイル計測研究ラボ及びシステム検証研究ラボを廃止 実環境計測・診断研究ラボの設置 技術情報部門の技術情報調査室、技術経営調査室及び特別調査室を廃止し、同部門に技術情報室、研究経営調査室及び技術情報部門東京分室を設置 地域センター所長直属の職としての管理監の職制を設置 地域センター次長及び首席評価役の職制を新設 ビジネスクリエータ及びビジネスクリエータ補佐の職制を廃止 スタートアップ・アドバイザー及びスタートアップ・アドバイザー補佐の職制を設置 研究系の廃止に伴い、研究系の総括研究員及び副研究系長の職制を廃止</p>	<p>深部地質環境研究センターの地下水チーム及び深部流体チームを廃止し、同研究センターに深層地下水チームを設置 活断層研究センターの活断層情報研究チームを廃止し、同研究センターに海溝型地震履歴研究チームを設置 化学物質リスク管理研究センターの水圏生態リスク評価チームを廃止し、同研究センターに水圏環境評価チーム及び生態リスク解析チームを設置 フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センターの廃止に伴い、同研究センターの評価チーム、分子設計チーム及び合成チームを廃止 ティッシュエンジニアリング研究センターの廃止に伴い、同研究センターのメディカルデバイスチーム、細胞工学チーム、組織再生工学チーム、組織遺伝子チーム及び動物実験代替システムチームを廃止 ヒューマンストレスシグナル研究センターのストレス・加齢工学研究チーム及び石坂・淀井特別研究室を廃止 強相関電子技術研究センターに強相関有期エレクトロニクスチームを設置 マイクロ・ナノ機能広域発現研究センターの廃止に伴い、同研究センターのマイクロ・ナノ機能研究チーム及び機能付加工研究チームを廃止 ものづくり先端技術研究センターの形成技術研究チームを廃止し、同研究センターに総合技術研究チームを設置 高分子基盤技術研究センターの廃止に伴い、同研究センターの高分子合成研究チーム、構造・物性研究チーム及び成形加工研究チームを廃止 光反応制御研究センターの廃止に伴い、同研究センターの光反応機構チーム、太陽光エネルギー変換チーム、レーザー反応制御チーム及びレーザー精密プロセスチームを廃止 新炭素系材料開発研究センターの廃止に伴い、同研究センターのナノカーボンチーム、表面機能制御材料チーム及びカーボン計測評価チームを廃止 シナジーマテリアル研究センターの廃止に伴い、同研究センターの摺動材料チーム、環境浄化材料チーム、環境認識材料チーム及び高温高耐性材料チームを廃止 スマートストラクチャー研究センターの廃止に伴い、同研究センターのデバイス技術研究チーム、圧電材料研究チーム、センシング技術研究チーム及び構造制御研究チームを廃止 糖鎖工学研究センターの遺伝子ダイナミ</p>

		<p>ックスチーム及び遺伝子応用技術チームを廃止</p> <p>太陽光発電研究センターの設置に伴い、同研究センターに結晶シリコンチーム、シリコン新材料チーム、化合物薄膜チーム、評価チーム及びシステムチームを設置</p> <p>システム検証研究センターの設置に伴い、同研究センターに定理証明研究チーム及びモデル検査研究チームを設置</p> <p>ナノカーボン研究センターの設置に伴い、同研究センターにナノカーボンチーム、表面機能制御材料チーム及びカーボン計測評価チームを設置</p> <p>計測標準研究部門流量計測科の流量標準研究室を廃止し、同科に気体流量標準研究室及び液体流量標準研究室を設置</p> <p>計測標準研究部門電磁波計測科の高周波電磁界標準研究室を廃止し、同科に高周波標準研究室及び電磁界標準研究室を設置</p> <p>計測標準研究部門有機分析科にバイオメディカル標準研究室を設置</p> <p>海洋資源環境研究部門の分離吸着材料開発研究グループ、環境調和プラスチック開発研究グループ、水中加工自動化技術開発研究グループ及び海洋環境材料開発研究グループを廃止し、同研究部門に水環境浄化再生研究グループを設置</p> <p>電力エネルギー研究部門の薄膜太陽電池グループ、半導体エネルギーデバイスグループ及び太陽光発電システムグループを廃止し、同研究部門に太陽光エネルギー変換グループを設置</p> <p>環境管理研究部門にフッ素化合物評価研究グループ及びフッ素化合物合成研究グループを設置</p> <p>環境調和技術研究部門にグリーンプラスチックグループ、グリーンバイオグループ、グリーンガラスグループ及び分子触媒グループを設置</p> <p>知能システム研究部門に安全知能研究グループを設置</p> <p>光技術研究部門の量子ナノ構造グループ及び光エレクトロニクス材料グループを廃止し、同研究部門にレーザー精密プロセスグループを設置</p> <p>人間福祉医工学研究部門に暮らし情報工学グループを設置</p> <p>物質プロセス研究部門の廃止に伴い、同研究部門の触媒・膜システムグループ、分子触媒グループ、高圧化学グループ、無機固体化学グループ、物性解析グループ、機能分子化学グループ、生体関連機能物質グループ、環境適合型高分子材料グループ及び微小重力科学グループを廃止</p> <p>セラミックス研究部門の廃止に伴い、同研究部門のテーラードリキッドソース研</p>
--	--	--

		<p>究グループ、機能複合粉体研究グループ、低環境負荷型焼結技術研究グループ、生体機能性セラミックス研究グループ、メソポーラスセラミックス研究グループ、空間機能化セラミックス研究グループ、力学特性標準技術研究グループ、化学計測研究グループ、環境材料化学研究グループ、粒子配列制御研究グループ、超音波プロセス研究グループ、データベース基盤技術研究グループ及び分子機能解析研究グループを廃止</p> <p>基礎素材研究部門の廃止に伴い、同研究部門の金属材料組織制御・評価研究グループ、軽量金属材料凝固プロセス研究グループ、木質材料組織制御研究グループ、機能付与リサイクル技術研究グループ、金属系複合材料研究グループ、耐環境性評価技術研究グループ、セラミックス系複合材料研究グループ、高耐久性コーティング研究グループ、高耐食性コーティング研究グループ、環境応答機能薄膜研究グループ、機能性ナノマテリアル研究グループ、高耐久性材料研究グループ、相制御プロセス研究グループ、機能性金属材料研究グループ、多機能材料技術研究グループ、無機・有機複合化材料技術研究グループ、天然素材複合化技術研究グループ、予測診断技術研究グループ及び環境浄化複合材料研究グループを廃止</p> <p>機械システム研究部門の廃止に伴い、同研究部門のファインファクトリー研究グループ、プロセスメカニズム研究グループ、集積機械研究グループ、循環型生産システム研究グループ、循環型材料加工研究グループ、循環型機械材料研究グループ、トライボロジー研究グループ、先進材料・構造健全性研究グループ及び複雑現象工学研究グループを廃止</p> <p>ナノテクノロジー研究部門に分子スマートシステムグループ、高分子合成研究グループ、高分子構造・物性研究グループ及び高分子成形加工研究グループを設置</p> <p>生物機能工学研究部門の遺伝子資源解析研究グループ、分子環境適応研究グループ、遺伝子発現工学研究グループ、生物資源高度利用研究グループ、マイクロ生物化学工学研究グループ、蛋白質構造研究グループ、遺伝子機能制御研究グループ及び植物分子工学研究グループを廃止し、同研究部門に生物共生相互作用研究グループ、健康維持機能物質開発研究グループ及び遺伝子応用技術研究グループを設置</p> <p>計測フロンティア研究部門の設置に伴い、同研究部門に活性種計測技術研究グループ、超分光システム開発研究グループ、ナノ移動解析研究グループ、水素脆化評価研究グループ、構造体診断技術研</p>
--	--	--

		<p>究グループ、不均質性解析研究グループ及び無機粉体評価研究グループを設置</p> <p>ユビキタスエネルギー研究部門の設置に伴い、同研究部門にナノ材料科学研究グループ、新エネルギー媒体研究グループ、分子材料デバイス研究グループ、次世代燃料電池研究グループ、燃料電池機能解析研究グループ及び蓄電デバイス研究グループを設置</p> <p>セルエンジニアリング研究部門の設置に伴い、同研究部門に組織・再生工学研究グループ、細胞ナノ操作工学研究グループ、ニューロニクス研究グループ、セルダイナミクス研究グループ、人工細胞研究グループ、分子創製研究グループ及び細胞分子機能研究グループを設置</p> <p>ゲノムファクトリー研究部門の設置に伴い、同研究部門に植物分子工学研究グループ、遺伝子発現工学研究グループ、分子発現制御研究グループ、遺伝子資源解析研究グループ、機能性蛋白質研究グループ、生物資源高度利用研究グループ及び界面生体工学研究グループを設置</p> <p>先進製造プロセス研究部門の設置に伴い、同研究部門に機能モジュール化研究グループ、結晶機能制御研究グループ、循環型生産システム研究グループ、難加工材成形研究グループ、先進焼結技術研究グループ、超音波プロセス研究グループ、テーラードリキッド集積研究グループ、トライボロジー研究グループ、集積加工研究グループ、マイクロ実装研究グループ、融合型機能エンハンス製造技術研究グループ、高性能部材化プロセス研究グループ、高温部材化プロセス研究グループ、生体機構プロセス研究グループ、ファインファクトリー研究グループ、レーザー微細加工研究グループ、センサインテグレーション研究グループ、損傷機構・構造健全性研究グループ及び複雑現象工学研究グループを設置</p> <p>サステナブルマテリアル研究部門の設置に伴い、同研究部門に環境適応型合金開発研究グループ、凝固プロセス研究グループ、構造部材成形研究グループ、金属材料組織制御研究グループ、高耐久性コーティング研究グループ、金属部材構造制御研究グループ、環境応答機能薄膜研究グループ、木質材料組織制御研究グループ、メソポーラスセラミックス研究グループ、セラミックス応用部材研究グループ、金属間化合物材料研究グループ、相制御材料研究グループ、環境セラミックス研究グループ及び電子セラミックス粉体研究グループを設置</p> <p>研究系の廃止に伴い、人間系特別研究体の動的構造機能制御研究グループ、精密構造解析研究グループ、細胞機能操作研究グループ、ニューロニクス研究グループ</p>
--	--	--

			<p>ブ、メソフェーズ工学研究グループ、刺激応答材料研究グループ及びグリーンバイオ研究グループ並びに生活環境系特別研究体の次世代電池研究グループ、小型燃料電池研究グループ、界面機能制御研究グループ、界面イオニクス研究グループ、ナノ界面機能科学研究グループ、新テーマ発掘研究グループ、生活環境素材研究グループ及び新エネルギー媒体研究グループを廃止</p> <p>植物成長剤開発応用連携研究体、熔融炭酸塩形燃料電池連携研究体、電池システム連携研究体、大分福祉技術連携研究体及び環境保全技術連携研究体を廃止</p> <p>電池システム連携研究体、マイクロ燃料電池連携研究体、環境調和型バイオマス高度利用連携研究体、マイクロ熱流体システム活用エネルギー有効利用連携研究体、光・電子 SI 連携研究体、バイオナノ分子機能集積化連携研究体、環境調和型材料連携研究体、スループロットを最大化する住空間システム連携研究体及び材料の組織・特性設計統合化システム開発連携研究体、表面機能化技術連携研究体及び植物成長剤開発応用連携研究体を設置</p> <p>北海道センターの札幌北サイトを廃止 九州センターに大分サイトを設置</p>
<p>平成16年5月1日</p>		<p>技術と社会研究センターを廃止</p> <p>地球科学情報研究部門、海洋資源環境研究部門、環境管理研究部門及び環境調和技術研究部門を廃止</p> <p>地質情報研究部門、環境管理技術研究部門及び環境化学技術研究部門を設置</p> <p>先端情報計算センターの情報企画室、情報基盤研究開発室及び情報システム部を廃止</p> <p>業務推進部門に業務推進総括室を設置</p> <p>先端情報計算センターの次長の職制を設置</p>	<p>地球科学情報研究部門の廃止に伴い、堆積層序システム研究グループ、複合構造システム研究グループ、火山複合システム研究グループ、深成変成システム研究グループ、地質統合研究グループ、複合年代層序研究グループ、地球物理情報研究グループ、地殻構造研究グループ、地球化学研究グループ、微小領域同位体研究グループ、地震地下水研究グループ、地震発生過程研究グループ、実験地震学研究グループ、火山活動研究グループ、マグマ活動研究グループ、アジア地圏情報研究グループ、情報解析研究グループ、地質リモートセンシング研究グループ及び地質標本研究グループを廃止</p> <p>海洋資源環境研究部門の廃止に伴い、海底系資源・環境研究グループ、海洋地球変動研究グループ、沿岸環境保全研究グループ、海洋生態機能開発研究グループ、海洋地質研究グループ、海洋地球物理研究グループ、生態系環境修復研究グループ、海洋環境モニタリング研究グループ及び水環境浄化再生研究グループを廃止</p> <p>エネルギー利用研究部門の炭化水素循環・利用研究グループを廃止し、同研究部門に水素化精製触媒研究グループを設置</p> <p>環境管理研究部門の廃止に伴い、環境計測研究グループ、環境分子科学研究グループ、環境流体工学研究グループ、計測</p>

		<p>技術研究グループ、浄化機能促進研究グループ、浄化触媒研究グループ、水質浄化研究グループ、生態系機能制御研究グループ、大気環境評価研究グループ、地球環境評価研究グループ、光利用研究グループ、励起化学研究グループ、フッ素化合物評価研究グループ及びフッ素化合物合成研究グループを廃止</p> <p>環境調和技術研究部門の廃止に伴い、エコマテリアルグループ、再資源化グループ、粒子分離グループ、金属回収グループ、膜分離プロセスグループ、グリーンプロセスグループ、熱利用化学システムグループ、クリーン燃料グループ、触媒設計グループ、炭化水素変換グループ、高压流体プロセスグループ、グリーンケミストリーグループ、触媒解析グループ、ナノ粒子触媒グループ、グリーンプラスチックグループ、グリーンバイオグループ、グリーンガラスグループ及び分子触媒グループを廃止</p> <p>先進製造プロセス研究部門に製造プロセス数理解析研究グループを設置</p> <p>地質情報研究部門の設置に伴い、同研究部門に都市地質研究グループ、沿岸地質研究グループ、物質循環研究グループ、地球化学研究グループ、地殻構造研究グループ、沿岸海洋研究グループ、地震地下水研究グループ、地震発生過程研究グループ、実験地震学研究グループ、火山活動研究グループ、マグマ活動研究グループ、海洋地球物理研究グループ、海底系資源研究グループ、海洋地質研究グループ、複合構造システム研究グループ、火山複合システム研究グループ、深成変成システム研究グループ、地質統合・堆積層序研究グループ、地球物理情報研究グループ、微小領域同位体研究グループ、アジア地圏情報研究グループ、情報解析研究グループ、地質標本研究グループ、複合年代層序研究グループ及び地質リモートセンシング研究グループを設置</p> <p>環境管理技術研究部門の設置に伴い、同研究部門に計測技術研究グループ、粒子計測研究グループ、未規制物質研究グループ、環境分子科学研究グループ、光利用研究グループ、励起化学研究グループ、吸着分解研究グループ、浄化触媒研究グループ、浄化機能促進研究グループ、融合浄化研究グループ、界面機能応用研究グループ、リサイクルシステム評価研究グループ、リサイクル基盤技術研究グループ、金属リサイクル研究グループ、大気環境評価研究グループ、地球環境評価研究グループ及び環境流体工学研究グループを設置</p> <p>環境化学技術研究部門の設置に伴い、同研究部門にグリーンバイオグループ、グリーンプラスチックグループ、グリーン</p>
--	--	---

産業技術総合研究所

			ガラスグループ、フッ素化合物合成グループ、フッ素化合物評価グループ、グリーンケミストリーグループ、分子触媒グループ、触媒解析グループ、ナノ粒子触媒グループ、炭化水素変換グループ、触媒設計グループ、膜分離プロセスグループ、グリーンプロセスグループ及び熱利用化学システムグループを設置 瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体を設置
平成16年5月15日			プラティオン連携研究体を廃止
平成16年6月1日			バイオニクス研究センターのブラディオニチームを廃止
平成16年7月1日	広報部、計量標準管理センター、知的財産部門を設置 成果普及部門を廃止 広報部長及び計量標準管理センター長の職制を設置	企画本部の報道室及び材料戦略室を廃止 広報部の設置に伴い、同部に広報企画室、CC 推進室、広報業務室、e 広報室、出版室、展示業務室、地質調査推進室、地質情報管理室及び地質標本館を設置 エネルギー利用研究部門及び電力エネルギー研究部門を廃止 エネルギー技術研究部門を設置 計量標準管理センターの設置に伴い、同センターに計量標準計画室、標準供給保証室、国際計量室及び計量研修センターを設置 技術情報部門の CI 推進室を廃止し、同部門に情報基盤整備室を設置 産学官連携部門の知的財産部を廃止し、同部の知的財産企画室及び知的財産管理室を廃止 産学官連携部門に工業標準部を設置し、同部に工業標準企画室及び工業標準室を設置 知的財産部門の設置に伴い、同部門に知的財産企画室、知的財産高度化支援室及び知的財産管理室を設置 成果普及部門の廃止に伴い、同部門の広報出版部並びに同部の広報室及び出版室、研究成果情報部並びに同部のデータ調査整備室及び成果普及室、地質調査情報部並びに同部の地質調査推進室及び地質情報管理室、計量標準管理部並びに同部の計量行政調査室及び標準供給保証室、工業標準部並びに同部の工業標準企画室及び工業標準整備室、地質標本館並びに計量研修センターを廃止 国際部門の国際標準協力室を廃止 知的財産コーディネータの職制を設置 研究広報監の職制を廃止	ライフサイクルアセスメント研究センターのエネルギー評価研究チームを廃止 計測標準研究部門時間周波数科に周波数システム研究室を設置 エネルギー利用研究部門の廃止に伴い、小型分散システム研究グループ、循環システム研究グループ、熱・物質移動制御研究グループ、エネルギー変換材料研究グループ、ターボマシ研究グループ、クリーン動力研究グループ、熱回生利用研究グループ、燃焼反応制御研究グループ、ガスハイドレート研究グループ、エネルギー貯蔵材料研究グループ、システム安全研究グループ、バイオマス研究グループ、新燃料開発研究グループ、クリーン燃料研究グループ、熱化学研究グループ、分子化学研究グループ及び水素化精製触媒研究グループを廃止 電力エネルギー研究部門の廃止に伴い、超電導応用グループ、超電導材料技術グループ、エネルギーネットワークグループ、燃料電池グループ、エネルギー材料グループ、熱電変換グループ、水素エネルギーグループ、核融合プラズマグループ、パワーレーザーグループ、宇宙技術グループ及び太陽光エネルギー変換グループを廃止 計算科学研究部門の連続体モデリング研究グループを廃止 環境化学技術研究部門のグリーンガラスグループを廃止し、同部門に高機能ガラスグループを設置 エネルギー技術研究部門の設置に伴い、エネルギーネットワークグループ、分散システムグループ、熱利用グループ、ターボマシ研究グループ、燃焼評価グループ、安全評価グループ、超電導応用グループ、宇宙技術グループ、クリーン動力グループ、燃料電池グループ、熱電変換グループ、高温エネルギー材料グループ、エネルギー貯蔵材料グループ、ナノエネルギー材料グループ、超電導材料技術グループ、パワーレーザーグループ、核融合プラズマグループ、水素エネルギーグループ、太陽光エネルギー変換グループ、新燃料グループ、クリーン燃料グループ、水素化精製触媒グループ、バイ

総 説

			<p>オマスグループ及びガスハイドレートグループを設置</p> <p>スループットを最大化する住空間システム連携研究体及び表面機能化技術連携研究体を廃止</p> <p>地域対応型分散システム連携研究体及び生活環境技術連携研究体を設置</p>
平成16年7月15日		<p>サイバーアシスト研究センターを廃止</p> <p>情報処理研究部門を廃止</p> <p>情報技術研究部門を設置</p>	<p>サイバーアシスト研究センターの廃止に伴い、デバイス研究チーム、ソフトウェア研究チーム、コンテンツ研究チーム、マルチエージェント研究チーム及びインタフェース研究チームを廃止</p> <p>情報処理研究部門の廃止に伴い、メディアインタラクショングループ、グローバル IT セキュリティグループ及び次世代ユーザインタフェースグループを廃止</p> <p>知能システム研究部門の知的インタフェース研究グループを廃止し、同研究部門に空間機能研究グループを設置</p> <p>光技術研究部門の広帯域量子放射技術グループ、放射光利用技術グループ及び高機能量子ビーム開発利用グループを廃止</p> <p>計測フロンティア研究部門に、光・量子イメージング技術研究グループ及び極微欠陥評価研究グループを設置</p> <p>情報技術研究部門の設置に伴い、グローバル IT セキュリティグループ、情報流デザイングループ、メディアインタラクショングループ、知的インタフェースグループ、ユビキタスインタフェースグループ、マルチエージェントグループ、知的コンテンツグループ及びユビキタスソフトウェアグループを設置</p>
平成16年8月1日	<p>地質調査情報センターを設置</p> <p>地質調査情報センター長の職制を設置</p>	<p>広報部の地質調査推進室及び地質情報管理室を廃止</p> <p>地質調査情報センターの設置に伴い、同センターに地質調査企画室、地質情報整備室及び地質資料管理室を設置</p> <p>国際部門の国際地質協力室を廃止</p> <p>連携調整主幹の職制を設置</p> <p>技術協力主幹の職制を廃止</p>	<p>ナノテクノロジー研究部門の高分子合成研究グループを廃止</p> <p>環境化学技術研究部門に機能性高分子グループを設置</p>
平成16年8月15日			<p>環境化学技術研究部門の炭化水素変換グループを廃止</p> <p>エネルギー技術研究部門に炭化水素変換触媒グループを設置</p>
平成16年9月1日			<p>グリッド研究センターの大規模データ応用チーム及びグリッド応用チームを廃止し、同研究センターに科学技術基盤チーム、ビジネス応用チーム及びデータグリッドチームを設置</p> <p>爆発安全研究センターに高密度エネルギー研究チームを設置</p> <p>環境化学技術研究部門のグリーンバイオグループ、グリーンプラスチックグループ、グリーンケミストリーグループ、触媒解析グループ、触媒設計グループ及びグリーンプロセスグループを廃止し、同</p>

			研究部門にバイオベースポリマーグループ、循環型高分子グループ、精密有機反応制御グループ、酸化触媒グループ、Nox 除去触媒グループ及びバイオ・ケミカルプロセスグループを設置 ペプチド遺伝子検出連携研究体を廃止 高選択酸化技術連携研究体を設置
平成16年10月1日			化学物質リスク管理研究センターに環境暴露モデリングチームを設置 光技術研究部門にバイオメディカルイメージンググループを設置
平成16年11月1日			年齢軸生命工学研究センターのセルレギュレーションチームを廃止 ダイヤモンド研究センターのデバイス開発チームを廃止し、同研究センターに半導体デバイスチーム及び受動デバイスチームを設置 脳神経情報研究部門に脳細胞制御研究グループを設置 地質情報研究部門の都市地質研究グループ、沿岸地質研究グループ、地震発生過程研究グループ、実験地震学研究グループ、海洋地球物理研究グループ、海底系資源研究グループ、複合構造システム研究グループ、火山複合システム研究グループ、深成変成システム研究グループ、地質統合・堆積層序研究グループ、微小領域同位体研究グループ、アジア地圏情報研究グループ、情報解析研究グループ及び複合年代層序研究グループを廃止し、同研究部門に沿岸都市地質研究グループ、地震発生機構研究グループ、マグマ熱水系研究グループ、海底系地球科学研究グループ、地球変動史研究グループ、島弧堆積盆研究グループ、島弧複合地質研究グループ及び統合地質情報研究グループを設置 レーザ応用機能信頼性予測連携研究体を設置
平成16年12月1日			ナノテクノロジー研究部門にナノ流体プロセスグループを設置
平成16年12月10日			ボリュウムグラフィックス連携研究体を廃止
平成17年1月1日			ナノテクノロジー研究部門に自己組織エレクトロニクスグループを設置
平成17年2月21日			ダイヤモンド研究センターの半導体デバイスチーム及び受動デバイスチームを廃止し、同研究センターにデバイス開発チーム及びデバイス企画チームを設置

## II. 業 務

## Ⅱ．業 務

### 1. 研 究

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

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

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

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

#### 1. 鉱工業の科学技術

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

#### 2. 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

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

#### 3. 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

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

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

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

## 研 究

<凡 例>

研究ユニット名 (English Name)

---

研究ユニット長：〇〇 〇〇 存続期間：発足日～終了日

副研究ユニット長：〇〇 〇〇

総括研究員：〇〇 〇〇、〇〇 〇〇

所在地：つくば中央第×、△△センター（主な所在地）

人 員：常勤職員数（研究職員数）

経 費：執行総額 千円（運営交付金 千円）

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

---

外部資金：

テーマ名（制度名／提供元）

テーマ名（制度名／提供元）

発 表：誌上発表〇件（総件数）、口頭発表〇件（総件数）

その他〇件（刊行物等）

---

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

研究グループ長：氏 名（所在地）

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

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

研究グループ長：氏 名（所在地）

概要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

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

連携研究体長：〇〇 〇〇（つくば中央第△、研究職数名）

概要：研究目的、研究手段、方法論

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

---

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

[研究代表者] 氏 名（〇〇研究部門△△研究グループ）

[研究担当者] 〇〇、△△、××、（職員〇名、他〇名）

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

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

[研究代表者] 氏 名（〇〇研究部門△△研究グループ）

[研究担当者] 〇〇、△△、××、（職員〇名、他〇名）

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

(1) 研究ユニット

1) 研究センター

①【深部地質環境研究センター】

(Research Center for Deep Geological Environments)  
(存続期間：2001.4～)

研究センター長：笹田 政克  
副研究センター長：月村 勝宏  
総括研究員：磯部 一洋

所在地：つくば中央第7  
人員：34 (32) 名  
経費：618,376千円 (121,637千円)

概要：

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

高レベル放射性廃棄物の地層処分については、それぞれの分野の研究者により得られた高精度のデータをベースにして、地震・火山活動等地質現象の長期変動についての将来予測の研究を行うとともに、地下深部に埋設される放射性核種の挙動予測についての研究を実施しています。平成16年度は原子力安全・保安院からの委託により、高レベル放射性廃棄物地層処分に係る安全評価のための調査・研究「地層処分にかかる地質情報データの整備」を実施しました。この委託研究では地層処分の外的要因となる地質現象の長期変動についての評価と、三次元的に不均質な天然バリア領域の隔離性能についての評価をテーマにしています。

外部資金：

文部科学省 原子力試験研究委託費「TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価」(9,666千円)

経済産業省 核燃料サイクル施設安全対策技術調査「核燃料サイクル施設安全対策技術調査(放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備)」(482,153千円)

文部科学省 総合研究 「風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響に関する研究」

発表：誌上発表51件、口頭発表114件、その他19件

地質総括チーム

(General Geology Team)

研究チーム長：渡部 芳夫

(つくば中央第7)

概要：

「3次元地質モデルの研究」では、新潟・山形県境に位置する金丸地区を対象とした、地表地質調査、渓流水・土壌水調査・ボーリング調査、ならびにボーリング孔における地下水長期水質観測結果をとりまとめるとともに、これらのボーリング孔内水の水理地質学的構造と地層層序に基づく地質モデルを作成し、あわせて地下地質性状の把握手法の検討を行った。

また、地質環境図類などのオンライン情報発信の技術開発を行うとともに、「地質データの統合とデータベースシステムの構築の研究」では基盤 GIS データと関連要素データベースの構築を継続し、複合データベースの拡張を開始した。この結果、本年度末時点で、集約対象の548点の処理を完了し、昨年度完了分とあわせて1,306点の地図類について基盤 GIS データ化を完了した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目18、テーマ題目19、テーマ題目20、テーマ題目29、テーマ題目34、テーマ題目35、テーマ題目40

地球物理チーム

(Geophysical Exploration Team)

研究チーム長：牧野 雅彦

(つくば中央第7)

概要：

結晶質岩地域、火山地域、活断層周辺等の地下地質および深部基盤構造を明らかにするために、精密重力探査手法および弾性波探査手法に関する研究開発を行った。結晶質岩地域のボーリング孔で開口亀裂を評価できる弾性波探査手法の研究開発を進め、現地試験においてハイドロフォン VSP のチューブ波により採水可能な亀裂の評価を行い、手法の有効性と実用性について検討した。火山地域周辺の精密重力探査手法に改良を進め、測定装置用電源の軽量化により、岩手火山山頂付近の精密重力探査を効率的に展開した。会津盆地西縁断層とその周辺の地下構造を調べるために会津盆地中央部の精密重力探査を行い、伏在するブロック構造が東側に延長していることを示す重力データを得た。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目6、テーマ題目26、テーマ題目29、テーマ題目30、テーマ題目35

深層地下水チーム

(Crustal Fluid Team)

研究チーム長：風早 康平

(つくば中央第7)

概要：

ヘリウム同位体および希ガス濃度を用いた超長期地下水滞留時間推定手法を開発した。地下水の長期安定性の評価のため、試験的にいくつかの調査フィールドにおいて本手法を用い、地下水年代と地質構造、地層特性等との関連性の研究に着手した。また、北陸-北海道の堆積岩地域において、深層地下水試料の採取を行い、各種化学・同位体組成の分析を行った。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目29、テーマ題目30、テーマ題目35

### 長期変動チーム

(Geodynamics Team)

研究チーム長：山元 孝広

(つくば中央第7)

概要：

1)将来にわたる地震・断層運動の影響評価、2)将来にわたる火山・火成活動の影響評価、3)将来にわたる隆起・浸食の影響評価のテーマで、長期地質変動の事例研究を実施した。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目22、テーマ題目23、テーマ題目24、テーマ題目25、テーマ題目29、テーマ題目30

### 地殻物性チーム

(Rock Physics Team)

研究チーム長：高橋 学

(つくば中央第7)

概要：

今年度は以下の内容について研究を実施した。

- 玄武岩の変形・透水挙動の解明、マイクロフォーカス X 線 CT 法の高度化、水銀圧入式ポロシメータの測定法の検討、透水試験の解析法の検討、透水性のシミュレーションの開発を行った。
- 各種室内透水試験手法ごとの差異を検討するため、トランジェントパルス法、フローポンプ法、定水位法、変水位法を同一の供試体・同一の応力場にて連続して透水係数を測定した。
- 応力測定装置を、応力解放スリットから1m(昨年度は0.5m)の距離にあるボーリング孔内に設置し、原位置キャリブレーション試験を実施した。
- 岩石の物性値が変形・破壊挙動にどの程度影響するかを明らかにすることを目的に、昨年度までに実施した3軸圧縮試験を模擬した数値シミュレーション計算を行った。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目32、テーマ題目33、テーマ題目35、テーマ題目36

### 地球化学チーム

(Geochemistry Team)

研究チーム長：金井 豊

(つくば中央第7)

概要：

高レベル放射性廃棄物地層処分に係る地球化学的研究に資するため、環境における物質の地球化学的サイクルについての研究、地下微生物による影響予測に関する研究、ならびに分析化学的見地からの標準化の研究を行った。核種溶解・沈着の変化予測に関するナチュラルアナログの研究では、分別抽出法を適用して堆積物中のウラン・希土類元素の濃集・溶脱挙動に関する検討を進め、その詳細な挙動を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目38

### 地質情報チーム

(Integrated Geology Team)

研究チーム長：竹野 直人

(つくば中央第7)

概要：

地質情報チームの課題は、高レベル放射性廃棄物地層処分のための地質環境の数値モデリングに関わる技術開発とその適用である。そのためにデータベースやGISの運用および情報機器の整備を行うとともに、透水試験や拡散試験などの物性データの高精度な取得の研究を行っている。またフィールドでの研究として、物理探査データを用いたモデル作成のフィージビリティスタディや火山活動に伴う熱水変質作用についての研究も行っている。

研究テーマ：テーマ題目11、テーマ題目20、テーマ題目27、テーマ題目28、テーマ題目34、テーマ題目37、テーマ題目41

### 化学反応チーム

(Water-Rock Interaction Team)

研究チーム長：月村 勝宏

(つくば中央7)

概要：

化学反応チームの目的は、地球表層における化学反応や物質循環を解明することである。特に、岩石と地下水との反応を予測する理論を構築すること、および岩石の生成、風化・溶解、海底への堆積、堆積物のもぐり込みなど地球規模での物質循環を明らかにすることである。研究手段は、フィールド調査(地表地質調査、ボーリング掘削による岩石採取)、固体分析(顕微鏡、EPMA、電子顕微鏡、X線回析、原子吸光、熱分析、赤外、ラマン)、液体分析(ICP、イオンクロマト、ICP-MAS)、反応実験(熱水反応装置、雰囲気制御できる岩石・水反応装置)、理論計算(熱力学、統計力学、結晶学)である。これらの個々の手

法をレベルアップさせるとともに、これらを組み合わせた総合的研究を行っている。また、国内外の学会出席や外部研究者を招聘しての研究会を開催して最新情報を得ている。

研究テーマ：テーマ題目12、テーマ題目18、テーマ題目20、テーマ題目21、テーマ題目39、テーマ題目40

**【テーマ題目1】地下浅部での地層物質の鉱物学的・熱力学的特性変化の解明（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 渡部 芳夫（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

**【研究担当者】** 渡部 芳夫、関 陽児、塚本 斉、鈴木 正哉、内藤 一樹（職員5名）

**【研究内容】**

地表から地下浅部における地層物質・非晶質物質・有機物等の風化・変質・続成作用について、本年度は山間渓流水の水質形成機構について取得流量データの解析と季節変動データの補備調査を進めるとともに、主要水質成分と微量成分の河川運搬質量の計算を行い、標準データとして公表した。この他、イモゴライト等の非晶質物質の生成条件等の研究を進めた。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** 河川流量、水質形成、土壌物質、非晶質物質

**【テーマ題目2】情報技術を用いた地質の情報提供に関する研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 渡部 芳夫（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

**【研究担当者】** 渡部 芳夫、内藤 一樹、宮城 磯治（職員3名）

**【研究内容】**

地質環境図類等のオンライン情報発信の技術開発を行うとともに、ホームページ管理とセンター内データベースシステムの整備を行った。地質環境アトラスの Web 発信システムを整備し、「山形市周辺地域」の電子化とネットワークユーザーインターフェースの開発を完了した。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** 地質環境図、オンライン GIS、ホームページ

**【テーマ題目3】地層中でのバクテリア活動と元素挙動の基礎データ取得（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 渡部 芳夫（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

**【研究担当者】** 渡部 芳夫、山本 伸、難波 謙二、須甲 武士（職員1名、他3名）

**【研究内容】**

地層物質（コア試料）と共存地層水中でのバクテリア等微生物総量（バイオマス）の定性的同定により、地下地質中での微生物活動度の基礎データを得るために、共同研究者を含めた関連研究者との研究会を開催して新たな知見を取りまとめ、研究要素の選定を行った。これと同時に、金丸地域試料での試験的検討のための試料採取・処理、ならびに分析ライン設計を行った。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** バクテリア、地層水、バイオマス、微生物活動度

**【テーマ題目4】地球物理の研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 牧野 雅彦（深部地質環境研究センター地球物理チーム）

**【研究担当者】** 牧野 雅彦、住田 達哉（職員2名）

**【研究内容】**

地震や火山活動等長期的な地殻変動に伴う地質構造に関して定量的な理解を深めることを目的として、精度の高い重力探査データを取得し、それを解析・解釈することによって地下深部から浅部までの密度構造の空間的分布を把握するための手法を確立した。本手法を用いて、条件の異なる様々な地域の会津盆地や草津白根火山・岩手火山等に適用して伏在する地下構造や活動履歴等、新しい地球物理学的知見を得ることができた。また、新潟中越地震の被害地緊急調査として微動探査を実施し、地震被害地域の地盤振動特性を得た。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** 重力探査、密度、伏在構造、火山、断層、中越地震、微動探査

**【テーマ題目5】火山ガス観測機器整備（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 風早 康平（深部地質環境研究センター深層地下水チーム）

**【研究担当者】** 風早 康平、大和田 道子、篠原 宏志（職員2名、他1名）

**【研究内容】**

DOAS（Differential Optical Absorption Spectroscopy）法を用いた小型 SO<sub>2</sub>観測装置の改良型を導入した。東京大学地殻化学実験施設及び東京工業大学火山流体研究センターと共同で、阿蘇火山、桜島火山、薩摩硫黄島火山及び浅間火山において、本装置を用いた合同観測を3度にわたり行い、紫外光の散乱に伴う測定値の変化に関するデータを多く収録した。一方では、本装置を用いて、北海道の雌阿寒岳、十勝岳及び樽前山において、SO<sub>2</sub>放出量観測を行った。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** DOAS、火山ガス、放出量、火山

〔テーマ題目6〕地下水の保全に関する水質指標とマッピングの研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕安原 正也（深部地質環境研究センター深層地下水チーム）

〔研究担当者〕安原 正也、稲村 明彦、牧野 雅彦、風早 康平（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

神戸市街地地域における都市水文環境図の原案を作成した。全国の火山地域、平野部、都市化地域等を対象に、水文環境図の作成を念頭に置き、地下水の実態と水質形成・流動プロセス解明のために不可欠な各種データの整備を行った。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地下水、神戸、都市水文、火山地域、水質、流動

〔テーマ題目7〕マルチアイソトープによる深部上昇流体の検出と地下水年代測定の手法開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕高橋 浩（深部地質環境研究センター深層地下水チーム）

〔研究担当者〕高橋 浩、風早 康平、森川 徳敏（職員3名）

〔研究内容〕

ボーリング調査で得られる亀裂水試料の溶存ガス分析を行うために、低バックグラウンドで試料採取を行うことのできる試料採取容器を製作した。また、名古屋大学への委託研究「異なる地質環境での炭素試料の高精度の $^{14}\text{C}$ 分析に関する研究」により、阿武隈地域で行ったボーリング調査で得た地下水試料の $^{14}\text{C}$ 濃度測定を行った。 $^{14}\text{C}$ と $^4\text{He}$ の関係から、ヘリウムを用いた地下水年代測定の可能性を示した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕ボーリング、試料採取、 $^{14}\text{C}$ 、地下水年代、阿武隈

〔テーマ題目8〕長期地質変動の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕山元 孝広（深部地質環境研究センター長期変動チーム）

〔研究担当者〕山元 孝広、松本 哲一、伊藤 順一、宮城 磯治、桑原 拓一郎（職員5名）

〔研究内容〕

本研究は、地殻変動及び火山活動の基礎的理解を深めることを目的としている。今年度は吾妻・岩手火山・肘折火山の研究、関東北部における広域テフラの研究、K-Ar及びAr/Ar年代測定の研究を行った。また、日本火山学会等の研究集会に積極的に参加し、成果を公表した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地殻変動、火山

〔テーマ題目9〕地殻物性の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕高橋 学（深部地質環境研究センター地殻物性チーム）

〔研究担当者〕高橋 学、成田 孝、富島 康夫（職員3名）

〔研究内容〕

応力源と観測位置の距離を変化させ、応力解放量の変化を原位置実験にて観測した。応力解放量は設置距離に反比例し、倍の距離では半分の値に減少する事が確認された。平成15年度までに実施してきた室内実験の結果を考慮した個別要素法による数値シミュレーション計算を行い、局所的な変形・破壊挙動及び局所的な間隙水の挙動について検討した。屋久島花崗岩体を対象に地域毎の定方位サンプリングコアを用いて各種物性測定を実施した。17世紀から沖縄で作られた焼き締め陶器の内部構造と流体移動特性の関連に関する基礎研究を那覇市歴史民族博物館及び石垣市八重山博物館の研究者と共同で実施した。透水性・貯留性をより正確に評価するため、定常解と非定常解の差異に付いてトランジェントパルス法、フローポンプ法、定水位法、変水位法の各手法毎に整理した。これらの成果は国内外における口頭発表や誌上発表として公表した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕応力測定、間隙水圧、透水試験、透水係数

〔テーマ題目10〕地球化学の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕金井 豊（深部地質環境研究センター地球化学チーム）

〔研究担当者〕金井 豊、上岡 晃、竹内 理恵、三田 直樹（職員4名）

〔研究内容〕

環境における元素・物質の地球化学サイクルを様々な視点から眺めその実態把握と評価を目的とする環境化学の研究では、湖・沿岸域等の底質中放射性核種の測定を行って研究発表に協力するとともに、花崗岩からのウランの溶出実験に関する研究を取りまとめ投稿した。高精度・高確度の同位体比データを得るためNd同位体標準試料JNdi-1を作成・配布・データのコンパイルを行う同位体標準試料の研究では、11カ国16機関へ送付した。化学反応に与える影響に関する知見を得る地下微生物による影響予測に関する研究では、これまで行ってきたマンガン酸化細菌を対象とした活性特性等の詳細な検討と結果の取りまとめを進めた。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕放射性核種、Nd同位体標準試料、地下微生物

〔テーマ題目11〕地質情報の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕竹野 直人（深部地質環境研究センター

地質情報チーム)

【研究担当者】竹野 直人、濱崎 聡志、張 銘、  
竹田 幹郎 (職員4名)

## 【研究内容】

データベースソフトウェア G\*BASE をマルチユーザの環境に移行するためのサーバ及びデータベースの導入と設定を行った。地図処理のための GIS ソフトのアップデート及びチーム向けの WeB のデータのアップデートを行った。地質材料の物性評価手法及び評価精度について研究を行い、特に難透水性岩石を対象とした室内透水試験法の国際的規準化を目指した。高精度汎用透水試験システムの自動化及び製品化に取り組んだ。伊豆半島西部の火山活動に伴う熱水変質作用について熱水活動の化学的性質を明らかにするために安定同位体比の測定を行い、火山性流体が地質特性変化に及ぼす影響及びその地質学的要因を明らかにした。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】データベース、透水試験、熱水変質

## 【テーマ題目12】 化学反応の研究 (運営費交付金)

【研究代表者】月村 勝宏 (深部地質環境研究センター  
化学反応チーム)

【研究担当者】月村 勝宏、高木 哲一、間中 光雄、  
福士 圭介 (職員3名、他1名)

## 【研究内容】

化学反応の研究では、岩石風化の研究及び岩石・水反応の研究を実施した。岩石風化の研究では、「土浦・八坂神社の礎石」についての解説記事を地質ニュースに発表した。岩石・水反応の研究では、「シュベルトマナイトへのヒ酸の吸着」についての研究成果を国際誌へ、「天然産アロフェン表面酸/塩基特性の表面錯形成モデリングによる解析」についての研究成果を国内誌へそれぞれ公表した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】風化、岩石・水反応、シュベルトマナイト、ヒ酸、アロフェン、表面錯形成モデリング

## 【テーマ題目13】 孔井内境界波を用いた透水性評価の研究 (第2期 FS)

【研究代表者】木口 努 (地質情報研究部門)

【研究担当者】木口 努 (職員1名)

## 【研究内容】

ハイドロフォン VSP 及び速度検層で観測される孔井内境界波 (チューブ波あるいはストンレー波) を解析することにより、孔井近傍の透水性を深度方向に連続的に評価した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】透水性、孔井内境界波、ハイドロフォン VSP、速度検層、チューブ波、ストンレー

一波

## 【テーマ題目14】 広帯域の地動観測による物理地質構造及び力学プロセスの評価手法の研究 (第2期 FS)

【研究代表者】杉原 光彦 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】杉原 光彦、西 祐司、石戸 恒雄  
(職員3名)

## 【研究内容】

広い周波数帯域の地動現象を、絶対重力計を含むハイブリッド精密重力計測システム、広帯域地震計、GPS 等によって捉えたデータから、物理地質構造及び力学プロセスを推定するための調査手法の精度と利用限界を検討し、標準的な仕様を提案した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】ハイブリッド、絶対重力計、広帯域地震計

## 【テーマ題目15】 多孔質岩石の水理学的物性の計測技術の開発 (第2期 FS)

【研究代表者】中島 善人 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】中島 善人 (職員1名)

## 【研究内容】

NMR や X 線 CT を用いた堆積岩 (とくに Argillaceous rock) の水理学的物性を実験室内で計測する、先端的な研究開発について検討を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】核磁気共鳴、粘土鉱物、浸透率、拡散係数、間隙水、X 線 CT、検層

## 【テーマ題目16】 深部流体の活動を規制する素過程の研究 (第2期 FS)

【研究代表者】森下 祐一 (地質情報研究部門)

【研究担当者】森下 祐一、木多 紀子、下田 玄  
(職員3名)

## 【研究内容】

深部流体の活動を解析するため、マグマ-熱水系を含む深部流体の活動を規制する素過程を抽出し、そのメカニズムを検討した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】深部流体、素過程

## 【テーマ題目17】 巨大地震にともなう地下水変動を実測データによって予測する理論及びその限界の提示 (第2期 FS)

【研究代表者】小泉 尚嗣 (地質情報研究部門)

【研究担当者】小泉 尚嗣、松本 則夫、佐藤 努、  
北川 有一 (職員4名)

## 【研究内容】

既存データを用いて1946年南海地震前後の地下水変化

のメカニズムを解明し、次期南海地震前後の四国一紀伊半島における地下水変化を予測する理論を検討した。

また、十勝沖地震に関しては、1990年以降に起こった大地震にともなう地下水変動を収集し、予測する理論を検討した。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】巨大地震、地下水変動

【テーマ題目18】TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価（外部資金）

【研究代表者】鈴木 正哉（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

【研究担当者】鈴木 正哉、間中 光雄、月村 勝宏、渡部 芳夫（職員4名）

【研究内容】

ハイドロソダライトにおける吸着条件の最適化を図るとともに、新規固定化材料としてのマイエナイトの固定化性能を検討し、吸着性の評価を完了した。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】ハイドロソダライト、ヨウ素固定、TRU 廃棄物処理

【テーマ題目19】地質データの統合とデータベースシステムの構築の研究（外部資金）

【研究代表者】渡部 芳夫（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

【研究担当者】渡部 芳夫、牧本 博、岡村 行信、棚橋 学、岸本 清行（職員5名）

【研究内容】

地質情報の電子化、5万分の1地質図幅の数値化、データベースシステムの改良を実施した。地質情報の電子化については、昨年引き続き産業技術総合研究所地質総合センター（旧地質調査所）出版物の新たな情報集約と電子化を行った。5万分の1地質図幅の数値化については、北海道開発庁から昭和36-46年度に出版された地質図幅を中心に地質調査総合センターから最近発行された地質図幅を加え合計70枚の数値化を実施した。この結果、これまでに300枚の図幅の数値化が完了した。データベースシステムの改良については、フロントエンドの改良、地質図幅47葉の3次元化の実施、及び20万分の1地質図幅における陸域と海域との統合表示化を行った。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】地質図、GIS データベース、オンライン閲覧

【テーマ題目20】地層処分に関する国際情報の収集(1)（外部資金）

【研究代表者】月村 勝宏（深部地質環境研究センター化学反応チーム）

【研究担当者】月村 勝宏、笹田 政克、渡部 芳夫、竹野 直人、張 銘、高木 哲一（職員6名）

【研究内容】

地層処分に関する海外の研究動向調査と地層処分の安全評価に必要な知見・技術の海外からの導入を行う。本年度は、米国の規制当局 NRC（Nuclear Regulatory Commission）への訪問、地層処分研修機関である ITC School の研修への参加を行い、米国における規制側研究機関の役割や地層処分に関する地質学的研究の動向等を調べた。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】海外研究動向調査、高レベル放射性廃棄物、地層処分、安全評価、米国、スイス

【テーマ題目21】地層処分に関する国際情報の収集(2)（外部資金）

【研究代表者】月村 勝宏（深部地質環境研究センター化学反応チーム）

【研究担当者】月村 勝宏（職員1名）

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物（HLW）処分の安全規制に係わる法的枠組みの構築に必要な国際情報の収集・分析を行う。本年度は、欧米主要国の高レベル放射性廃棄物プロジェクトの品質保証計画の内容、及び IAEA における標準化動向を調査した。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】法律、高レベル放射性廃棄物、地層処分、国際情報収集、品質保証、標準化、国際原子力機関

【テーマ題目22】東北日本複成火山の時空分布と成因の研究（外部資金）

【研究代表者】山元 孝広（深部地質環境研究センター長期変動チーム）

【研究担当者】山元 孝広、松本 哲一、宮城 磯治、中野 俊（職員4名）

【研究内容】

東北日本に分布する複成火山の長期的なマグマ噴出の時空間的变化を研究している。平成15年度は福島県沼沢火山についてマグマ噴出量の時間積算図を新たに作成し、噴出物の量及び化学組成の時間的变化を明らかにした。平成16年度は沼沢火山噴出物の化学組成トレンドの成因を検討するため、微量化学成分の分析を行った。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】東北日本、火山

【テーマ題目23】西南日本の単成火山の時空分布と成因の研究（外部資金）

【研究代表者】宇都 浩三（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 宇都 浩三、伊藤 順一、松本 哲一、  
Nguyen Hoang、村越 匠、清水 洋  
(職員3名、他3名)

〔研究内容〕

北西九州に分布する単成火山の長期的なマグマ噴出の時空間分布やマグマ成因論から、火山噴火の予測手法を確立することを目的としている。本年度は、昨年度に引き続き北西九州地域の単成火山群の地質調査、化学分析、同位体測定、年代測定、及び地下構造を明らかにするための自然地震波観測を実施するとともに、新規単成火山出現の可能性を評価するために本年度から水文調査を開始した。この結果、佐世保地域の北松浦玄武岩類は、噴出年代及び化学組成の違いにより、いくつかのグループに分割される可能性が示された。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 西南日本、火山

〔テーマ題目24〕 大規模カルデラ噴火等地質変動調査  
(外部資金)

〔研究代表者〕 高田 亮 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 高田 亮、山元 孝広、古川 竜太  
(職員3名)

〔研究内容〕

インドネシアでの大規模噴火の時空分布の研究を行っている。平成16年度は平成14-15年度に調査を行ったロンボク島の火山について時空分布解析を行うとともに、バリ島の火山の調査を実施した。この結果、ロンボク島は、約300万年にわたって島弧と平行に火山活動が空間的にシフトしやすい場であること、バリ島におけるカルデラ形成時期はきわめて最近に限られることが判明した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 インドネシア、火山、カルデラ

〔テーマ題目25〕 隆起・沈降の空間分布に関する研究  
(外部資金)

〔研究代表者〕 山元 孝広 (深部地質環境研究センター  
長期変動チーム)

〔研究担当者〕 山元 孝広、卜部 厚志  
(職員1名、他1名)

〔研究内容〕

東北南部の阿武隈一會津一新潟地域の第四紀後半の地殻変動量の空間分布と時間変化の研究を実施している。平成16年度は、新潟県阿賀野川流域の丘陵部と平野部の野外調査及びボーリング調査を実施した。この結果、5-10km 程度の運動様式の異なる単元のあること、只見川隆起の量が大きく新潟県の西方に向かってその量が小さくなること、隆起域と沈降域の間には変動量が小さい地域が存在すること等が明らかになった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 隆起、沈降

〔テーマ題目26〕 広域地下水流動系の研究 (外部資金)

〔研究代表者〕 安原 正也 (深部地質環境研究センター  
深層地下水チーム)

〔研究担当者〕 安原 正也、吉川 清志、稲村 明彦、  
風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、  
森川 徳敏、牧野 雅彦、大和田 道子、  
鈴木 裕一、大沢 信二、吉川 慎  
(職員7名、他5名)

〔研究内容〕

地下水の起源の解明及び広域流動系の解明とモデル化を行う。平成16年度は、昨年度に引き続き、埼玉県を中心とした関東平野中央部において井戸から水試料を採取し、水質・同位体測定を行った。その結果、関東平野中央部の高 CI濃度の地下水は同時に低同位体組成によって特徴づけられることが明らかになった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 関東平野、地下水、同位体組成 CI濃度、  
水質

〔テーマ題目27〕 熱水活動の研究 (外部資金)

〔研究代表者〕 風早 康平 (深部地質環境研究センター  
深層地下水チーム)

〔研究担当者〕 風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、  
森川 徳敏、安原 正也、稲村 明彦、  
竹野 直人、佐脇 貴幸、大和田 道子、  
平林 順一、大場 武、角皆 潤  
(職員77名、他5名)

〔研究内容〕

近畿一東海一関東地域の深層地下水の調査、深層地下水の超長期滞留時間評価手法及び深部熱水フラックス推定手法の研究、及び流体包有物による深部上昇流体の特徴の研究を実施している。近畿一東海一関東地域の深層地下水の調査では、深層地下水に含まれる深部起原炭素の混入率及び量について、炭素同位体組成と全炭酸濃度を用いて求めた。その結果、深部起原の炭素は、大規模な構造線に沿って上昇する深部上昇熱水の影響を受ける地域、停滞水の影響を受ける地域、及び火山性流体の影響を受ける地域に分布していることが明らかになった。深層地下水の超長期滞留時間評価手法及び深部熱水フラックス推定手法の研究では、神戸地域をモデル地域として、溶存ヘリウムを用いた深層地下水平均滞留時間推定手法を開発した。本手法は、これまで不可能であった1万年以上の地下水の平均滞留時間を求めることができる。流体包有物による深部上昇流体の特徴の研究では、流体包有物中の炭素物質のラムンスペクトルを測定し、この炭素物質がフミン酸や瀝青とは異なることを明らかにした。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 深層地下水、滞留時間、深部上昇流体、  
ヘリウム、流体包有物、ラムンスペクトル

ル

**[テーマ題目28] 変質の種類と地質変動要因に関する研究 (外部資金)**

**[研究代表者]** 濱崎 聡志 (深部地質環境研究センター地質情報チーム)

**[研究担当者]** 濱崎 聡志 (職員1名)

**[研究内容]**

九州北西部において火山周辺の変質帯と地質構造との関係を検討している。平成16年度は、既存の地球物理データによる深部構造の解析を行った。その結果、九州北西部ではすでに存在していた古い深部断裂構造がその後の熱水の通路となった可能性が高いことが明らかになった。

**[分野名]** 地質・海洋

**[キーワード]** 火山、熱水変質、九州

**[テーマ題目29] 複成火山におけるマグマ輸送蓄積、熱拡散過程の研究 (外部資金)**

**[研究代表者]** 伊藤 順一 (深部地質環境研究センター長期変動チーム)

**[研究担当者]** 伊藤 順一、風早 康平、安原 正也、松本 哲一、高橋 正明、大和田 道子、高橋 浩、森川 徳敏、牧野 雅彦、住田 達哉、渡邊 史郎、塚本 斉、稲村 明彦、小泉 尚嗣、佐藤 努、北川 有一 (職員13名、他3名)

**[研究内容]**

火山・マグマ活動の影響範囲について研究する。平成16年度は、東岩手火山北東部山腹の標高526m 地点において深度485m のボーリング掘削を実施した。その結果、浅部の透水層 (150m 以浅) は中粒-細粒の砂質堆積物であり、深部の透水層 (150m 以深) は粘土質の風化火山灰土を覆う溶岩流であることが明らかになった。岩石コアの分析や地下水の分析は来年度に実施する。また、火山体周辺部の地下水・温泉水調査も実施しているが、これについての詳細な検討は次年度以降に行う予定である。

**[分野名]** 地質・海洋

**[キーワード]** 岩手火山、ボーリング

**[テーマ題目30] 活断層周辺の地下地質及び地下水流動系の研究 (外部資金)**

**[研究代表者]** 山元 孝広 (深部地質環境研究センター長期変動チーム)

**[研究担当者]** 山元 孝広、安原 正也、吉川 清志、牧野 雅彦、稲村 明彦、鈴木 裕一、住田 達哉 (職員5名、他2名)

**[研究内容]**

福島県会津盆地西縁における活断層の移動及び活断層

周辺の地下水の流動について研究を行っている。平成16年度は、ボーリング調査、MT 法電磁探査、及び水文地質学的調査を実施した。ボーリング調査ではコア試料のテフラ試料解析から年代軸を決定した。その結果、平成14年度の反射法地震探査で指摘した会津盆地西縁断層の移動を中期更新世に特定することができた。MT 法電磁探査は、会津盆地西縁断層群をほぼ東西に横切る長さ29km の測線に沿って実施された。その結果、第四系堆積層、新第三系堆積岩類、先第三系基盤岩類、及び貫入岩類の位置関係が明らかになった。水文地質学的調査では、会津盆地の自噴井につき、自噴高、水質、同位体比の測定を実施した。その結果、会津西縁断層が盆地の地下水流動系に多大な影響を及ぼしている可能性が指摘された。

**[分野名]** 地質・海洋

**[キーワード]** 会津、活断層、ボーリング

**[テーマ題目31] 低活動性断層の研究 (外部資金)**

**[研究代表者]** 杉山 雄一 (活断層研究センター)

**[研究担当者]** 杉山 雄一、宮下 由香里、水野 清秀、吾妻 崇、伏島 祐一郎、小林 健太 (職員4名、他2名)

**[研究内容]**

活断層の存在が不確かな地域で生じる地震断層の活動について研究を行う。平成15年度までに、トレンチ調査により、震源断層直上からの距離、及びリニアメントの分布・明瞭さ等が、断層岩の発達密度・幅・色相に関係することを明らかにした。平成16年度は、これらの関係を確認するために、リニアメントの明瞭さが中程度である小町-大谷リニアメントにおいてトレンチ調査を実施した結果、これまでと同様な規則性があることが明らかになった。また、断層岩の色相と含有鉱物との関係についても予察的に分析を実施した。

**[分野名]** 地質・海洋

**[キーワード]** 低活動性断層、断層岩

**[テーマ題目32] 岩石破壊・変形メカニズムの検証と定量化に関する研究 (外部資金)**

**[研究代表者]** 成田 孝 (深部地質環境研究センター地殻物性チーム)

**[研究担当者]** 成田 孝 (職員1名)

**[研究内容]**

地震の原因となる地殻の応力を測定する装置を開発している。平成16年度は、本研究で開発した応力測定装置を、応力解放スリットから1m (昨年度は0.5m) の距離にあるボーリング孔内に設置し、原位置キャリブレーション試験を実施した。この結果、装置の設置位置が応力スリットから離れるほど応力解放量は小さくなることが明らかになった。

**[分野名]** 地質・海洋

〔キーワード〕 地殻応力、応力測定装置、原位置計測

〔テーマ題目33〕 水飽和状態における岩石の変形・破壊プロセスとメカニズムの解明（外部資金）

〔研究代表者〕 富島 康夫（深部地質環境研究センター地殻物性チーム）

〔研究担当者〕 富島 康夫、高橋 学（職員2名）

〔研究内容〕

地震発生と関係の深い岩石の変形・破壊プロセスに対する岩石中の間隙水の影響を研究する。平成16年度は、岩石の物性値が変形・破壊挙動にどの程度影響するかを明らかにすることを目的に、昨年度までに実施した3軸圧縮試験を模擬した数値シミュレーション計算を行った。この結果、粒子レベルの性質と、岩石の変形・破壊挙動とに単純な相関がないことが判明した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 変形特性、間隙水圧、数値シミュレーション

〔テーマ題目34〕 3次元地質モデルの研究（外部資金）

〔研究代表者〕 渡部 芳夫（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

〔研究担当者〕 渡部 芳夫、関 陽児、塚本 斉、鈴木 正哉、内藤 一樹、張 銘、鈴木 覚、亀井 淳志、竹田 幹郎（職員7名、他2名）

〔研究内容〕

花崗岩を基盤岩とする堆積岩地域を対象として現状の地質特性の把握とそのモデル化を行うために、金丸地域において地質調査、河川水調査及びボーリング調査を実施している。平成16年度は、地質幾何学モデルの構築、水循環の概要解明、現位置水理試験、岩石中の有機物の特性解明、及び岩石の化学的特徴の解明を行った。地質幾何学モデルの構築では、岩石層序境界の数値化、航空機による高精度レーザー地表地形精密測量を実施した。水循環の概要解明では、降水・地下水・湧水・河川水の量・化学組成・同位体組成から金丸地域の水循環を議論した。現位置水理試験では、金丸地域の水理特性を明らかにするために、単孔による透水試験及び多孔による三次元透水試験を実施するとともに、試験結果のクロスチェックを行い、試験法の適用範囲と測定精度を明らかにした。岩石中の有機物の特性解明では、熱分解ガスクロマトグラフィー質量分析による有機物の同定を行った。岩石の化学的特徴の解明では、化学的特徴から風化・変質の程度を推定した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 地下水移行、地質モデル、水理特性、簞岩性状

〔テーマ題目35〕 深部水理地質環境に影響を及ぼす断裂系の抽出技術と地下水移行経路特性評価に関するFS（外部資金）

〔研究代表者〕 塚本 斉（深部地質環境研究センター地質総括チーム）

〔研究担当者〕 塚本 斉、牧野 雅彦、住田 達哉、渡邊 史郎、高橋 学、富島 康夫、風早 康平、安原 正也、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、稲村 明彦（職員10名、他2名）

〔研究内容〕

花崗岩体内部に発達している、高い透水性を持つ断裂一裂罅系をどのように抽出し評価するかを検討するために、阿武隈岩体においてこれまで掘削したボーリング孔の掘削技術・採水技術を総括した。また、地下水流動系に影響を及ぼす水みちを捕捉する手法の開発・高度化を行うとともに、深度300m までのボーリング掘削技術・採水技術の総括を行った。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 花崗岩、透水性、裂罅系、掘削技術、地下水、採水技術

〔テーマ題目36〕 流体移動特性等の地層物性とその変化予測手法の研究（外部資金）

〔研究代表者〕 高橋 学（深部地質環境研究センター地殻物性チーム）

〔研究担当者〕 高橋 学、西山 哲、加藤 昌治、竹村 貴人、高田 尚樹（職員2名、他3名）

〔研究内容〕

高温における岩石の透水係数・強度・変形特性を測定している。平成16年度は、玄武岩の変形・透水挙動の解明、マイクロフォーカス X 線 CT 法の高度化、水銀圧入式ポロシメータの測定法の検討、透水試験の解析法の検討、透水性のシミュレーションの開発を行った。玄武岩の変形・透水挙動の解明では、昨年度に実施した高温・高圧時の玄武岩の透水実験データをもとに、玄武岩の変形・透水挙動をモデル化した。水銀圧入式ポロシメータの測定では測定分解能に関する検討を行った。マイクロフォーカス X 線 CT 法では専用の圧力容器を開発した。透水試験の解析法の検討では、定常法と非定常法との比較を行った。透水性に関するシミュレーションの開発では、高密度比二相流数値計算手法を開発した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 室内透水試験、変形透水特性、X 線 CT

〔テーマ題目37〕 地層特性空間分布変化の評価に関する研究（外部資金）

〔研究代表者〕 張 銘（深部地質環境研究センター地質情報チーム）

〔研究担当者〕 張 銘、竹田 幹郎、竹野 直人  
(職員3名)

〔研究内容〕

透水性の高精度測定・評価技術の確立、地層の変形が透水特性に及ぼす影響評価、及び地質媒体中の溶質拡散試験を行っている。透水性の高精度測定・評価技術の確立では、高間隙水圧下・低動水勾配下で各種室内透水試験が可能な装置の開発に成功したとともに、それぞれの透水試験に対応した解析理論を確立した。地層の変形が透水特性に及ぼす影響評価では、昨年度に開発した大型模型試験装置を用いて、乾燥状態と湿潤状態での断層発生プロセスの差異を検討した。地質媒体中の溶質拡散試験では、これまでの測定法を総括し、特に透過法について理論的に問題点を検討した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 透水試験、拡散試験

〔テーマ題目38〕 核種溶解・沈着の変化予測手法に関するナチュラルアナログの研究 (外部資金)

〔研究代表者〕 上岡 晃 (深部地質環境研究センター地球化学チーム)

〔研究担当者〕 上岡 晃、金井 豊、高橋 嘉夫  
(職員2名、他1名)

〔研究内容〕

金丸地域及び中東地域において、ウラン、トリウム、希土類元素の分析を行い、地層中における核種の挙動を予測する研究を行っている。金丸地域の調査では、ボーリングコアのウラン濃集部の分析を行い、ウランの移動が現在も堆積岩中で進行していることが昨年度に明らかになった。平成16年度は、ウランの移動で重要なのが、イオン交換・炭酸塩態フラクションと有機態・硫化物態フラクションでの濃集、及び非晶質鉄沈殿物フラクションでの溶脱であることを明らかにした。中東地区の調査では、砂岩層中のリン酸塩鉱物にウランと希土類元素が濃集していることが昨年度までに明らかになった。平成16年度は、砂質ベントナイト層の粒度別試料の塩酸抽出実験を行い、本試料中の負のアノマリーを持つ希土類元素の大部分が2次的な移動を経て沈着したものと推定された。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 ウラン、トリウム、希土類元素

〔テーマ題目39〕 鉄鉱物の溶解反応の素過程と溶解速度の研究 (外部資金)

〔研究代表者〕 間中 光雄 (深部地質環境研究センター化学反応チーム)

〔研究担当者〕 間中 光雄、福士 圭介、月村 勝宏、  
(職員2名、他1名)

〔研究内容〕

酸化還元状態を制御して鉄鉱物の溶解実験を実施している。平成15年度までに、還元状態で溶解実験が行える装置の試作・改良、及び信頼性の高い磁鉄鉱の溶解速度を得る最適実験条件を求めた。平成16年度は最適条件下での溶解速度データを取得し、溶解反応の素過程を検討した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 酸化還元、鉄鉱物、溶解実験

〔テーマ題目40〕 非晶質とコロイドの生成条件の研究 (外部資金)

〔研究代表者〕 鈴木 正哉 (深部地質環境研究センター地質総括チーム)

〔研究担当者〕 鈴木 正哉、鈴木 覚、福士 圭介、  
月村 勝宏 (職員2名、他2名)

〔研究内容〕

非晶質物質やコロイドによる核種の吸着・移動の研究を実施している。平成16年度は、坑内水中のコロイドの定量、坑内水を用いた非晶質の生成実験、実験室でのAl-Si系非晶質の生成実験、及びAl-Si系非晶質の微量分析法の検討を行った。坑内水中のコロイド定量では、金丸サイトの坑内水中にコロイドが存在することを確認した。坑内水を用いた非晶質の生成実験では、金丸サイトの坑内水にAlを添加しpHを6.5調整したところ非晶質の生成に伴いウランの濃度が低下することが明らかになった。また、実験室でのAl-Si系非晶質の生成実験では、SiとAlの両方が存在するときにウランが非晶質に吸着されることが明らかになった。Si-Al系非晶質の微量分析法の検討では、赤外吸収スペクトル法が非晶質の微量分析にはもっとも有効であることが明らかになった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 非晶質、コロイド、坑内水、金丸サイト、Al、Si

〔テーマ題目41〕 地質環境の数値モデリングの研究 (外部資金)

〔研究代表者〕 竹野 直人 (深部地質環境研究センター地質総括チーム)

〔研究担当者〕 竹野 直人、藤井 直樹、張 銘  
(職員2名、他1名)

〔研究内容〕

地下水等の水理と化学反応を統合した地質環境の数値モデル化と核種移行シミュレーションを行う。平成16年度は、金丸地域でのTOUGH2を用いた水理モデルの作成、金丸地域での比抵抗調査の実施と水理学的検討、会津西縁地域での自然電位調査、並列計算水理シミュレーションコードの開発を行った。金丸地域でのTOUGH2を用いた水理モデルの作成では、同地域の中

規模水理シミュレーションを行ったところ、不飽和帯の分布が実測と一致する結果が得られた。金丸地域での比抵抗調査の実施と水理学的検討では、同地域において、高密度電気探査と TEM 法調査を行った結果、同地域の比抵抗構造が明らかになり、浅部及び深部の地下水分布に関する情報が得られた。会津西縁地域での自然電位調査では、地震断層を境に浸透率の物性境界を仮定することで、断層帯付近の高電位が説明できることが明らかになった。並列計算水理シミュレーションコードの開発では、昨年までに開発したシミュレーションコードを用いて、定常値及び時間発展の計算を液相や気相の様々な組み合わせで実施し、計算の適切性を確認した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】水理モデル、比抵抗、自然電位

## ②【活断層研究センター】

(Active Fault Research Center)

(存続期間：2001.4～)

研究センター長：杉山 雄一

副研究センター長：佐竹 健治

所在地：つくば中央第7、関西センター大手前サイト

人員：17 (16) 名

経費：397,714千円 (332,299千円)

### 概要：

活断層研究センターは活断層に関する我が国唯一の中核研究機関として、地震調査研究推進本部の施策に基づき、基盤調査観測項目としての活断層調査の一層の推進に努め、活動性評価の精度向上を図ることを第1の目標とする。また、活断層、津波堆積物等の地質学的情報に基づく、特色ある地震及び津波災害予測に関する研究を推進し、社会的により利用価値の高い情報の創成に努める。更に内外の活断層データを収集・評価し、広く流通・公開する体制を整備し、活断層のナショナルデータセンターとしての機能の充実を図る。また、国際共同研究を活発に行い、国際的研究拠点としての地位を確立することを目指す。

第1期中期計画期間における当センターの主要目標は以下の6つである。1) 全国の主要活断層の1次調査と評価を完了し、地震発生確率を明らかにする。2) 地震発生危険度マップを刊行する。3) セグメンテーション及びセグメントの連動に関する研究を進める。4) 阪神地域の震源断層モデルと地下構造モデルを完成し、被害予測図を作成する。5) 日本周辺海域の地震性堆積物等の解析から、地震発生頻度の予測手法を開発する。6) 地震災害発生時には直ちに情報収集の体制を組み、必要に応じて緊急調査を実施する。

平成16年度は第1期中期計画の最終年度に当たると

め、上記目標の完全達成を目指して、次の5つの重点研究課題を実施した。1) 全国主要活断層等の研究、2) 活断層データベース・活構造図等の研究、3) 活断層系のセグメンテーションの研究、4) 海溝型地震の履歴解明の研究、5) 地震被害予測の高度化と地盤防災の研究。これらの重点研究課題のうち、1)と2)を一体的且つ効率的に実施するため、平成16年4月に活断層調査研究チームと活断層情報研究チームを統合して、新・活断層調査研究チームを設立した。また、重点研究課題4)に対応すると共に、津波や地震性地殻変動に関する地質学と地震学との融合研究を更に前進させるため、海溝型地震履歴研究チームを創設した。重点研究課題3)は断層活動モデル研究チームが担当し、重点研究課題5)は地震被害予測研究チームと地盤防災工学研究チームが連携して実施した。これらの重点研究課題の実施に当たっては、内外から多くの外部研究者を迎え入れ、研究の充実を図った。また、地質調査総合センター (Geological Survey of Japan) の一員として、関連研究ユニット・組織と連携を取り、効率的に研究を進めた。

平成16年度にはこの他に、科学技術振興調整費研究として「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究」と「スマトラ沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急調査研究」を実施した。また、原子力安全基盤機構からの受託研究として「原子力安全基盤調査研究 (総合的評価)」、米国地質調査所及び国土地理院との共同研究として「関東地域の地震確率評価研究」を実施した。

平成16年度の主な研究成果は次の通りである。1) 全国主要98活断層のうち、産総研担当分として53断層の調査を完了した。また、98活断層とこれに準ずる約30の活断層を構成する約290のセグメントの地震発生確率を計算した。2) 活断層データベースを16年度末に公開した。また、全国主要活断層のセグメント毎の地震発生確率を示した「全国主要活断層活動確率地図」を完成させた (平成17年9月刊行)。3) トルコ北アナトリア断層系西部において、セグメンテーションと過去の地震サイクルにおけるセグメントの連動を解明した。4) 上町断層など阪神地域の4つの活断層の震源モデルを完成させた。また、これらの震源モデルを用いて地震動シミュレーションを行い、平成16年度末に「大阪湾周辺地域の地震動地図」をホームページ上で公開した。5) 津波堆積物の調査から、北海道太平洋岸は500年に1度巨大津波に襲われ、最近では17世紀に襲われていることを明らかにした。また、津波シミュレーションにより、巨大津波はプレート境界地震の連動により発生することを明らかにし、これらの成果は平成16年11月に数値地質図「津波浸水履歴図」として公表した。6) 平成16年度には、16年10月に新潟県中越地震、12月にスマトラ島沖巨大地震、17年3月に福岡県西方

沖の地震が発生した。当センターでは産総研の他研究ユニット及び内外の諸機関と連携を取りつつ、これらの地震の緊急現地調査を実施すると共に、既存データに基づく解析的研究を行った。調査・研究成果は産総研のホームページ、ニュースをはじめ、各種の媒体を通して速やかに発信した。このほか、「活断層・古地震研究報告」第4号を計画通りに出版した。また、当センターの研究活動の広報のため、ホームページの運営、センターニュースの発行・配布を行った。

-----  
外部資金：

文部科学省科学技術振興調整費総合研究「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究」

独立行政法人原子力安全基盤機構「原子力安全基盤調査研究（総合的評価）」

発 表：誌上発表48件、口頭発表130件、その他66件  
-----

活断層調査研究チーム

(Active Fault Evaluation Team)

研究チーム長：吉岡 敏和

(つくば中央第7、関西センター大手前サイト)

概 要：

国の地震調査研究推進本部は、全国に分布する98の活断層を、早急に調査を行うべき「基盤的調査観測の対象活断層」に選定している。当チームはこの98断層の詳しい調査を行い、分布、長さ、最新の活動時期、活動の間隔などを明らかにする研究を行う。調査の方法は、地形地質調査、トレンチ調査、ボーリング調査など、多岐にわたる。調査結果は、既存の文献資料とともにデータベースとして整理し、これに基づいて、将来活断層が活動する可能性を確率論的に評価する。また、最近の地震断層に関する詳細な研究や活動性が低い活断層の研究も併せて行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

断層活動モデル研究チーム

(Faulting Behavior Modeling Team)

研究チーム長：栗田 泰夫

(つくば中央第7)

概 要：

大規模な活断層は複数の活動区間に分かれており、それらの区間が単独であるいは複数連動して地震を起こす。このため、活断層から発生する地震の予測には、個々の地点での調査データと共に、活動区間の予測手法と活動の繰り返しモデルが必要である。このために、世界の地震断層を対象とした地形・地質学的調査による経験的手法と、断層力学に基づいた静的・動的破壊伝播モデルによる理論的手法による研究を実施する。

また、断層活動の繰り返しには、少なからぬばらつきがあることから、それらのばらつきの相互関係を統計的、力学的に解明して予測精度の向上に努める。さらに、震源断層モデルの形状評価の精度を向上させるために、地下地質データに基づいて活断層の3次元構造とその形成過程を解明する。

研究テーマ：テーマ題目3

海溝型地震履歴研究チーム

(Subduction - Zone Earthquake Recurrence Research Team)

研究グループ長：岡村 行信

(つくば中央第7)

概 要：

海溝型地震の中でもまれに発生する異常に大きな津波を伴う地震は、津波堆積物や大きな地殻変動の痕跡を地層や地形に残すことが知られている。本チームはそれらの巨大地震・津波が残した地質学的な記録を野外調査によって解明し、履歴を明らかにするとともに、津波堆積物の分布域や地殻変動量などの観察事実を定量的に説明出来る断層・津波波源モデルを構築することを目的として研究を実施している。過去に実際に発生した津波を再現することによって今後の津波による被害予測を可能にし、履歴を明らかにすることによって長期的な地震評価にも貢献している。

研究テーマ：テーマ題目4

地震被害予測研究チーム

(Earthquake Hazard Assessment Team)

研究チーム長：佐竹 健治

(つくば中央第7)

概 要：

活断層情報と断層のモデル化で得られた情報に基づき、地震による揺れの大きさを予測する。地震の揺れや被害の大きさは、震源からの距離のほか、断層面の破壊の仕方、地下の様子（軟らかい堆積層か、硬い基盤岩か）によって大きく変化するため、これらをすべて考慮して地震の揺れを計算する。このような予測結果を地震被害予測図として公表する。

研究テーマ：テーマ題目5

地盤防災工学研究チーム

(Earthquake Disaster Prevention Engineering Team)

研究グループ長：国松 直

(つくば中央第7)

概 要：

地震により様々な形態の災害が発生するが、当チームでは地盤に関係する災害の低減を目的に、表層地盤の非線形応答や断層変位による地盤変形を対象として、

防災工学的な視点に立った研究を展開する。特に、地震動の表層地盤による増幅特性と地形・地質との関係や原位置における液状化現象の発生メカニズムの解明などの検討を行う。また、断層変位による表層地盤変形に伴う被害形態と変形予測に関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 5

-----  
**【テーマ題目 1】 全国主要活断層等の研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 吉岡 敏和

**【研究担当者】** 吉岡 敏和、杉山 雄一、寒川 旭、水野 清秀、石山 達也、吾妻 崇、宮下 由香里、栗田 泰夫、宍倉 正展、吉見 雅行、丸山 正、松浦 旅人、伏島 祐一郎、吉田 邦一、国松 直、佐竹 健治、鎌滝 孝信、澤井 祐紀、遠田 晋次、近藤 久雄、小林 健太、須貝 俊彦、八戸 昭一、中里 裕臣、小松原 琢、金折 裕司、永井 節治

**【研究内容】**

本研究は、トレンチ調査等により、全国の主要な活断層の実態を明らかにし、将来の地震発生危険度予測等に活用できるデータを提供することを目的としている。本研究は、旧地質調査所において平成8年度から10年計画で開始された「活断層調査事業」を引き継ぐもので、平成13年度から「全国主要活断層等の研究」として、文部科学省の交付金による地方公共団体の調査と整合を取りつつ実施している。

平成16年度はその最終年度にあたり、1) 深谷-綾瀬川断層帯、2) 立川断層帯、3) 曾根丘陵断層帯、4) 魚津断層帯、5) 石狩低地東縁断層帯、6) 邑知潟断層帯、7) 牛首断層、8) 黒松内低地断層帯、9) 大原湖断層帯、10) 木曾山脈西縁断層帯の各断層について調査を行い、第四紀における活動性、地震発生の切迫性、地震規模の評価等に有用な成果が得られた。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** データベース、活構造図、情報発信

**【テーマ題目 2】 活断層データベース・活構造図等の研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 吉岡 敏和

**【研究担当者】** 吉岡 敏和、杉山 雄一、佐竹 健治、岡村 行信、国松 直、栗田 泰夫、遠田 晋次、宮下 由香里、宍倉 正展、堀川 晴央、黒坂 朗子、大蔵 裕子、伏島 祐一郎、宮本 富士香、松島 信幸（職員15名）

**【研究内容】**

本研究は、活断層に関する情報を迅速かつ広範に社会に提供することを目的としている。そのために、活断層

データベースの整備を最重要課題とし、さらに「活断層・古地震研究報告」の定期的な刊行や、活断層研究センターニュースを毎月発行するとともに、活断層研究センターホームページを随時更新し、日常的な情報発信を行う。

平成16年度には、特に活断層データベースの公開に向けた作業を重点的に行い、個別のデータの入力作業を進めるとともに、Microsoft Access 上でプロトタイプを作成の後、産総研 RIO-DB のデータベースサーバーに移行し、2005年3月23日より外部公開に踏み切った。

一方、50万分の1活構造図や活断層ストリップマップ等については、活断層データベースの整備の進捗に伴い、紙での出版を取りやめ、データベースと一体化した公開方法を検討することとした。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** 活断層、データベース、活構造

**【テーマ題目 3】 活断層系のセグメンテーションの研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 栗田 泰夫

**【研究担当者】** 栗田 泰夫、遠田 晋次、石山 達也、吉岡 敏和、近藤 久雄、加瀬 祐子、傳 碧宏、奥村晃史（職員7名、他1名）

**【研究内容】**

本研究では、活断層評価と強震動予測の精度・信頼性を確保するために、その基礎となる断層活動モデルの確立を目的として、実証的研究と理論的研究とを実施している。中期計画の最終年度にあたる平成16年度には、北アナトリア断層系西部の古地震挙動に関するトルコ鉱物資源調査開発総局との国際共同研究による成果の取りまとめを進めるとともに、この研究等で解明された活断層のセグメント区分手法とスケーリング則について日本の活断層評価への適用の妥当性を検証し、断層間の力学的相互作用の研究を進めた。また、震源のモデル化に資するために、活断層およびプレートの3次元詳細構造に関する研究を実施した。これらの研究課題は、1) 北アナトリア断層帯の研究（陸域の古地震調査・総括）、2) 活断層のセグメント区分の研究、3) 断層活動モデルの研究、4) 関東サイスマテクトニクスの研究、および5) 断層変位の進化過程の研究、の題目で実施した。その結果、日本の活断層に適用して約400のセグメントに区分し、その規模は概ね長さ45km 未満であり地域的な偏在が小さく、その活動性には地殻ひずみ速度に比例した地域的な分布が認められることを明らかにした。また、セグメント間の相互作用について、経時変化を考慮した準静的力学モデルと屈曲した断層面上での動的破壊モデルの評価手法の開発を進めた。さらに、弾性波探査によって逆断層系の地下構造を解明し、その形成過程を考察した。

**【分野名】** 地質・海洋

【キーワード】断層セグメント、スケーリング則、断層相互作用、断層形状

【テーマ題目4】海溝型地震の履歴解明の研究  
(運営費交付金)

【研究代表者】岡村 行信

【研究担当者】岡村 行信、宍倉 正展、鎌滝 孝信、  
澤井 祐紀、佐竹 健治、那須 浩郎、  
Katie Thomson (職員5名、他2名)

【研究内容】

海溝型地震の履歴や震源域を明らかにするため、地形・地質学的手法を用いた調査研究に、地球物理学的手法を用いた津波及び地殻変動のシミュレーションを組み合わせ、海溝域での沈み込みメカニズムまでを視野に入れた研究を進めている。

北海道東部の太平洋沿岸域では、約500年間隔で巨大津波を伴う運動型地震が発生していることを既に明らかにしていたが、今年度は、その発生間隔や地殻変動についてさらに詳しく解析を進めた。また、数値シミュレーション結果とあわせ、「北海道太平洋岸の津波浸水履歴図」を刊行した。房総半島では地震発生間隔をより精度良く解明するための追加調査を実施し、仙台・石巻平野では歴史上知られている巨大津波の実態を明らかにするための予察的な調査に着手した。2004年12月26日にスマトラ沖地震が発生したため、インドネシア、タイ、ミャンマー、インド領アンダマン諸島などで津波や地殻変動に関する調査を実施した。なお、それらの調査に時間を割いたため、年度当初予定していたチリの追加調査と南海トラフの予察調査は断念せざるを得なかった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】海溝型地震、津波、スマトラ沖地震

【テーマ題目5】地震被害予測の高度化と地震防災の研究  
(運営費交付金)

【研究代表者】佐竹 健治、国松 直

【研究担当者】国松 直、杉山 雄一、佐竹 健治、  
水野 清秀、堀川 晴央、関口 春子、  
石山 達也、加瀬 祐子、吉田 邦一、  
吉見 雅行、竿本 英貴 (職員11名)

【研究内容】

本研究は、変動地形や地質データを活用して震源の断層パラメータを推定し、応力場の不均質を導入した破壊シナリオを組み立て、破壊シナリオから発生する地震波の三次元地盤モデル中における伝播を数値シミュレーションによって計算し、地震動地図を作成するという手法により、地震動予測の高度化を図るものである。

今年度には、第一期の重点研究課題として取り組んできた地震動予測研究のまとめとして、大阪湾周辺地域の地震動地図の作成を行い、センターのホームページにおいて地震動予測結果の一部を公表した。また、表層地盤

の非線形性の導入を行うとともに、地震動を広帯域で予測するために、差分法で計算された低周波数成分に、統計的グリーン関数法による高周波数成分を足し合わせるハイブリッド法への拡張を行った。

さらに、断層変位に伴う表層地盤による被害軽減のため、表層地盤の変位・変形予測の研究を開始した。平成16年度は二次元・三次元の個別要素法を開発し、断層の角度や層厚をパラメータとして計算を行い、せん断帯の発達過程や地表出現位置、表層地盤の変形状態等について検討を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地震、数値シミュレーション、強震動、地盤

【テーマ題目6】地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究 (外部資金)

【研究代表者】杉山 雄一

【研究担当者】杉山 雄一、関口 春子、堀川 晴央、  
石山 達也、加瀬 祐子 (職員5名)

【研究内容】

標記の振興調整費プロジェクトに、「活断層情報によるシナリオ地震の設定法」という研究項目で参加した。

本研究では、活断層及び地表地震断層の特徴を分析・整理すると共に、大地震の震源破壊過程と地表地震断層の形状や変位量分布との関係を検討することを通じて、活断層情報による不均質震源特性の拘束方法を提案した。また、提案した方法の検証とサブテーマを横断して行ったマスターモデルの検証への情報提供を兼ねて、上町断層系の活断層情報をコンパイルし、活断層情報に基づく地震シナリオのパラメータを示した。

なお、本プロジェクトは、本年度をもって終了した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】活断層、強震動予測、地震災害

【テーマ題目7】原子力安全基盤調査研究 (総合的評価) (外部資金)

【研究代表者】吾妻 崇

【研究担当者】吾妻 崇、岡村 行信、宮下 由香里、  
小林 健太、池原 研、片山 肇、  
野田 篤、横倉 隆伸、山口 和雄、  
加野 直巳、田中 明子、大滝 壽樹、  
伊藤 忍、駒澤 正夫、稲崎 富士、  
横田 俊之 (職員3名、他13名)

【研究内容】

本研究は、原子力発電所等の安全性に関して、これまで必要とされてきた原子力の工学領域に加え、国民とのリスクコミュニケーション等の人文・社会科学分野、近年の地震学等の進展に対応した自然科学分野、及びより高度かつ先駆的な分野において提案公募型の調査研究を実施することにより原子力安全規制行政の安全基盤を充

実させることを目的として、大学、民間等の学術研究機関からの提案公募研究を中心として、独立行政法人原子力安全基盤機構が実施しているものである。産業技術総合研究所では、これらの研究のうち、自然科学分野の研究を補完することを目的とする活断層等調査と、提案公募研究を体系的に整理・総括する総合的評価を行っている。

なお、研究題目のうち「地下地質調査」については、地質情報研究部門における研究課題として実施された。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】原子力、安全規制、活断層

### ③【化学物質リスク管理研究センター】

(Research Center for Chemical Risk Management)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：中西 準子

副研究センター長：富永 衛

総括研究員：米澤 義堯

所在地：つくば西

人員：26 (24) 名

経費：467,747千円 (336,927千円)

#### 概要：

本研究センターの設置目的は、環境安全と化学物質の有効利用を両立させるために必須の、リスク評価、リスク管理のための理論を構築し、その研究結果の实例を提示することによって、行政機関、企業、市民の意思決定が、科学的、合理的に行われるよう支援することである。

当面の重点課題としては、化学物質総合評価管理技術戦略のための、知的基盤、情報基盤、社会基盤の整備のために、国の内外で、先導的で指導的な役割を担うことである。そのために、化学物質の暴露評価、毒性評価、新規リスクの探索手法、リスク評価手法、リスク管理のための社会経済的な手法開発の研究開発を行う。同時に、OECD など国際機関に、研究成果を反映させることにも努める。

研究面では、化学物質の環境動態予測、濃度推計モデルの開発を積極的に行い、環境研究の高度化を目指すと同時に、社会が共通に使える汎用型のモデル開発にも力を入れる。リスク管理のために使えるようなリスク評価手法は、世界的に見ても未開発である。本研究センターでは、この手法開発に努力する。また、生態リスク評価手法開発のための研究も積極的に進める。社会経済的な手法を含む総合管理のための研究を進める体制をもつところは、ここにおいて他に類似機関がないので、その特質を活かす。濃度予測モデル、リスク評価手法は、リスク管理に関する意思決定のため

に必須の思考ツールである。本研究センターは、多くの人が共通に使える思考ツールを供給することに、全力を挙げる。様々な考え方があの中で、コミュニケーションを図り、できるだけ一致点を見付けるためには、共通の思考ツールが極めて有用だからである。関東域大気濃度推計モデル (ADMER) 普及版の頒布に続いて、いくつかの濃度予測モデル、さらには、評価手法プロトコルなどの公表と普及に力をいれ、研究成果を社会全体の資産として活かす。

#### 1. 主たる研究課題

##### 1-1. リスク評価手法開発に関する主たる研究課題

##### 1) 化学物質の環境濃度推計・評価モデルの開発

① 大気拡散モデルの開発：事業所敷地境界とその周辺、さらに数県にまたがる広域の各レベルでの大気環境濃度の空間分布、時間分布を推計・評価する手法を開発する。関東地域に引き続き、関西・中京地域、全国版に拡張し、希望者に配布する。

② 河川での日流動モデルの開発：生態リスクの診断と評価のためのツールとして、水文特性を組み込んだモデルを開発し、これも、公開する。

③ 海域での流動と生態系統合モデル：東京湾を対象に、生態リスク評価につなげるモデルを開発する。普及版を策定し、公開する。

④ マルチメディアモデル：大気、土壌、水系を含む多環境媒体での濃度推計モデルを開発する。

##### 2) 生態リスク評価手法の開発

① 環境残留性物質に対する生態リスクのスクリーニング評価

② Population-level の生態リスク評価システムの構築

③ 種間相互作用を考慮した生態リスク評価手法の開発

##### 3) 暴露量の分布と差に関する研究

##### 4) ヒトの健康リスク評価手法の研究

① 動物実験で有害性を示す測定エンドポイントの評価システムの構築

② ヒトの評価エンドポイント相互の関連づけと重み付けシステムの構築

##### 5) リスク管理のための総合解析手法の開発と結果の提示

① 不確実性を基礎としたリスク管理指針の開発：不確実性・変動性を組み込んだリスク評価の実施

② リスク管理のためのリスク評価尺度に関する研究

③ リスク削減対策の社会経済的評価：化学物質によるリスク削減対策 (リスク管理解析) のリスク便益解析、費用便益手法を開発する。

##### 1-2. リスク評価書の策定

特に問題とされる化学物質について、それぞれが責任

をもって、リスク評価に基づくリスク管理のためのリスク評価書を策定する。リスク評価書は、行政、企業、市民などが化学物質管理の方策を考える場合の、科学的基礎となることが期待される重要な文書である。わが国では、問題が大きくなった後にリスク評価書が出たことはあるが、問題を発掘するような意味で詳細リスク評価書が出たことはない。その意味では、はじめての“問題発掘型、問題提起型”リスク評価書である。

詳細リスク評価書は、以下の内容を含む。①発生源に関する解析、②環境濃度予測と曝露解析、③毒性評価、④複数のリスク管理対策候補の提示、⑤リスク管理対策（候補）についてのリスク評価と社会経済的評価、⑥管理対策についての提言。

外部資金：

経済産業省試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「船舶から発生する有害揮発性ガスによる複合汚染の低減に関する研究」

新エネルギー・産業技術総合開発機構「化学物質リスク評価及びリスク評価手法の開発<化学物質総合評価管理プログラム>リスク評価、リスク評価手法の開発及びリスク削減効果分析」

発 表：誌上発表39件、口頭発表63件、その他40件

#### 大気圏環境評価チーム

(Atmospheric Environment Team)

研究グループ長：吉門 洋

(つくば西)

概 要：

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

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

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

ている。

#### 1. 公開中のモデルソフト：ADMER と METI-LIS

従来の大気チームでは二種類の大気曝露モデルを開発し、実地検証を重ねたうえで広く一般の利用に供している。一つは関東地方や近畿地方など広域での化学物質の平均的な時空間濃度・曝露分布を対象とするモデル、AIST-ADMER である。このモデルは今後、環境曝露モデリングチームが中心となって維持管理と改良、高度化を進めていく。もう一つのモデルは METI-LIS である。この名前は「経済産業省（METI）低煙源工場拡散（Low-rise Industrial Source dispersion）モデル」を意味しており、工場などの発生源周辺の比較的狭い区域を対象としたモデルである。

#### 2. 新たなモデルや手法開発の取り組み

- 1) 実測濃度分布情報から大気排出物質の発生源を特定する逆解析ツールの開発を進める。
- 2) ベンゼン等の自動車排出化学物質による沿道曝露評価の手法を高度化し、ADMER や METI-LIS と組み合わせて詳細リスク評価に用いる沿道曝露モデルの構築を進める。
- 3) 環境曝露モデリングチームと連携してオイラー型次世代広域大気評価モデルのシステム化を推進しており、オゾン等の大気中生成物質の詳細リスク評価への活用を図る。

これまでの大気中化学物質リスク評価で活用されている ADMER は、保存性物質を対象とし、適用可能領域も発生源から数十 km 以内であったが、新システムの開発によって反応性・長距離輸送物質の評価が可能になる。

#### 3. 化学物質の詳細リスク評価

前記のようなモデル技術と排出量算定技術の具体的な活用として、大気チームでは2001年度以降、我が国における1,3-ブタジエン、ジクロロメタン等の詳細リスク評価を実施したほか、センター内の各チームが実施中の詳細リスク評価作業を支援し、有害大気汚染物質11種の現況曝露評価の取りまとめ等を行ってきた。

本センターの主要業務の一つに位置付けられている詳細リスク評価書作成の一環として、大気経由曝露が主となる物質のうち当面第一にジクロロメタンを、第二にアクリロニトリルを取り上げた。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### リスク解析研究チーム

(Risk Analysis Team)

研究グループ長：吉田 喜久雄

(つくば西)

概 要：

私たちは、多様な有害性を有する複数の環境化学物

質に絶えず暴露されている。このような化学物質への多様な暴露に伴うマルチプル・リスクを適切かつ迅速に評価するためには、既に詳細リスク評価に活用している単一の化学物質を対象としたリスク評価・管理手法に加えて、下記の汎用的な要素技術の開発が必要である。

- ・個々の物質の主要な暴露経路を解析し、暴露を包括的に評価する手法
- ・リスク評価に係る既存情報量が異なる多数の物質のリスクをスクリーニングする手法
- ・複数物質のリスクを統一的尺度で包括的に評価・管理する手法

リスク解析研究チームでは、上記の汎用的技術を確立するために、以下の研究課題に取り組んでいる。

#### 1. 室内発生化学物質暴露評価ツールの構築

人が生活時間の大半を過ごす室内に発生源が存在し、かつ室内で高濃度となる化学物質も多く、室内濃度の把握は暴露評価に必須である。本研究で開発する室内発生化学物質暴露評価ツールは、平均放散速度を用いてリスク評価に必要な長期平均値の分布を計算する。平均放散速度は化学物質の室内持込み量と建材のベークアウトや耐用年数も考慮して計算する。暴露評価の迅速化にも寄与するよう、代替物質も蒸気圧等の一般的な物性値から評価可能とする。

#### 2. 最少データセットによるヒト健康リスク予測手法の確立

多くの化学物質のリスクを評価するためには、暴露と有害性に関する多量の情報を必要とする現行のリスク評価法が適用できない情報量が少ない物質のヒト健康リスクを既存の最少情報でスクリーニングする手法を確立する必要がある。このため、定量的構造-物性相関 (QSPR) 等の手法を用い、欠損している基礎物性データを補完するとともに、ベイズ推計を導入することにより、適度な精度でヒト健康リスクをスクリーニングする手法を構築する。

#### 3. GIS ベースの暴露及びリスク詳細化手法の確立

農作物、畜産物や水産物を經由して経口摂取される化学物質も多数存在する。さらに、各食品の生産地や流通経路も様々であるため、全国規模での農・畜・水産物中濃度推定と消費地への移動を考慮しないと適切な暴露とリスクを評価できない。このため、食品経由の化学物質摂取量をより精緻に推計するため、地理情報システム (GIS) を用い、土地利用データの利用に加え、食品需給と流通経路負荷量 (距離等) による空間相互作用モデルを用いて、5km×5km メッシュの空間解像度で全国の任意の消費地における対象物質の摂取量を推定する手法を構築する。

#### 4. 事業者による自発的な化学物質削減対策の評価手法の開発

PRTR 制度等に代表される情報公開制度が事業者の自発的な化学物質排出削減対策に結びつくメカニズムを理論的・統計的に解明し、化学物質管理に活用する手法を研究する。このため、事業者レベルの化学物質排出削減量と財務指標等に関するデータベースを作成し解析することにより、排出を削減している事業者が共通にもつ性質を抽出する。さらに、都道府県及び市区町村レベルの排出量データと各種社会経済指標 (所得水準等) とを組み合わせ、排出が削減されている地域が共通にもつ性質を抽出する。これらの解析結果から明らかにされる、事業者の化学物質排出行動に関するインセティブ構造に基づいて、排出削減のための制度設計を行う。

#### 5. 移動源排出物質/室内発生物質を対象とする多物質の包括的リスク評価手法の確立

キシレンを対象に詳細リスク評価を実施するとともに、トルエン、ベンゼン等の複数物質への同時暴露をもたらす自動車排ガスや室内空気汚染の削減対策と溶媒としての切り替えに伴う費用対効果を、「生活の質 (QOL)」という観点を取入れ、「質調整生存年数 (QALY)」1単位の獲得費用で評価することにより、多物質のリスクを包括的に評価する手法を開発する。

研究テーマ：テーマ題目3

#### リスク管理戦略研究チーム

(Risk Management Strategy Team)

研究グループ長：蒲生 昌志

(つくば西)

概要：

##### 1. リスクの定量評価

- ・リスクの共通尺度の開発

社会経済分析のためのエンドポイントを「健康リスクの減少」とした場合、救命人数、獲得余命、獲得 QALYs (Quality Adjusted Life-Years) などといったリスクの指標が考えられる。このようなリスクの指標を用い、さらに暴露や感受性の個人差を考慮することによって、幅広い健康影響についての定量化が可能になり、様々な種類のリスクを相互に比較したり順位づけたりすることができる。QALYs 以外にも、健康リスク削減への支払意思額 (WTP: Willingness to Pay) を用いて金銭的に表現する方法もある。われわれは、仮想評価法 (CVM) やコンジョイント分析を用いて、微小なリスク削減への支払意思額の推計を行っている。

- ・リスクの定量評価のための基盤整備

定量的なリスク計算の基盤として、暴露レベルの個人差に関する情報を含む暴露評価に用いられる関連情報 (暴露係数ハンドブック) の作成や、個人差や影響の重篤度を考慮したリスク計算機の開発を行っている。

## 2. 暴露評価

- ・発生源解析：環境測定データから環境中有害化学物質の発生源とその寄与率を推定する  
環境中に存在する有害化学物質について、その発生源を知ることは、リスクを管理し、効果的な対策を講じるためにまず必要なことである。しかし、すべての発生源があらかじめ認識されているわけではなく、また、排出量に関するデータも通常限られている。そこで、環境濃度測定データから、「多変量解析等の統計的手法」や「化学物質の環境動態予測モデル」を活用して、特に様々な化学物質間の濃度の時間変動や空間分布の差を解析することにより、環境中の各化学物質に対する主要な発生源の特定とその寄与率を推定する。ケーススタディを通して、いくつかある手法の適用可能性についての吟味を行なっている。
  - ・室内汚染の調査  
化学物質の室内濃度に関する既往の研究では、ある一日の測定をただけのものが多く。リスク評価においては、中長期の暴露レベルの分布（個人差）が重要であるが、既往の調査結果を単純に用いたのでは、暴露レベルの分布を過大評価し、結果としてリスクを過大評価することになる。中長期の暴露レベルの分布を適切に評価するためには、評価対象物質の室内濃度、放散量、換気回数といった項目について変動と分布の情報が必要になるが、現状では、その変動や分布をほとんど裏付けのない仮定に依存せざるを得ない。そのため、約25軒の住宅を対象に、4季節にわたり一週間ずつ毎日カルボニル類と VOC 類の室内濃度や換気率を測定することにより、それらの日変動や季節変動を系統的に把握することを目的とする。また、換気量に関しては、各部屋間の空気交換量に関しても把握することを目指している。
3. 化学物質リスク削減対策の社会経済分析
- ・リスクや技術の選好評価手法の開発  
人々のリスクや技術に対する選好を明らかにするために、評価手法の開発およびアンケート調査を実施している。調査の焦点は、(1) 対象となるリスクの種類によって選好は異なるか、(2) リスク削減のタイミングによりどのように選好が変化するか、(3) 対象者の年齢によって選好が異なるか、などである。
  - ・社会経済分析ガイドラインの公開と更新  
化学物質の排出を削減する対策の費用と効果を定量的に評価するための手法を整理し、CRM の Web に公開している。情報は定期的に更新していく予定である。また、このような手法を用いて、詳細リスク評価対象物質のリスク削減対策の評価を実施している。
  - ・規制影響分析（RIA）のための基礎データ集  
日本では2004年度から規制影響分析の試行が始まり、

化学物質の規制も対象に含まれており、社会経済分析ガイドラインに紹介したような手法が適用できる。また、環境・安全規制にも同様の方法が応用できる。米国や英国ではかなり前から規制影響分析が実施されており、これらの分析事例は日本で同様の分析を行う際に参考になるだろう。そこで、これらを、内容や分析手法別にデータベース化し、有効活用できるように整理している。

研究テーマ：テーマ題目 4

## 水圏環境評価チーム

(Hydrosphere Environment Assessment Team)

研究グループ長：東海 明宏

(つくば西)

概要：

## 1. グループの目標

本チームは、陸水・海域の物質動態・暴露解析手法の改良と適用、化学物質管理における生態リスク評価手法の適用、有害性評価手法の整備と適用、資源循環型社会における化学物質リスク管理手法の構築と適用、難燃剤を事例とした代替品開発戦略・技術の社会的受容性の検討といった領域の課題を担いながら、リスク評価手法とリスク管理手法の開発課題を進めてゆく。

縦糸研究は、リスク手法開発につながることを意識した課題設定とし、それぞれの研究員の専門領域を掘り下げつつも、いままで不得手であった課題に共同研究を通じて挑戦し、自分の領域の幅をひろげることを推奨する。以上の課題は、横糸研究に従事した経験をベースにして、新たな縦糸研究課題の展開につながることを期待している。

## 2. これまでの研究成果

これまで、メンバーが主に担ってきた課題として、詳細リスク評価書の策定に関しては、(今年度早々に出版予定を含む) TBT、NP、塩素化パラフィン、ビスフェノール A があげられる。また、有害性評価に関し、1,3-ブタジエン、パラジクロロベンゼンを実施してきた。縦糸研究は、手法開発であり、これまで、公開してきたものとして東京湾リスク評価モデルがあり、今年度は伊勢湾リスク評価モデルを公開した。このモデルは、これまで専門家の中だけで議論されていた暴露解析の方法を、関心のあるユーザーにまで拡大しえたことに価値がある。

## 3. 今年度の課題

合計8物質の詳細リスク評価書への取り組みと、リスク評価手法の開発である。これらの課題を通じて、リスク評価手法、リスク管理手法、物質選択の一般化のための知識の抽出が次の重点課題となることを期待している。手法に流されるのではなく、現実の問題との格闘から「臨床の知」を確立すること

に意義を見出していただきたい。いずれも、リスク管理の文脈にもとづき、断片化されていた事実なり、知見なりを再構築することをめざす。

技術の社会受容性研究 ～難燃剤を例にして～は、頭書予定での3年のプロジェクトであり、代表難燃剤のリスク評価とともに、「製品開発段階での代替物質のリスク評価手法の開発」「火災リスクと物質の有害性由来のリスクの等価変換手法の開発」においてとりまとめを行う。

以上の検討を通じて、リスク評価の次の重点課題の構造化を行い、社会的ニーズへの解を提案するための手法開発を行う。また、社会から、求められる分野の専門家として助言を求められたとき、例えば、審議会、委員会等での貢献を奨励するとともに、化審法審査関連業務への支援に応じて行う。センターの共通課題に関し、チームをまたいだミーティングを必要に応じて行う。

研究テーマ：テーマ題目 2

## 生態リスク解析チーム

(Ecological Risk Analysis Team)

研究グループ長：林 彬勲

(つくば西)

概要：

### 1. 研究の目的

持続可能な生態系を目指した化学物質の共存利用に関する環境政策を提案するため、化学物質による生態系への影響を「生態リスク」として定量的に捉えることのできる手法開発を **Science aspect** 及び **Management aspect** の両視点から研究を行なう。また、実環境の水系における生態リスクの診断と評価を行うため、対象水系の化学物質濃度を予測できる推計モデルの開発も行なう。

### 2. 研究背景と方向性

化学物質による生態系への影響に関するリスク評価は、評価対象となる生態系の多様性や複雑性を所以に、人の健康影響に関するリスク評価に比べて、研究が立ち遅れている現状にある。化学物質が環境中に排出された時、まず酵素あるいは細胞レベルの生化学的な反応、例えばエストロゲン様作用物質の場合、ピテロジェニンや酵素の合成に影響を及ぼす。もし、その影響程度が深刻であるならば、これらの生化学的な反応の影響が累積し、生物個体の組織、行動や形態への影響として伝播され、その結果、精巣卵や体サイズ異常などの組織的なあるいは形態的な異常として発現する。これらの組織的な異常の影響が更に累積し伝播されていくと、生物個体の生存、成長や繁殖への影響に反映される。従来の LC50、NOEC や HQ などによる影響評価はまさにこの階層の評価に対応している。こうした生物個体レベル

の影響が1個体だけではなく、多数見られた場合、その影響はやがて従来の生態毒性学範疇から生態学範疇の個体群レベル、更に群集レベル、生態系レベルへと順に影響が累積し伝播されていく。

化学物質による生態系への影響は「生物個体の生死にこだわるよりも生物の個体群存続への影響」という観点からのリスク評価は適切であることが1980年代中期に指摘された。それ以来、個体群生態学の知見を基礎にした評価の手法開発について、生態学者による理論的な研究が幾つか行われてきた。しかし、実際の環境政策に導入するためには、何を評価エンドポイントにするか、どのように評価すべきかが重要であるにもかかわらず、それらについての議論も少なくその実用的な評価手法の確立には至っていない。

本研究チームでは、環境庁（現在の環境省）が発表したヒメダカの4-ノニルフェノール（4-NP）のフルライフサイクル試験データを活用して、メダカ個体群存続への影響という観点から解析を行い、化学物質の管理政策に活かすことのできる実用的な個体群レベル生態リスク評価手法を提案した。

提案した手法は既に当センターが作成し公開したノニルフェノール詳細リスク評価書に適用されている。今後、提案した手法の改善を行いながら、より多くの化学物質の生態リスク評価に適用したケーススタディの蓄積を通じて、個体群レベル生態リスク評価を中心とした生態リスク評価の体系を構築する。

### 3. 当面の研究課題

- ① 個体群レベル生態リスク評価手法の開発に関する研究
- ② 残留性有害汚染物質の水棲生物における蓄積レベル予測手法の開発
- ③ 水系暴露解析モデルの開発
- ④ 内分泌かく乱物質の毒性影響評価手法開発及びその個体群影響評価のフレームワーク構築に関する研究
- ⑤ 汎用性生態リスク評価ツールの開発

### 4. 横糸研究について

研究目的

化学物質の共存利用を目指す環境政策を提案するため、特定の化学物質を対象に、既存の知見や CRM 全体の縦糸研究成果を活かしながら、その詳細リスク評価書を作成し、社会へ公開する。

当チームが関わっている詳細リスク評価書作成の物質は下記の通り。

- ・公開済み物質：ノニルフェノール、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)
- ・H17年度中に公開する予定物質：コプラナーPCB、鉛、アルキルエトキシレート
- ・H17年度中に完成する予定物質：亜鉛、クロロホ

ルム

研究テーマ：テーマ題目2

## 環境暴露モデリングチーム

(Environmental Exposure Modeling Team)

研究グループ長：東野 晴行

(つくば西)

### 概要：

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

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

#### 1. 大気環境暴露評価モデル

ー用途・スケールに応じて複数のモデルを開発ー

我々が開発している大気環境暴露評価モデルには、その用途・スケールに応じて複数のものがある。我々がこれまで開発・公開したモデルとして、ADMER と METI-LIS の2つのモデルがある。ADMER は、比較的広域の濃度分布推定を目的とした5km グリッドの解像度を持つモデルである。ただし、ADMER は5km グリッドの中は均一濃度となるので、ADMER だけでは評価しにくい発生源周辺については、METI-LIS という事業所周辺モデルがある。これらを組み合わせることで、より詳細な暴露・リスク評価が可能となる。

我々は、さらに ADMER や METI-LIS だけでは評価の難しい、沿道での暴露評価やより詳細な広域評価、二次生成物質への対応などの課題について、新たな手法やモデル開発に取り組んでいる。

#### 2. ADMER

ADMER (正式名称：産総研ー暴露・リスク評価大気拡散モデル (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology - Atmospheric Dispersion Model for Exposure and Risk Assessment : AIST-ADMER)) は、関東地方や近畿地方のような地域スケールでの化学物質濃度の時空間分布の推定を目的としたソフトウェアであり、5×5km の空間分解能と6つの時間帯でかつ1ヵ月の

平均値の推定を実現できる性能を持っている。

ADMER には、大気中濃度及び沈着量の分布を推定する機能に加えて、グリッド排出量を作成する機能、気象データを集計・補間及び解析する機能、曝露人口分布の計算のように推定濃度を解析する機能などが含まれている。また、計算操作や結果の管理を助けるグラフィック・ユーザーインターフェイスや、発生源、濃度、沈着量分布のマッピング表示、任意の地点での値の抽出など、曝露評価に用いる基本的な機能はほぼ実装されている。これらの機能によって、シミュレーションモデルの専門家だけでなく、リスク評価に携わる研究者や評価者、さらに国や自治体などの行政担当者や企業においても広域の時空間濃度分布の推定が可能となった。ADMER は、全国対応版である Ver. 1.0の公開から1年余りですでに1,000人を超える利用者がおり、同種のソフトウェアとしては日本で最も普及している。現在、以下に示すような用途で、さまざまな場所で利用されている。

- ・国や地方自治体における環境政策実施の裏付けやリスクコミュニケーションの材料として
- ・教育機関や NGO、企業での環境教育の題材として
- ・企業での自主管理のバックグラウンドデータとして

ADMER の今後は、基本グリッド間隔である5×5km 以下の濃度分布を推定する機能 (サブグリッドモジュール) の開発や、今回リリースした英語版を発展させた日本以外の地域で適応可能な国際版の開発、中国など今後リスク評価が重要となってくる地域での適用を計画している。

#### 3. METI-LIS

METI-LIS は「経済産業省 (METI) 低煙源工場拡散 (Low-rise Industrial Source dispersion) モデル」を意味しており、工場などの発生源周辺の比較的狭い区域を対象としたモデルである。

#### 4. 沿道暴露評価手法開発

1,3-ブタジエンやベンゼンのような自動車起源の排出が主な物質については、道路近傍での詳細な評価が必要不可欠である。そこで、ADMER や METI-LIS に加えて沿道暴露評価手法 (沿道モデル) の開発を進めている。

- ・日本全国の詳細な道路情報を整備
- ・拡散モデルはサブグリッド型と線源型
- ・沿道の暴露人口を推定

全国の幹線・細街路交通量を整備 (北海道の例) と100m グリッドの抽出の例 (東京都心部の例)

#### 5. 次世代型広域大気モデル (次世代 ADMER)

複雑地形や2次生成など、現在の ADMER では不可能な評価が可能となる次世代型のモデルの開発を進めている。

- ・メソスケール気象モデル+3次元オイラー型拡散ス

キーム→ 高煙源や複雑地形での再現性向上、拡散時間延長

- ・ 詳細な反応系を入れ込むことが可能 → オゾンや粒子状物質など2次生成物質にも対応 (VOC 削減対策等)

研究テーマ：テーマ題目1

-----  
**[テーマ題目1] (運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費「リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析」「大気環境における暴露評価技術の開発と適用」)**

**[研究代表者]** 中西 準子 (化学物質リスク管理研究センター)

**[研究担当者]** 吉門 洋、三田 和哲、東野 晴行、井上 和也、篠崎 裕哉 (職員5名、他4名)

**[研究内容]**

研究の目標・計画

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

年度進捗状況

- 1) 暴露・リスク評価大気拡散モデル (ADMER) の英語版を開発し公開した。ユーザーの意見を反映させた機能強化や内蔵データの更新を行った ADMER ver. 1.5を同時に公開した。METI-LIS についても英語版を作成した。
- 2) ADMER 全国版の性能評価や適用限界に関する論文や METI-LIS 活用術ノート等の技術文書を積極的に発信した。主に企業を対象とした技術講習会を実施した。
- 3) 有害大気優先取組物質の11物質について詳細な暴露評価を実施した。この結果を経済産業省の審議会 (産構審化学・バイオ部会リスク管理小委員会) に対し、自主管理の妥当性検証や今後の管理政策の判断材料として提出した。

**[分野名]** 環境・エネルギー分野

**[キーワード]** 大気環境暴露評価モデル、大気拡散モデル、ADMER、METI-LIS

**[テーマ題目2] (運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費「リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析」)**

**「水圏生態リスク評価とそのためのツール開発」**

**[研究代表者]** 中西 準子 (化学物質リスク管理研究センター)

**[研究担当者]** 東海 明宏、岩田 光夫、堀口 文男、宮本 健一、恒見 清孝、林 彬勲、石川 百合子、内藤 航、加茂 将史 (職員9名、他14名)

**[研究内容]**

研究の目標・計画

化学物質による水圏生態系への生態リスク評価とそのためのツール開発は、化学物質の有効利用と水圏生態系保全との両立を目指すために欠かせない研究課題である。本研究では、特に①化学物質の溜まり場と思われる河川を対象とした暴露解析手法ならびにその暴露濃度評価ツールの開発、および②個体群レベル生態リスク評価手法の開発と普及を目標とする。開発したツールや得られた研究成果を普及すると共に、水圏生態系における適切な化学物質の管理手法を提案する。

年度進捗状況

- (1) 暴露解析に関し、水系暴露解析システム AIST-SHANELver. 0.8βを公開し、講習会を実施し、ユーザーへの普及をはかるとともに、ver. 1.0にむけての改良を行いつつある。公開に先立ち、水系暴露解析システムの特許の申請を行った。
- (2) 研究成果を普及するため、独自に開発した小片化法を「精巢に卵を見つける一魚を用いたホルモン様作用物質検出の新技术」というタイトルのビデオを作製し希望者に配布した。
- (3) 個体群影響の観点からの内分泌かく乱化学物質についての生態リスク評価のための手法開発やそのための毒性試験デザインについて検討を行い、その成果を学会誌への論文発表や国内・国際への学会発表を行った。
- (4) これまでの生態リスク評価に関する研究成果を軸に、米国環境保護庁の健康・環境影響研究所と第一回目のワークショップをつくばで開催し、最新の研究知見の交換を行った。

**[分野名]** 環境・エネルギー分野

**[キーワード]** 暴露濃度評価ツール、水系暴露解析システム、SHANEL、小片化法、生態リスク評価

**[テーマ題目3] (運営費交付金)「マルチメディアアプローチを用いたフタル酸ジ(2-エチルヘキシル) (DEHP) の詳細リスク評価と国際的な活動への貢献」**

**[研究代表者]** 中西 準子 (化学物質リスク管理研究センター)

**[研究担当者]** 吉田 喜久雄、内藤 航 (職員2名、他5名)

## 〔研究内容〕

## 研究の目標・計画

塩化ビニル可塑性として年間20万トン生産されるフタル酸ジ(2-エチルヘキシル) (DEHP) のヒト健康と生態へのリスクを評価し、適切な管理手法を提案する。

## 年度進捗状況

- ① 既報のモニタリングデータを統計処理し、暴露を詳細に解析するとともに、ヒトの健康と生態へのリスクを判定する際のエンドポイントと基準となるそれらの摂取量や暴露濃度を既報の有害性情報から選択・決定した。さらに、これらの解析結果から DEHP のヒトの健康と生態系へのリスクを詳細に判定した。判定の結果、現時点で DEHP によるリスクは懸念されるレベルにないと判断された。
- ② DEHP の用途別の耐用年数を考慮して詳細に発生源を解析するとともに、化学物質リスク管理研究センターで開発したマルチメディアアプローチ (Risk Learning) 等を用いて、発生源から被曝者に至る主要な暴露の道筋を分析した。さらに、環境への DEHP の排出に大きな寄与をする軟質塩ビ製品製造事業所における排出削減対策の費用対効果についても試算した。これらの結果は、経済産業省による当該物質の「管理のあり方」の策定に活用された。
- ③ DEHP の詳細リスク評価書の公開については、当センター内でのレビューおよび外部の専門家によるレビューを経て、予定より順調に改訂作業を終え、2005年1月に書籍として出版された。
- ④ 2004年9月にウィーンにて開催された OECD の環境暴露評価タスクフォースの会合において、「Link with PRTR」というセッションの中で、DEHP の詳細リスク評価書における排出量推定についてプレゼンテーションを行った。そのプレゼンでは、日本における PRTR システムの概要、DEHP の排出量推定における PRTR データの利用、OECD の排出シナリオ文書の利用、さらに推定された日本における DEHP の排出量について報告した。この発表内容に対して、多くの TF メンバーが高い興味を示してくれた。
- ⑤ 2004年11月に米国ポートランドで開催された第4回環境毒性化学会世界会議のフタル酸エステルセッションにおいて、招待講演者として、DEHP の詳細リスク評価書の概要を紹介した。発表後、座長から、フタル酸エステルの特集号を検討しているので、そのときは是非投稿してほしいと申し出があった。
- ⑥ ヒト健康リスク評価ツール Risk Learning については、2004年1月の報道発表以来ダウンロードの件数は着実に増加しており、2004年11月末でダウンロード数は1600件を超えている。また、2004年4月に14物質のデータを追加し公開した。

〔分野名〕 環境・エネルギー分野

〔キーワード〕 詳細リスク評価書、フタル酸エステル、

DEHP、ヒト健康リスク評価ツール

〔テーマ題目4〕 (運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費 「リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析」、経済産業省試験研究調査委託費 (地球環境保全等試験研究に係るもの) 「船舶から発生する有害揮発性ガスによる複合汚染の低減に関する研究」)

「定量的リスク評価手法の戦略的開発」

〔研究代表者〕 中西 準子 (化学物質リスク管理研究センター)

〔研究担当者〕 蒲生 昌志、岸本 充生、小野 恭子、小倉 勇、篠原 直秀 (職員5名、他6名)

## 〔研究内容〕

## 研究の目標・計画

リスク評価に基づいた化学物質管理が行われる社会の実現を目指して、定量的なリスク評価・管理手法の今後の方向性を示すとともに、それらの普及をはかる。H16年度は、質調整寿命年数や損失寿命をリスク指標とした評価、対策の費用効果分析、情報の価値解析、発生源解析を行なう。

## 年度進捗状況

サブテーマのそれぞれについて下記のような進捗をみた。

質調整寿命年数による評価はトルエンの詳細リスク評価の中で行われた。トルエンによる質調整寿命年数の損失は、直接的な死亡というより Quality of Life の低下によるものであり、これまで許容できるリスクの上限とされてきた10万人に1人の発がんリスクにほぼ相当する規模のリスクであると考えられた。一方、損失寿命によるリスク評価は、化学物質輸送船乗組員のリスク評価を行なった。ベンゼンやキシレンといった幾つかの主要な化学物質のリスクを評価し、発がん性と非発がん性を問わず、それぞれおよそ数十時間の損失寿命をもたらすリスクレベルであると推定された。また、損失寿命をリスクの指標とした計算を行なうためのプログラム「リスク計算機 (仮称)」を作成した。

対策の費用効果分析としては、一般廃棄物焼却施設におけるダイオキシン類の恒久対策の事後評価を行った。排出を1g 削減するために平均約1億円かかったことが分かった。ただし、その費用は施設ごとに大きく異なっており、規制内容を工夫することにより同じ削減をより安い費用で達成できた可能性が示された。また、有害大気汚染物質の自主管理計画についても、各物質の排出を1t 削減するための費用を推計し、さらに自主管理計画を環境政策としての観点から評価を行った。環境改善効果、経済効率性、行政費用という3つの政策目標は相互にト

レードオフの関係にあることが分かった。

情報の価値解析は、不確実性下での意思決定に関わるものである。米を経由したカドミウム暴露の削減対策のオプションを選択するにあたり、米中カドミウム濃度を計測することの意義を評価した。既に測定値がある場合、それが約0.1から1.1ppmの範囲にある場合においてのみ、追加的な計測が費用対効果の観点から正当化されることが分かった。

発生源解析は、Co-PCBの詳細リスク評価の中で行われ、主たるCo-PCBの起源が焼却と過去のPCB製品であることが明らかとなった。また、Co-PCBの評価においては、Co-PCBの同族体別の体内半減期を推定し、また、年齢に伴う身体的特徴の変化を考慮することにより、詳細な年齢別・同族体別の体内濃度を推定することができた。

暴露係数ハンドブックと社会経済分析ガイドラインについては、年度末までに一般に公開できる段階にきている。詳細リスク評価としては、1,4-ジオキサンが年内、トルエンは年度内に出版される。カドミウム、Co-PCB、pDCBについても、年度末に出版原稿完成に至る予定である。

【分野名】環境・エネルギー分野

【キーワード】質調整生存年数、カドミウム、Co-PCB、ジオキサン、トルエン

#### ④【ライフサイクルアセスメント研究センター】

(Research Center for Life Cycle Assessment)

(存続期間：2001.4.1～)

研究ユニット長：稲葉 敦

副研究部門長：匂坂 正幸

総括研究員：匂坂 正幸(兼)

所在地：つくば西事業所

人員：13(12)名

経費：238,572千円(97,714千円)

概要：

ライフサイクルアセスメント(Life Cycle Assessment: LCA)は、製品やサービスの環境への影響を評価する手法である。対象とする製品を産み出す資源の採掘から素材の製造・生産だけでなく、製品の使用・廃棄段階まで、ライフサイクル全体を考慮し、資源消費量や排出物量を求め、その環境への影響を統合的に評価することである。この評価方法の特徴は、製品のライフサイクルでの物やエネルギーのやりとり(連鎖)を考えることと、その結果生じる環境負荷を考えることである。LCAは、製品の環境調和性を評価する手法として国際規格化(ISO-14040~43)され、すでに多くの企業などで広く活用されている。また最近では、

製品システムの評価だけではなく、冷暖房設備などのインフラストラクチャー、エネルギーシステム、廃棄物処理など社会的システムに対してもLCAが適用され、環境負荷の小さい街や地域、社会の実現に向けてLCAを活用する試みが始まっている。

当研究センターでは、「持続的な発展をめざし、環境負荷の小さい社会の実現に貢献するために、LCAの普及、発展のための研究を進めること」を目標として、研究チームを構成して研究開発を行っている。

外部資金：

経済産業省 試験研究調査委託費(環境研究総合推進費に係るもの)「LCAによる日本からの使用済み自動車及び部品の適切な使用・再資源化システムの設計」

経済産業省 試験研究調査委託費(環境研究総合推進費に係るもの)「地域、産業間物質フローによる環境影響の評価手法に関する研究」

経済産業省 石油代替エネルギー導入促進対策調査等委託費「容器包装リサイクルによる環境負荷調査研究」

経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費「エネルギーシステム総合評価基盤技術研究開発」

文部科学省 若手任期付研究員支援「被害量算定による総合的影響評価手法の開発」

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業 製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発 インパクト等LCAの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業 製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発 LCAのケーススタディ：三重県、千葉県、岩手県におけるLCA手法の研究開発」

社団法人産業環境管理協会「製品LCAの分析手法とデータ開示方法の検討及び3R-LCA手法の開発」

発表：誌上発表50件、口頭発表62件、その他7件

LCA手法研究チーム

(LCA Methodology Research Team)

研究チーム長：伊坪 徳宏

(つくば西事業所)

概要：

LCA の普及促進には、データベースやソフトウェアなどのインフラの整備が必要不可欠である。LCA 手法研究チームでは、LCA の基礎研究と位置づけられるライフサイクル環境影響評価手法の開発にむけた研究、および、当該手法を応用した評価手法(フルコスト評価、費用対便益分析など)を新規開発するための検討を、LCA 国家プロジェクトなど外部の研究事業との連携を取りながら行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目 4

#### 地域環境研究チーム

(Regional Environment Research Team)

研究チーム長：玄地 裕

(つくば西事業所)

概要：

ライフサイクルアセスメント (LCA) の考え方をうけて環境負荷の小さい社会を実現する地域政策や地域計画の策定に寄与する研究を行うチームである。具体的な地域を選定して、バイオマス、廃棄物の処理や有効利用に関する研究、地域エネルギー供給システムに関する研究、都市エネルギー消費に影響を与えるヒートアイランドに関する研究を実施している。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 4

#### エネルギー評価研究チーム

(Energy Systems Analysis Team)

研究グループ長：八木田 浩史

(つくば西事業所)

概要：

キーワードにエネルギーシステムを含む研究を幅広く行うチームである。従来の製品レベルの LCA 研究で検討されてきた手法および考え方について、より広く社会システム全体としての評価という視点で展開をはかると共に、長期的な視点からエネルギー、資源、環境問題を検討している。

また、エネルギーシステム関連の研究と並行して、各種の温暖化対策あるいはエネルギー使用合理化技術の評価するツール群を開発している。

更にエネルギー技術の研究開発や導入助成に関して費用効果分析を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 5

#### 環境効率研究チーム

(Environmental Efficiency Research Team)

研究チーム長：田原 聖隆

(つくば西事業所)

概要：

「環境効率」は、製品が提供する機能（サービス）と LCA によって計算される環境負荷の比で表すことができる。製品の機能が同一であれば環境負荷が少ない方が好ましく、環境負荷が同一であれば機能が充実している方が好ましいという考え方である。つまり、環境効率は、活動を表す尺度と環境負荷量を比較する指標である。国レベルであれば GDP と CO<sub>2</sub>排出量の比較、企業レベルであれば企業の付加価値と環境負荷量の比較など様々なレベルで使用されるようになっている。このチームでは LCA の応用研究として社会的受容性を考慮に入れた新しい環境効率の指標開発を目指している。具体的な研究内容は、環境効率指標の骨格を形成、消費者受容性研究、グリーンエネルギー研究があり、消費者の製品の受容性や環境対策の負担の考え方の分析を行っている。最終的には、製品／企業／産業／国レベルでの環境効率指標の確立、環境対策を評価できる指標の確立を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3

#### 【テーマ題目 1】 LCA における環境影響評価手法と製品開発のためのツールの開発

【研究代表者】伊坪 徳宏 (ライフサイクルアセスメント研究センターLCA 手法研究チーム)

【研究担当者】伊坪 徳宏、本下 晶晴、稲葉 敦、匂坂 正幸 (職員4名、他6名)

#### 【研究内容】

##### (1) LIME の信頼性評価・精度向上

大気汚染や地球温暖化など主要な影響領域に関わる被害係数の不確実性分析を終了した。また、無作為抽出法に基づく標本抽出作業を行い、統合化係数の信頼性向上のためのプレテストを行った。室内空気室を新規影響領域として設定し、被害評価を新たに開発した。日経 BP 社と共同して企業20社が参加する研究会を継続して開催し、環境経営フォーラム参加企業を集めた成果報告会を行い、LIME の普及を図った。LIME 解説本については執筆作業を終了した。

##### (2) LCA ソフトウェア AIST-LCA Ver. 4 (NIRE-LCA Ver. 4) の製品化

AIST-LCA Ver. 4の開発を完了した。開発したソフトウェアは、前バージョンでは評価が難しかったリサイクル技術の評価を可能としている点、ステージの概念を導入して、より緻密な LCI 解析が可能となった点、環境影響評価手法 (LIME) の搭載など、多くの新機能を搭載した。また、搭載しているデータの見直し、拡充も行った。2005年秋に製品化すべく準備を行っている。

##### (3) 外部経済評価の製品開発への応用

経済性評価では、鉛フリーはんだ、発電事業を対象としたフルコスト評価の事例研究を行い、環境指向型

製品の社会的効果の分析を行うことができることを確認した。

(4) DfE 手法開発と中小企業での活用

DfE 手法開発では、長野県や滋賀県で行った QFDE のソフトウェアを中小企業で使用する実証研究の結果を基に、この手法の利用促進のための課題抽出を行った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] LCIA、LIME、NIRE-LCA、LCC、FCA、QFDE

[テーマ題目2] インベントリデータの収集と LCA の普及

[研究代表者] 匂坂 正幸 (ライフサイクルアセスメント研究センター)

[研究担当者] 匂坂 正幸、田原 聖隆、稲葉 敦、玄地 裕、八木田 浩史、伊坪 徳宏 (職員6名、他26名)

[研究内容]

(1) インベントリデータの収集・公開

AIST-LCA Ver. 4で多国間貿易を評価するために、主要製品の各国輸入比率データ、各国間輸送距離データ、および輸送インベントリデータの収集を行った。また、リサイクルの製品化までをシステム境界内として、容器包装リサイクル法の見直し作業を行った。加えて、鉄鋼製品や廃棄物処理プロセス等のデータをも作成した。これらを NIRE-LCA(v. 4)に反映し、データ、手法の更なる精緻化を図った。

(2) 情報発信・交流

2004年度は9回の国内向け、2回の海外向けセンターニュースを発行し、内外の LCA 関係情報を発信している。また、世界の LCA センターを組織化した「GALAC」を組織化し、活動推進のための会議を運営し、先導役を果たした。

また、途上国の関係機関を中心とした協力も推進し、2004年度からタイ科学技術研究庁をはじめとする ASEAN の国々とバイオマス関係 LCA がプロジェクトとして予算化され、活動が始まった。

また、LCA 関係研究の発展、普及活動の一環として2004年度に、国内外で8回のワークショップ、会議等を主催し、当センターをはじめ、その分野の先導的な研究者と多数の参加者を集めて先端的な議論を行い、当該分野を牽引する役を果たした。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] LCA、普及、ワークショップ、インベントリデータ

[テーマ題目3] LCA の産業・企業での活用方法に関する研究

[研究代表者] 田原 聖隆 (ライフサイクルアセスメント

ト研究センター環境効率研究チーム)

[研究担当者] 田原 聖隆、野村 昇、小澤 寿輔、稲葉 敦、匂坂 正幸 (職員5名、他5名)

[研究内容]

(1) 環境効率指標の開発

複数産業に関与している企業の CO<sub>2</sub>効率算出には、企業の協力を得た内部データ活用、環境報告書など公開データ活用の両側面から実施した。その結果を用いて評価手法をマニュアル化し公開を予定している。また、消費者が製品に感じる機能の価値や、使用年数による価値の減耗、使用する側の製品への愛着やこだわりといった主観的な価値観を含めた、ライフサイクル全体を評価できる環境効率指標が開発できた。

(2) 消費者の受容性の研究

選定した27の行動について消費者の要求項目を工学的に評価する際、心理的要因の影響で推定が困難な行動が存在する可能性が示された。アンケート結果より、「地球環境にやさしい」と考えるライフスタイルイメージを構築し、平均的なライフスタイルからそのライフスタイルへ移行した場合の CO<sub>2</sub>排出変化量を求めリバウンド効果をも考察した。また、エネルギー消費における環境負荷低減に対する金銭上および生活上の負担は、実行率が所得階層に依存する可能性が示された。

(3) 国際協力

国内外の「環境効率」「持続可能な消費」の具体的な研究事例を収集、又研究成果の報告のために東京(未踏科学技術協会と共催)、オスロ (ノルウェー工科大学と共催)において国際ワークショップを開催した。オスロのワークショップにて、これまで得られた知見と成果をもとに、今後どのような研究を展開してゆき、どのようにしてこの分野の研究を世界的に先導していくのかが焦点のひとつとなった。その成果として「オスロ宣言」が草案され、参加者全員が署名の合意をするに至った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 環境効率、持続可能な消費、社会受容性

[テーマ題目4] LCA の地域での活用方法に関する研究

[研究代表者] 玄地 裕 (ライフサイクルアセスメント研究センター地域環境研究チーム)

[研究担当者] 玄地 裕、井原 智彦、栗島 英明、工藤 祐揮、稲葉 敦、匂坂 正幸 (職員6名、他11名)

[研究内容]

(1) 地域施策に対する LCA 手法の適用

昨年度までの発生量と発生箇所の現状把握、及び現状での対象地域内外での環境負荷量把握に引き続き、

ニュータウン建設の対策技術、廃棄物処理、バイオマスの有効利用についての技術的対策インベントリを作成した。岩手県、千葉県を対象に配置と輸送について、ライフサイクルでの環境負荷検討可能なモデルの作成を行った。インベントリデータと配置輸送モデルによって地域施策の代替案と現状案の環境影響、コストの比較を行った。ニュータウン建設検討に関しては、当初案と代替案に対して日本版被害算定型影響評価（LIME）による比較検討をおこない、改善効果の定量化を行った。

(2) ヒートアイランド対策

屋上・壁面緑化対策と高反射塗料について対策実施による環境負荷とヒートアイランド緩和による年間空調エネルギー消費量変化に着目してライフサイクル評価を行った。その結果、冷房需要の多い事務所地区で塗料塗布対策が唯一、ライフサイクルでのエネルギー消費削減につながった。さらに、気温降下に有効だと考えられる対策技術を選定して、年間エネルギー消費量と気温年変化の検討を行った。これらの検討結果は、経産省のヒートアイランド対策立案基礎資料として提供した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地域施策、ライフサイクルアセスメント、ヒートアイランド

【テーマ題目5】 我が国の長期エネルギーシステムの研究

【研究代表者】 八木田 浩史（ライフサイクルアセスメント研究センターエネルギー評価研究チーム）

【研究担当者】 八木田 浩史、遠藤 栄一、野村 昇、工藤 祐揮、稲葉 敦、匂坂 正幸（職員6名）

【研究内容】

(1) エネルギーシステム分析および研究開発の費用効果分析によるエネルギー技術研究開発計画策定支援

エネルギー技術の研究開発計画策定における意思決定支援のための分析手法を確立することを目標にして、エネルギー技術分野における研究開発の費用効果分析を通じて、適切な資源配分を明らかにする方法や、エネルギーシステム分析を通じて、適切な研究開発目標を明らかにする方法を提案すること、および、それらの方法を実際の研究開発に適用し、研究開発計画の妥当性の検証や最適化を通して、有効性を実証することをめざした検討を行った。

(2) 運輸政策の、エネルギーおよび環境の両面からの評価

貨物および旅客輸送のあり方、省エネ自動車の普及、使用済み自動車の適正処理、各種の輸送機関用新燃料（バイオ燃料、DME）などに関して多面的な検討を

行った。従来型の自動車のみならず、省エネルギー型自動車として期待されているハイブリッド車、燃料電池車、アルミ化軽量車について、製造・使用・廃棄のライフサイクルを通じた評価を行った。廃棄に関して、日本国内廃自動車の適正処理に加え、日本からアジア諸国へ輸出されている中古車および中古部品の処理方法による環境への影響についても検討した。

(3) 長期的な温暖化対策技術の評価、持続可能性の評価のためのツール開発

日本全体や地域の長期的な二酸化炭素排出量を検討するエネルギー評価ツール NICE（National Integration of CO<sub>2</sub> Emission Model）について、開発・普及の作業を実行した。また新たなフレームでの、地球環境問題の検討ツールの開発に向けた情報収集を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 エネルギー、運輸政策、費用効果分析、エネルギーシステム分析、ライフサイクルアセスメント

⑤【パワーエレクトロニクス研究センター】

(Power Electronic Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究ユニット長：荒井 和雄

副研究センター長：大橋 弘通

総括研究員：奥村 元

所在地：つくば中央第2

人員：14（13）名

経費：799,812千円（159,578千円）

概要：

21世紀社会のエネルギー、情報、流通の基盤における電力エネルギーの重要性は増大していく。その有効利用は、省エネ、新産業創出によるトリレンマ解決のキーである。本ユニットは、SiC や GaN などのワイドバンドギャップ半導体による革新的パワーデバイス開発をもとに、電力エネルギー有効利用実現のキーとなっているパワーエレクトロニクスの革新とそれによる大、中、小の電力の新たなネットワーク化の実現をはかる。その目標の達成のためには、上記の新規半導体のデバイス化には不可欠な「結晶ーデバイスプロセスーデバイス実証」の一環研究開発を進める（結晶成長チーム、デバイス・プロセス1チーム、デバイス・プロセス2チーム）と共に、新デバイスのパワエレ応用の促進のもう一つのキーであるデバイス特性（低電力損失、高温動作、高速動作）を活かせるパワエレ機器構成技術（回路・実装・部品・材料）の開発を進める（スーパーデザインチーム）。また、それらをシス

テムの電力変換ノードに組み込んだときの効果予測やそのための性能仕様明確化を行う（スーパーノードネットワークチーム）。これら5つのチームが有機的に協同することによって、パワーエレに革新をもたらす本格研究としての目標を達成する。平成15年度は重要課題として、ワイドギャップ半導体の基盤である「単結晶作製技術」、「低オン抵抗を有する SiC-MOSFET の開発」、「エピタキシャル薄膜技術に基づくデバイス化技術」のチーム別の3課題を設定し、適時、連携させながら運営していたが、各課題が成熟し、それぞれ高いレベルで連携することが有効になったので、平成16年度はチーム連携からなる重点課題への組替えを行った。結晶品質の向上にともない、その内製基板をもとに、エピタキシャル成長技術と結晶欠陥評価、ダイオード性能評価を一貫して行う「SiC ウェハ技術に関する研究」、新たな結晶面（カーボン面）におけるウェハ開発と連携して、SiC 物性値限界にせまる「超低損失 SiC パワー素子の開発」、パワーデバイスへの展開が明確になってきた GaN 半導体のデバイス化を目指す「窒化物半導体パワーデバイス化基盤技術開発」の3課題を設定した。パワーエレ機器構成技術（スーパーデザインチーム担当）については外部招聘研究員のチームリーダーにより、デバイス・回路設計・評価技術、実装コア技術、パワーエレ統合設計のコンカレント開発の方針が明確にされ、基盤技術の立ち上げが急速に進められている。システム化技術（スーパーノードチーム担当）をにらみ、パワーエレクトロニクスの革新の実現に向けて新たなスタートを切った。常勤研究職員13名で、広い研究領域をカバーせざるを得ないので、共同研究員及び併任研究員、ポスドク、補助員等の非常勤職員、各種フェロー、連携大学院生を活用して進めており、総勢約60名である。

外部資金：

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

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

文部科学省 産学官共同研究の効果的な推進「窒化物ハイブリッド成長膜による低損失スイッチング素子」

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産

業技術研究助成事業費助成金「高温触媒体により生成された水素／重水素ラジカルを用いた SiC MOS 界面及び SiC 酸化膜の高信頼性化技術」

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

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／省エネルギー電力変換器の高パワー密度・汎用化研究開発 ―パワー密度10倍ニーズに資する、オン抵抗  $1 \text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$  級の、理論限界に迫る低損失パワーデバイスの開発―」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 革新的省エネダイオードの研究開発」

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

発表：誌上発表32件、口頭発表34件、その他3件

結晶成長・評価チーム

(Bulk Crystal Growth Team)

研究チーム長：西澤 伸一

(つくば中央第2)

概要：

これまで個々に開発してきた SiC バルク単結晶成長技術、エピ膜成長技術を統合し、超高品質 SiC ウェハ技術の確立を目指し研究を行った。ウェハ品質評価は、単に結晶品質評価にとどまらず、実際にダイオードを作製し、素子特性と SiC ウェハ品質の相関から評価を行った。これにより、SiC パワーデバイス実証を支える先端的 SiC ウェハ技術開発を目指した。あわせて、将来の SiC 産業化を支えるエピ基盤技術（高速成長・エピ炉設計技術）の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目1

デバイスプロセスチーム1

(Device & Process Team 1)

研究チーム長：福田 憲司

(つくば中央第2)

概要：

SiC パワー素子は、Si の1/200の理論的オン抵抗値

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

研究テーマ：テーマ題目 2

### デバイスプロセス2チーム

(Device & Process Team 2)

研究チーム長：奥村 元

(つくば中央第2)

概 要：

パワーエレクトロニクスのための高性能低損失電力素子開発のキーであるワイドギャップ半導体薄膜高品質エピタキシャル成長技術を確立し、プロセス開発・デバイス機能実証を通して低損失電力素子への展開を図る。SiC については、六方晶の C 面/低オフ角基板上成長等の CVD 高品質高速成膜技術の高度化の成果をもとに、デバイス機能への応用展開を図った。Ⅲ族窒化物半導体では、CVD、MBE の2種の高度エピタキシャル成長法を駆使して大電流ヘテロ構造素子等を試作し、超高周波・低損失素子としての有効性を実証した。また、ワイドギャップ半導体の評価に適した手法を開拓して、デバイス機能向上に資するウェハ/デバイスの特性相関の明確化、成長時の欠陥低減機構の解明を進めた。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 3

### スーパーデザインチーム

(Power-Unit Super-Design Team)

研究チーム長：大橋 弘通 (副研究センター長併任)

(つくば中央第2)

概 要：

SiC や GaN の超低損失素子の特長を活かした小型・低消費電力の電力変換器 (スイッチ、インバータなど) を実用化するための基盤技術を開発する。そのために、デバイス設計、回路、制御、実装技術の統合設計基盤技術の確立の目処を立てた。

研究テーマ：パワーエレクトロニクス統合化技術 (運営費交付金、外部資金)

### スーパーノードネットワークチーム

(Super-Node Network Team)

研究チーム長：山口 浩 (エネルギー技術研究部門より併任)

(つくば中央第2)

概 要：

電力変換器等のパワーエレクトロニクスシステムおよびそれを用いた統合ネットワーク運用により、革新的な省エネルギー化を図り地球温暖化の抑制に貢献することを目的とする。シリコンに代わる新材料を用いた超低損失電力素子の実現可能性が現実のものとなりつつあるので、電力機器だけでなく、電力ネットワーク全体の省エネ化を目指し、超低損失電力素子を用いた電力変換器で結合したエネルギー利用効率の高いシステムを形成するためのネットワークに関する研究開発を横断的に行う。

平成16年度は、新材料を用いた超低損失電力素子の適用可能性が考えられる複数種の具体的な機器について、適用効果の明確化や開発課題の抽出を行った。

研究テーマ：超低損失素子利用ネットワーク技術開発、電力平準化システム運用制御技術 (運営費交付金、外部資金)

### [テーマ題目 1] SiC ウェハ技術に関する研究 (外部資金)

[研究代表者] 西澤 伸一 (パワーエレクトロニクス研究センター 結晶成長・評価チーム)

[研究担当者] 加藤 智久、八月朔日 英二、和田 桂典、三浦 知則、奥村 元、石田 夕起、児島 一聡、黒田 悟史、田中 保宣、大橋 弘通、中島 信一、三谷 武志、J.-H. Yun (職員7名、他7名)

### [研究内容]

(1) 先端的 SiC ウェハ技術開発 (バルク単結晶成長技術)

欠陥密度  $1400/\text{cm}^2$  @ 3インチ平均 (3インチ成長での良質部分は  $700/\text{cm}^2$  以下、2インチ成長での良質部分は  $250/\text{cm}^2$  以下) を達成した。1998~2002年度 SiC 国プロ、2003年度共同研究の成果を発展させ、現在までに上記を達成している。現在、残留する結晶欠陥種を評価特定し、その伝播方向を制御することで更なる結晶欠陥低減を達成する手法を検討している。2004年11月に新しい大型単結晶成長炉を導入し、研究を加速する体制を整えた。

(2) エピ基盤技術

ホットウォールタイプの SiC-CVD 装置に関する数値解析モデルに関して、Si 面/C 面異方性を取り入れた表面モデルを提案し、ドーピングとエピ成長表面状態の相関を数式化した。SiC 結晶構造を考慮して Si 面及び C 面のデポ・離脱反応速度をモデル化した。その結果、特にこれまで不明瞭であった n 型、p 型ドーピングの面方位異方性を定量的に説明できることを示した。現在、後述のごとく、国際協力のもとで結晶成長表面のマイクロモデル・数値解析を取り入れたマルチスケールモデルの開発を進めている。

上記のとおり、先端的 SiC ウェハ技術開発、エピ基盤技術ともに平成16年度目標を達成している。さらに、当初の研究計画を加速して、現在以下の検討を進めている。

(1) 先端的 SiC ウェハ技術開発

単なる素子実証にとどまることなく、Si-IGBT 等と組み合わせることで SiC ダイオードを用いることによるシステム効果を検証するための FS を開始し、システム検証を想定したダイオード作製に着手している。

(2) エピ基盤技術

エピ炉設計技術に関して、フランス・イタリアとの国際協力により、エピ炉全体を対象としたマクロ解析とエピ成長表面のミクロ解析を統合するマルチスケール総合数値解析技術の開発を進めている。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 炭化珪素、結晶成長、単結晶、エピタキシャル成長、SiC ウェハ

[テーマ題目2] 超低損失 SiC パワー素子の開発（運営費交付金、外部資金）

[研究代表者] 福田 憲司

[研究担当者] 田中 保宣、小杉 亮治、先崎 純寿、原田 信介、岡本 光央、加藤 真、鈴木 賢二、下里 淳、川崎 美和、高塚 章夫、児島 一聡  
(職員5名、他7名)

[研究内容]

H16年度研究成果は以下の通りである。

- ① チャンネル移動度／信頼性向上のための新酸化法開発・NO 酸化によりイオン注入面でチャンネル移動度  $> 30\text{cm}^2/\text{Vs}$  を達成
- ② 理論的限界のオン抵抗値を有する SiC パワー素子化技術：
  - ・ DEMOS 構造により、耐圧1050 V、オン抵抗値： $4.3\text{m}\Omega\text{cm}^2$ を達成。
- ③ パワーIC の基盤技術：
 

イオン注入面の n-MOSFET のチャンネル移動度は、C 面上に形成することにより、 $58\text{cm}^2/\text{Vs}$ （世界最高値）になり目標を達成した。CMOS 回路に必要な pMOSFET を形成するのに必要な低濃度 N 型エピタキシャル層の CVD 形成技術を検討し、C/S 比、成長温度の最適化により、低濃度、平滑な N 型エピタキシャル層形成技術を開発した。この基板を用いて p-MOSFET を作製し動作に成功した。
- ④ 高信頼性ゲート酸化膜：
 

Si 面で結晶欠陥（転位）とゲート酸化膜の信頼性の相関を調べた。転位が少ないほど信頼性が向上することを明らかにした。現在、Si 面、C 面で転位が非常に少ない基板を作製して、信頼性寿命を評価中であ

る。

- ⑤ ショットキーバリアダイオード（SBD）の開発
 

素子構造、プロセスを検討し、TEG を完成し、試作を開始する。
- ⑥ 接合型 FET（JFET）の開発：
 

山梨大学と共同研究で、シミュレーションにより素子構造／プロセスを検討し、試作中。今年度中に第1次試作完成予定。
- ⑦ 1mm $\square$ 、1A チップを2インチ基板で試作：

2インチ基板の試作に必須な、不純物活性化熱処理装置（RTA 装置）を企業と新生コンソーシアム予算、マッチングファンド予算で開発した。2インチ基板用自動洗浄装置、コーター／ディベロッパー装置を立ち上げ中。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] SiC パワー-MOSFET

[テーマ題目3] 窒化物半導体パワーデバイス化基盤技術開発（外部資金）

[研究代表者] 奥村 元

[研究担当者] 大橋 弘通、清水 三聡、沈 旭強、小倉 睦郎、中島 信一、K. Jeganathan、八木 修一、彦坂 憲宣、三谷 武志、菅野 隆一、稲田 正樹、朴 冠錫、安達 和広、山本 由貴、企業共同研究員  
(職員4名、他15名)

[研究内容]

パワーエレクトロニクスのための高性能低損失電力素子開発のキーであるワイドギャップ半導体高品質エピタキシャル薄膜成長技術を確立し、プロセス開発・デバイス機能実証を通して低損失電力素子への展開を図る。

HEMT 構造による大電流化が期待できる窒化物半導体を対象として、CVD、MBE の2種の高度エピ成長法を駆使して大電流ヘテロ構造素子等を設計／試作し、横型素子構造での高周波・低損失素子／回路としての有効性を実証する。また、ワイドギャップ半導体の評価に適した手法を開拓して、デバイス機能向上に資するウェハ／デバイスの特性相関、欠陥発生低減機構の解明を進める。平成16年度は以下の様な成果を得た。

- (1) ワイドギャップ半導体／ヘテロ構造評価技術の開発
 

従来半導体材料とは性質の大きく異なる窒化物半導体デバイスの特性阻害要因を明らかにするため、ワイドギャップ半導体極薄膜のミクロ評価、特に電気特性評価に有効な光 ICTS、伝導度／容量 AFM、低エネルギー励起カソードルミネッセンス法等の評価法を整備し、実際のエピ膜やヘテロ構造、デバイス TEG に適用した。SiC 基板上成長 HEMT 構造で、マイクロパイプからの距離に応じて TEG 特性が劣化すること、マイクロパイプ閉塞部位のうえでは、その影響が

大きく減少していることを見出した。

(2) III族窒化物半導体エピ成長技術の高度化

高耐圧 HFET デバイス用ウェハ作製のため、MBE 成長法、MOCVD 成長法を高度化すると共に、それらを複合化したハイブリッド成長法の開発を進めた。新規導入の MOCVD 装置により、2次元電子ガス移動度 $1200\text{cm}^2/\text{Vs}$  以上のデバイス作製用高品質ヘテロ構造ウェハを定常的に実現した。MBE 法の利点である低温成長、ヘテロ界面平坦性を活用したすぐれた電子伝導特性を目指し、MOCVD 成長 GaN テンプレートをを用いたハイブリッド成長法による2次元電子ガス構造の作製を行った。50%程度の Al 組成を用いて、 $1000\text{cm}^2/\text{Vs}$  以上の移動度と $2 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ のシートキャリア濃度を得、目標とした移動度 $1500\text{cm}^2/\text{Vs}$  に相当する $250\text{W}/\square$ と言う極めて低いシート抵抗値を実現した。微傾斜サファイヤ基板を使い、MBE 法で直線的な単原子層ステップをもつ平坦性に優れた AlGaIn/GaN 表面を実現した。

(3) III族窒化物半導体によるデバイス構造試作とその特性向上

窒化物半導体 HFET の高耐圧化を目指して各種 MIS 構造の接合特性を調べた結果、AlGaIn/GaN ヘテロ構造ウェハに  $\text{SiO}_2$ 絶縁膜を用いた MIS 構造において、500V 以上のゲート耐圧を得た。この構造を用いて高耐圧スイッチングデバイス構造を作製し、耐圧 630V、オン抵抗 $2.5\text{mWcm}^2$ 、また、低動作電圧構造ではオン抵抗 $0.26\text{mWcm}^2$ の値を実現した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ワイドギャップ半導体、パワースwitchング素子、高周波パワー素子、窒化物半導体

⑥【生命情報科学研究センター】

(Computational Biology Research Center)  
(存続期間：2001. 4. 1～)

研究センター長：秋山 泰  
副研究センター長：諏訪 牧子  
総括研究員：浅井 潔、諏訪 牧子

所在地：臨海副都心センター  
人 員：18 (16) 名  
経 費：842, 359千円 (574, 535千円)

概 要：  
生命情報科学 (バイオインフォマティクス) は、ゲノム配列からタンパク質分子の立体構造・機能、それらの細胞・組織・個体内での相互関係に至るまでの幅広い生命現象を、情報論的な立場から取り扱う総合的な科学である。当研究センターでは、バイオインフォ

マティクスの基盤となるアルゴリズムや情報表現手法の研究から、多くの実験データを総合して生物学的な事実を推論・予測するための情報処理システムの構築、およびこれらを駆使した様々な生物ゲノム情報の網羅的解析まで、幅広い研究活動を行っている。

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

また、産学官の連携を重視し、民間企業や大学との共同研究、研究員の受け入れ、21世紀の生命情報科学を支える研究人材の養成にも積極的に取り組んでいる。

重要研究課題としては、下記項目を掲げている。

- 1) 大規模ゲノム配列からの遺伝子領域および機能予測技術の研究開発
- 2) タンパク質の構造予測および機能予測技術の研究開発
- 3) 細胞内生命現象の網羅的データ収集とシミュレーション技術の研究開発

外部資金：  
文部科学省 新興分野人材養成「産総研 生命情報科学 人材養成コース」

独立行政法人科学技術振興機構「シグナルオントロジーとバイオタームバンクの開発」

独立行政法人科学技術振興機構「新規機能創製を目指した酵素蛋白質の立体構造・触媒機構の系統的解析」

文部科学省 科学研究費補助金「ゲノムワイドな構造・機能分類による膜蛋白質の機能理解：G 蛋白質共役型受容体」

文部科学省 科学研究費補助金「大規模計算によるタンパク質切断解析データベースの構築」

財団法人内藤泰春科学技術振興財団 国際交流助成  
「Molecular Dynamics Simulation of Wild-Type and Mutant Human Prion Protein: Effect of Pro102Leu」

発 表：誌上発表49件、口頭発表77件、その他7件

アルゴリズムチーム  
(Algorithm Team)  
研究チーム長：後藤 修

(臨海副都心センター)

## 概要：

配列の多重アラインメントや相同性検索、相同性に基づく遺伝子構造予測、選択的スプライシング部位の予測とパターン分類、遺伝子転写制御領域の特徴解析など、ゲノム配列やアミノ酸配列の比較解析を中心としたアルゴリズムとソフトウェアを開発している。ここで開発したソフトウェアを用い、いくつかの遺伝子超ファミリーについてゲノム横断的な遺伝子同定と分類を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 数理モデルチーム

(Mathematical Model Team)

研究チーム長：浅井 潔

(臨海副都心センター)

## 概要：

生命現象のメカニズムを数理モデルを用いて研究している。確率モデル、グラフ理論などの数理的手法を用いて、遺伝子発現、機能性 RNA の情報解析、代謝・シグナル伝達ネットワークの解明などに取り組んでいる。既存の理論を応用して解析を行うだけでなく、様々な対象に応用可能な新しい理論の開拓をも目指している。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 配列解析チーム

(Sequence Analysis Team)

研究チーム長：Paul Horton

(臨海副都心センター)

## 概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 1

## 生体膜情報チーム

(Biomembrane Informatics Team)

研究チーム長：諏訪 牧子

(臨海副都心センター)

## 概要：

生体膜上のタンパク質は、細胞の機能を理解する上で重要で、創薬ターゲットとしても注目されている。この膜タンパク質全般、および G タンパク質共役型受容体など特定ファミリーを対象とし、膜タンパク質向けのバイオインフォマティクス技術を開発しつつ、ゲノムワイドの視点で機能メカニズムの理解を目指した研究とその応用を行っている。具体的には、配列情

報からの構造・機能予測法開発、ゲノムからの GPCR 遺伝子発見と比較ゲノム解析、膜タンパク質総合 DB 構築などに取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

## タンパク質機能チーム

(Protein Function Team)

研究チーム長：野口 保

(臨海副都心センター)

## 概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 2

## 分子設計チーム

(Molecular Modeling & Design Team)

研究チーム長：広川 貴次

(臨海副都心センター)

## 概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 2

## 細胞情報チーム

(Cellular Informatics Team)

研究チーム長：高橋 勝利

(臨海副都心センター)

## 概要：

細胞内の生命現象のシミュレーションを目指し、代謝経路や遺伝子制御ネットワークを解明するための手法や応用に関する研究をしている。また、プロテオーム解析支援のための実験および計算システムの開発や、質量分析装置の開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 大規模計算チーム

(High Performance Computing Team)

研究チーム長：秋山 泰

(臨海副都心センター)

## 概要：

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

研究テーマ：テーマ題目3

## [テーマ題目1]「大規模ゲノム配列からの遺伝子領域および機能予測技術の研究開発」

[研究代表者] 浅井 潔 (生命情報科学研究センター数理モデルチーム)

[研究担当者] 浅井 潔、後藤 修、Paul Horton、上野 豊、津田 宏治、福田 賢一郎、富永 大介、藤渕 航、相田 拓洋、長崎 英樹、熊谷 俊高、加藤 毅、朴 根準、中尾 光輝、Natalia Polouliakh、董 雪松、Larisa Kiseleva (職員6名、他32名)

## [研究内容]

- (1) 配列解析アルゴリズム・ソフトウェアの開発。タンパク質配列の多重アラインメント、RNA 配列比較法など。
- (2) ゲノム配列からの機能部位の *in silico* 同定。遺伝子予測システムの開発。スプライシング機構の解明。制御領域解析。ncRNA 遺伝子の予測。
- (3) 多元的データの知識表現と解析手法の研究。代謝パスウェイ、シグナル伝達パスウェイのデータベース。カーネル法による多元情報の統合。
- (4) 遺伝子発現解析。マイクロアレイ検索・解析システムの開発。
- (5) 局在化インフォマティクス。タンパク質細胞内局在予測ソフトウェアの開発。

平成16年度進捗状況は以下の通り。

- ・種特異的な性質を考慮することにより、配列相同性に基づく遺伝子予測ソフトウェア ALN の精度が向上した。特に、30塩基以下のマイクロエキソンの安定的な検出が可能となった。
- ・多重配列アラインメントソフトウェア PRRN の改良を行った。長いギャップに対するペナルティを軽減する方式に改良したことで、アラインメントの精度が

有意に向上した。

- ・選択的スプライシングを客観的に分類する手法を開発。それに基づくヒトの選択的スプライシングデータベースを構築し、一般公開を開始した。
- ・麹菌ゲノムの遺伝子発見、自動アノテーションの終了後、他の *Aspergillus* 属ゲノムとの比較ゲノム研究と自動解析システムの改良を行った。
- ・カーネル法を中心とした数理モデルの研究において、確率モデル上の周辺化カーネルのソフトウェア khmm (HMM)、Sokos (SCFG) の開発、改良を行った。複数のカーネル行列を組み合わせる新手法、生物学的ネットワークから最大エントロピー法によってカーネルを学習する方法を考案した。
- ・RNA 配列解析技術の開発において、確率文脈自由文法 (SCFG) 上の周辺カーネルに基づく配列比較・検索を行うソフトウェア Sokoscan を開発した。また、RNA の潜在的なステム候補同士のアラインメントを高速に行うソフトウェア Scarna を活用し、Non-coding RNA 遺伝子発見手法を検討した。
- ・マイクロアレイ検索・解析システム CellMontage の開発を行い、仕組みについての特許出願、試作版のウェブ公開を行った。また、CellMontage に特化した検索アルゴリズムの開発により、マイクロアレイ 1,000件の全遺伝子検索が数分から数秒に短縮できた。更に検索結果から細胞を分類する性能を客観的に評価する為、細胞種ラベル付きマイクロアレイデータセットの準備も進み、公開データの中から 4720hybridization の細胞種分類を完成した。
- ・タンパク質細胞局在予測ソフトウェア WoLF PSORT を開発し、ウェブ公開を行った。ヒト・マウス・ラットの比較ゲノム法で転写制御領域解析を行う為のオーソログ遺伝子データセットとアラインメント技術の基礎的なところはある程度完成でき、進化的保存度と共発現を両方考慮したモチーフ抽出開発の基盤作りが進んだ。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ゲノム、遺伝子発見、確率モデル

## [テーマ題目2]「タンパク質構造予測および機能予測技術の研究開発」

[研究代表者] 諏訪 牧子 (生命情報科学研究センター生体膜情報チーム長)

[研究担当者] 諏訪 牧子、野口 保、広川 貴次、M. Michael Gromiha、向井 有理、長野 希美、関嶋 政和、富井 健太郎、本野 千恵、池田 修己、池谷 鉄兵、長谷川 祐子、中川 善一、池田 和由、亀田 倫史 (職員8名、他26名)

## [研究内容]

- (1) 膜タンパク質のバイオインフォマティクス技術開発：配列、

構造の解析から、膜タンパク質機能予測に特化した技術の研究開発。

- (2) GPCR タンパク質ファミリーの俯瞰的解析：ゲノムワイドな視点から機能メカニズムの理解を目指した研究と応用。
- (3) 構造変化を考慮したタンパク質機能予測：タンパク質の動的構造に注目した機能部位の解析・予測システムの開発と機能発現のメカニズム解明。
- (4) 酵素の触媒データベースの開発と応用：立体構造分類、立体化学を考慮した触媒機構の可視化、機能部位の立体構造を網羅した機能部位構造データベースなどを構築。
- (5) タンパク質立体構造予測と応用：統計的解析を基本とした構造認識法や分子モデリング法の開発、分子動力学計算法によるフォールディング解析。
- (6) 疾患タンパク質を対象とした分子シミュレーションと分子設計：タンパク質立体構造に基づくリガンド結合予測や分子設計システムを開発。

平成16年度進捗状況は以下の通り。

- ・膜タンパク質向けバイオインフォマティクス技術開発：1) ニューラルネットを利用したβ型膜タンパク質判別システム TMBETA-NET を開発し、WEB 公開した。2) 膜タンパク質に結合するタンパク質種予測の基礎研究を行い、GPCR-G タンパク質結合選択性に関する構造、物理化学的パラメータを抽出した。3) 膜タンパク質版 GENIUS の構築：ゲノム配列が明らかにされた生物種全てについて ORF の立体構造帰属に向けた基礎研究を行った。4) 特定膜タンパク質の網羅的遺伝子発見手法：ゴルジ膜局在タンパク質予測方法を利用し、ヒトマウスシンテニー領域から糖転移酵素を同定中。5) スプライシングバリエーションにより生じる膜タンパク質の多様性の研究。
- ・GPCR タンパク質ファミリーの俯瞰的解析：G タンパク質の結合選択性を予測するプログラム GRIFFIN を完成させた。これを基に SEVENS データベースの Orphan 受容体への応用、新規リガンド候補の同定等を行い、SEVENS への情報追加、整備を行った。
- ・構造変化を考慮したタンパク質機能予測：1) タンパク質機能部位構造データベース、タンパク質構造変化部位データベースの構築をほぼ完了し、双方の情報を連携した WWW システムを公開した。2) これらの情報を基にした Disorder 予測法とドメイン予測法を作成し、CASP6に参加、ドメイン予測で4位の成績を収めた。3) 構造・機能分類法および機能予測法の開発：タンパク質変化部位のある基準で網羅的に抽出する手法の開発および応用を行った。4) 理論計算による機能メカニズムの研究および基盤整備：(a) プリオンタンパク質の N 末端の構造未知領域をモデリングし、分子動力学シミュレーションを用い、102Pro が構造のアミロイド化を阻害していることを示した。(b) 分子

動力学シミュレーションプログラムの AIST Super Cluster (ASC) および Blue Protein への移植などシミュレーション環境の構築を行った。

- ・酵素の触媒機構データベースの開発と応用：1) 酵素データベース (EzCatDB) を開発し、一般公開を行った。2) 酵素タンパク質の触媒アミノ酸残基の解析およびリアーゼ酵素類の解析を行った。3) 酵素触媒機構の三次元構造でのモデル化では、タンパク質機能発現機構表示のためのシステムのプロトタイプを完成した。
- ・タンパク質立体構造予測と応用：1) 立体構造予測システム FORTE1を基盤に、プロファイル効果を拡張した5つの FORTE シリーズを開発し、CASP6へ参加した。その結果、FR/H 部門で世界第3位の評価を得られた。独自のプロファイル比較法によるアライメントサンプリングと網羅的モデリングによるアプローチが効果的であった。さらに、FORTE1サーバはドメイン境界予測にも応用され、構造決定研究グループとの共同でいくつかの論文発表を行った。2) タンパク質立体構造予測における局所構造情報の重要性を調べるために、タンパク質セグメントの構造空間の解析を行い、その結果、主成分分析を用いて構造特性を表現することに成功し、論文発表を行った。
- ・疾患タンパク質を対象とした分子シミュレーションと分子設計：1) 比較モデリング法を中心としたタンパク質立体構造予測：外部研究グループとの共同研究により、活性部位の同定、リガンド結合予測を実現した。また、製薬企業とも共同研究を実施した。2) 分子動力学法によるアプローチ：分子動力学計算によりタンパク質・ペプチドの巻き戻り過程やアミロイド形成ペプチドのシミュレーションを行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノム、膜蛋白質、タンパク質立体構造、機能予測、分子動力学法

【テーマ題目3】 「細胞内生命現象の網羅的データ収集とシミュレーション技術の研究開発」

【研究代表者】 高橋 勝利 (生命情報科学研究センター細胞情報チーム)

【研究担当者】 高橋 勝利、秋山 泰、福井 一彦、旭井 亮一、寺崎 真樹、公文代 康祐、岩淵 紳一郎、茂榎 薫、永坂 しのぶ、塚本 弘毅、鄭 珉仲  
(職員3名、他19名)

【研究内容】

- (1) 細胞内の生命現象のシミュレーションを目指して、代謝経路や遺伝子制御ネットワークを解明するための手法の研究と応用を行う。まずは細胞内のデータを網羅的に取得することが大切であるため、プロテオーム解析の支援のための解析システムの開発、新しい質量分析手法・装置の開発を行う。高度なバイオインフォ

マティクス技術によって得られる情報を積極的に利用して、細胞を構成する様々な物質の時間変化、局在化情報などを網羅的に計測する技術の開発を行う。

- (2) バイオインフォマティクスで必要となる膨大なデータ処理や大規模探索問題に対処するための並列処理方式の研究と応用を行う。分子動力学計算、質量分析等をターゲットとして実用的な大規模計算システムの実証開発を行う。

平成16年度進捗状況は以下の通り。

- ・細胞・組織内部における構成物質の空間的变化の検出、及びタンパク質機能を制御する翻訳後修飾の同定を行う計測装置の開発をスタートさせ、第一次プロトタイプを得た。
- ・タンパク質機能を制御する翻訳後修飾の同定を行う計測装置、特にタンパク質への糖鎖付加の同定を行う計測装置のプロトタイプ及び、それをサポートするデータベース技術の開発、分子シミュレーション技術の開発に成功した。これらの研究成果により、様々な特許を出願した。
- ・DNA メチル化の網羅的アッセイに必要な DNA チップデザイン方法の確立に関する研究を実施し、特許を出願した。
- ・細胞レベルでの複雑なバイオインフォマティクス問題を解くための新しい方法論を可能とするため、大規模計算技術を活用する方法論を研究し、今年度までに大規模並列処理による MS/MS スペクトル解析ソフトウェア CoCoozo を開発し、夏目研との共同研究で評価を得た。特に確率モデルの改変を重ねた結果、specificity と sensitivity のバランスが大幅に向上した。
- ・大規模計算を活かした分子シミュレーションの研究と、このプロテオミクス向け質量分析の研究を連携させた。タンデム質量分析によって生体関連分子の同定を行う際、各種エネルギーを与えた場合の分子の開裂パターンを予測する技術を確立した。これにより、タンデム質量分析のスペクトル解析の信頼性を格段に高められる可能性が高い。レーザー光解離の部位予測に供するため、ペプチドだけでなく今年度は糖鎖の解離シミュレーションにも成功した。また別件で、分子シミュレーション技術の観点では、P450 NOR 酵素の分子機構の解明などにも大規模な MO 計算を応用して論文投稿などを行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 プロテオーム、質量分析、DNA メチレーション

## ⑦【生物情報解析研究センター】

(Biological Information Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究センター長：渡辺 公綱

副研究センター長：原田 一明、野村 信夫、

五條堀 孝

総括研究員：原田 一明

所在地：臨海副都心、つくば中央第6

人 員：26 (24) 名

経 費：383,578千円 (300,360千円)

概 要：

### 1. 研究目標

本研究センターは、大量のゲノム情報に含まれる生物情報の取得、取得に関する新技術の開発、取得した情報の整理及び統合を生物科学の立場より推進する事を目的とする。特に、ポスト・ゲノムシーケンス研究に重点を置き、我が国が世界に対して優位性を持つ分野（膜タンパク質の立体構造解析やヒト完全長 cDNA の機能解析、ヒトゲノム統合データベースの構築）を中心としたタンパク質機能解析を実施し、知的財産権の取得やデータの公開等を通じて、成果の速やかな産業化を目指す。

### 2. 研究概要

上記の目標を達成するため、中長期的には、以下の3つの領域に重点研究課題を設定し遂行する。

- (1) 構造ゲノム解析：課題1＝生体高分子立体構造情報解析

膜タンパク質等の医学・産業上有用なタンパク質について、発現、結晶化を試み、電子線やX線を用いた新規な手法によって原子レベルでの立体構造を明らかにするとともに、NMR によって分子間相互作用を効率的かつ高精度に解析する。さらにこれらの解析効率を向上させ、技術開発を加速するため、高精度モデリング技術やシミュレーション技術の開発を行う。

- (2) 機能ゲノム解析：課題2＝タンパク質機能解析の研究開発

我が国が保有する3万個のヒト完全長 cDNA クローンをベースにして、系統的な発現、発現頻度解析、タンパク質間相互作用の解析等、生化学レベル及び細胞生物学レベルでの機能解析をハイスループットかつ集中的に実施し、それらのデータについてバイオインフォマティクスを活用して解析する。

- (3) 統合データベース解析：課題3＝バイオインフォマティクス関連データベース整備/遺伝子多様性モデル解析

バイオテクノロジーの研究開発に必要な国内外の有用なバイオインフォマティクス関連データベースの統合化、データベースの検索・解析機能の高度化等を行うとともに、ヒトゲノム配列に独自のアノテーションを加えることにより、研究開発の現場で広

く実利用できる環境を整備・運用する。また、ヒトゲノムのマイクロサテライトや SNP の多型解析により疾患関連遺伝子の探索を行い、その結果も統合データベースに組み込む。

外部資金：

文部科学省受託研究費 科学技術振興調整費 (6,650千円)

「イネゲノムアノテーションの推進/第1回国際イネゲノムアノテーション会議開催/解析プログラムの開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究費 (35,000千円)

「生体高分子立体構造情報解析 蛋白質の構造・機能解析技術の開発」

科学技術振興機構 受託研究費 (71,595千円)

「超高感度質量分析のためのサンプル前処理・導入システムの開発」

科学技術振興機構 受託研究費 (450千円)

「X線解析法によるロドプシン類の機能解析」

文部科学省 科学研究費補助金(13,300千円)

「水チャネルの選択性とその制御機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 (14,200千円)

「ミトコンドリア翻訳系の特異な分子間ネットワークと機能特性」

文部科学省 科学研究費補助金(9,360千円)

「G蛋白質共役型受容体ロドプシンの活性化過程のX線結晶構造解析」

文部科学省 科学研究費補助金 (1,000千円)

「2原子酸素添加酵素の反応中間体結晶構造に基づいた触媒反応機構解析」

文部科学省 科学研究費補助金 (9,800千円)

「高等真核生物ゲノムを対象としたNON-CODING領域の機能性配列の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 (1,200千円)

「結晶構造解析と蛋白質工学による好アルカリ性アマラーゼ系酵素の活性発現機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 (4,578千円)

「多型マイクロサテライトを用いた東アジア人の遺伝的特性に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 (2,500千円)

「薬剤耐性 HIV の発生动向把握のための検査方法・調査体制確立に関する研究」

発表：誌上発表46件、口頭発表188件、その他8件

高次構造解析チーム

(Structural Analysis Team)

研究チーム長：光岡 薫

(臨海副都心センター)

概要：

単粒子解析に適した、加速電圧200kV で大型の CCD カメラを装備した極低温電子顕微鏡が完成しテストを行った。水チャネル AQP4の3.2Å分解能の立体構造からその原子モデルを得た。バクテリオロドプシンの2.5Å分解能の構造解析を行い、膜タンパク質内の水分子を電子線結晶構造解析で初めて可視化することができた。老化に関連する SMP30タンパク質の構造解析を、MIR 法や、MAD 法を用いて進めており、ヒストンシヤペロンで発ガン関連因子である TAF-1については電子密度図が得られた。また、ヒストンシヤペロンと相互作用因子の複合体の精製に成功し、結晶状のものが得られた。ビフェニル分解活性をもつ BphA1A2、微生物由来の ACC (AcetylCo-A carboxylase) 複合体のサブユニット (DtsR1) の構造を決定した。

つくば高次構造解析チーム

(Structural Analysis Team, Tsukuba)

研究チーム長：原田 一明

(つくば中央第6)

概要：

膜タンパク質の合理的なスクリーニング技術の開発を目指して、結晶化条件を規定する各種パラメーターの相関関係を明らかにし、ベンチャー企業と共同して実用化に向けた研究を開始した。ヒトの生体防御系やアポトーシスに関連するタンパク質の発現・精製法の開発を行い、幾つかについて大量調製の見通しが得られた。膜結合β-グリコシダーゼ等の超好熱菌由来のタンパク質の構造解析が完了した。癌細胞を特異的に認識して破壊するタンパク質の幾つかの結晶化を行い子宮癌細胞に特異的なタンパク質の構造を決定した。

分子認識解析チーム

(Molecular Recognition Team)

研究チーム長：嶋田 一夫

(臨海副都心センター)

概要：

NMR により膜蛋白質-リガンド間相互作用解析を行うことのできる膜タンパク質再構成系の構築を目的として、KcsA-AgTx2 (pH 依存性 K<sup>+</sup>チャネル-チャ

ネルポアーブロッカー) 相互作用系を対象にして、TCS (Transferred Cross-Saturation) 実験が適用可能な KcsA 再構成サンプル調製法の確立を行った。先に構築した AgTx2 および KcsA 発現系を利用し、大腸菌で AgTx2、KcsA の発現を行った。得られた AgTx2 は refolding により天然の構造とした。KcsA は N 末端の 10×His-tag を用いて Zn-NTA affinity beads に固定化した後、透析によりビーズ上の KcsA 近傍に脂質二重膜を再構成した。これを NMR サンプルとして、天然型 AgTx2 との相互作用を TCS 法により解析したところ、AgTx2 上の KcsA 結合面の同定に成功した。

#### つくば分子認識解析チーム

(Molecular Recognition Team, Tsukuba)

研究チーム長：原田 一明

(つくば中央第6)

概要：

NMR 等の分光学的手法を用いて、医療・産業に有用なタンパク質の構造や分子間相互作用を解析し、分子軌道計算等を用いてより詳細な構造情報を取得することを目指して、1) 免疫や生体防御に関与するタンパク質である WGA, MHC クラス II タンパク質の立体構造およびリガンドと相互作用の NMR・MALDI-TOFMS 等による解析を行い、2) 非経験的分子軌道法を用いて、生体膜と相互作用する BmPB (*Bombyx mori* pheromone binding protein) のリガンド-リガンド結合部位の FMO 法による構造最適化に成功し、より精度の高い基底関数を用いた解析結果を得た。

#### 構造情報解析チーム

(Structural Bioinformatics Team)

研究チーム長：中村 春木

(臨海副都心センター)

概要：

自動化が容易で強力な構造探索手法 (Force-biased マルチカノニカル法、Simulated Tempering 法、Generalized Simulated Tempering 法) を複数提案・開発した。小さなタンパク質や膜蛋白質表面のモデリングに適用され、実用的に動作し将来有望な手法であることが示されている。in silico スクリーニングに必要な蛋白質-化合物ドッキングソフトを開発した。これは世界で用いられている類似ソフトと同等の性能を有し、複数の計算機上で分散処理することができる。また、多数標的蛋白質へのドッキングによる in silico スクリーニングの予測精度を向上させる情報処理技術を開発した。in silico スクリーニングに必要な化合物データベースの開発・整備などを行った。

#### 機能構造解析チーム

(Molecular Function Analysis Team)

研究チーム長：渡辺 公綱

(臨海副都心センター)

概要：

光受容体 GPCR ロドプシンの高分解能基底状態及び約 100K で捕捉された光反応初期中間体 (バソロドプシン) について、QM/MM 法による分子動力学計算を行い、レチナール発色団構造及びその環境について理論的な検証・結晶構造との比較解析を行っている。更に光活性化に伴う発色団・蛋白質構造変化について明らかにするために、150K 以上の温度における光照射前後の結晶構造変化解析を行い、バソロドプシンから生成する中間体ルミロドプシンの構造モデルを作成することが出来た。更に、培養細胞系を用いた大量発現から結晶構造解析までのプロセス確立も進め、変異体の高分解能データを取得した。

#### つくば機能構造解析チーム

(Molecular Function Analysis Team, Tsukuba)

研究チーム長：松井 郁夫

(つくば中央第6)

概要：

近年、生産効率が飛躍的に向上してきている、小麦胚芽・大腸菌・高度光熱菌等の無細胞タンパク質合成系を用いて効率的な膜タンパク質生産方法の技術開発を行うことを目的に、62種類の好熱性古細菌由来膜タンパク質の発現を検討し、35種類に発現が認められた。ドリコールリン酸マンノース合成酵素の機能解析を行い、基質特異性を明らかにした。ファミリー-D DNA ポリメラーゼが大小2組のサブユニットから成る複合体であることを明らかにし、活性制御や複合体形成に必須な、ドメインポロジの解明に世界で初めて成功した。Flap エンドヌクレアーゼの基質認識機構を解明し、基質特異性を変化した新規 Flap エンドヌクレアーゼ変異体を利用した遺伝子の多型解析用試薬を開発した。

#### プロテオーム発現チーム

(Protein Expression Team)

研究チーム長：五島 直樹

(臨海副都心センター)

概要：

H16年度も12,000個の Gateway 導入クローンを作製し、これまでの累積で48,000個の Gateway 導入クローンを作製した。又、12,000個についてハイスループットにタンパク発現を行いプロテインチップ (12K) を作製した。また、サイトカイン、カイネース、フォスファターゼの中で興味深いものを選択し機能解析を行った。

**発現頻度解析チーム**

(Expression Profiles Team)

研究チーム長：大久保公策

(臨海副都心センター)

概要：

iAFLP 法を用いて、H16年度には300万データポイント（組織数×遺伝子数）の遺伝子発現情報を取得した。これまでの累積で1,500万データポイントの遺伝子発現情報を取得した。また、「ヒト遺伝子発現頻度データベース」を作成した。他の研究と比較した結果 iAFLP 法しか検出されない転写物が多数存在することが明らかとなり、脳をモデルにマウスを用いて特異的な遺伝子探索を行った。

**蛋白質ネットワーク解析チーム**

(Protein Network Team)

研究チーム長：夏目 徹

(臨海副都心センター)

概要：

本年新たに500種類の細胞より抽出された遺伝子導入サンプルの質量分析計での分析を行い、これまで解析した cDNA は累積で1,700種類となった。疾病に関連する非常に興味深い相互作用を示す遺伝子について詳細解析を開始した。

**細胞ゲノム解析チーム**

(Cellular Function Team)

研究チーム長：野村 信夫

(臨海副都心センター)

概要：

タンパク質細胞内局在判定システムを用い、本年度は8,000個のヒト遺伝子由来タンパク質の局在情報を得て、累積で10,000個の局在情報を得た。サイトカイン（プロテオーム発現チームとの共同研究）、膜受容体に関する機能解析を開始した。

**統合データベース解析チーム**

(Integrated Database Team)

研究チーム長：今西 規

(臨海副都心センター)

概要：

ヒト完全長 cDNA のアノテーションに関する国際共同研究プロジェクトである H-invitational (正式名 Human Full-length cDNA Annotation Invitational) の成果を統合データベースにまとめ、2004年4月に H-InvDB としてインターネット経由で世界に向けて公開した。それ以来毎月1万人を越えるユーザーに利用されている。H-InvDB は、基礎研究だけでなくヒトゲノムを活用した創薬研究などの産業面でも幅広く活用されることが期待される。また、2003年11月には

H-Invitational<sup>2</sup>機能アノテーション会議を7日間にわたって開催し、新規に公開された15,000件以上の完全長 cDNA 配列を追加した合計56,000件以上のデータを対象に徹底したアノテーションを実施した。この成果に基づいた研究論文の執筆と H-InvDB のアップデートを近日中に実施予定である。このほか、機能モチーフ抽出のためのソフトウェア開発、機能性 RNA 分子の予測、遺伝子発現制御機構の解析、ヒト多型のタンパク質立体構造への影響、微生物ゲノムアノテーションプロジェクト、祖先ゲノムセットの推定、テキストマイニングを用いた疾患情報データベースの構築、データマイニング技術を用いた新規疾患候補遺伝子予測などの研究が進行中である。

**遺伝子多様性解析チーム**

(Genome Diversity Team)

研究チーム長：猪子 英俊

(臨海副都心センター)

概要：

遺伝子多様性解析チームでは、独自に開発したヒトゲノム上の約3万の多型マイクロサテライト・マーカーおよび SNPs マーカーを用いて、慢性関節リュウマチならびに尋常性乾癬の感受性遺伝子の同定を目指している。まず慢性関節リュウマチに関して解析を進め、すでに感受性遺伝子を複数同定し目標を達成した。さらに尋常性乾癬についても進行中でマイクロサテライト・マーカーによる解析は完了させ、SNPs 解析に着手する。また発現遺伝子解析も合わせて実施し、遺伝的マーカーによる結果をサポートする。このプロジェクトを支援するための情報処理技術の開発も積極的に行っている。数万件に及ぶ実験の管理と結果のデータベース化は、ゲノムワイドな大規模実験を進める上では欠かせないことであり、当チームが最も力を注いでいる部分である。また、公開されている各種の多型データベースを統合化し、ヒトゲノム情報や遺伝子情報とともにデータベース化する研究も行っている。さらに、遺伝統計解析のための相関解析手法の開発とプログラムの開発や、ハプロタイプ推定のための基礎研究および技術開発、プールした DNA サンプルを用いた実験結果からハプロタイプ推定を行うアルゴリズムの開発も行っている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノム、ヒト完全長 cDNA、膜蛋白質、構造解析、機能解析、データベース

**⑧【ヒューマンストレスシグナル研究センター】**

(Human Stress Signal Research Center)

(存続期間：2001.4.1～2008.3.31)

研究センター長：二木 鋭雄

副研究センター長：岩橋 均

所在地：関西センター、つくば中央第6

人員：11 (10) 名

経費：235,287千円 (137,979千円)

概要：

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

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

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

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構「非アルコール性肝疾患の新規酸化ストレスマーカーによる指標化検討」

文部科学省 若手任期付研究員支援(継続1)「ストレスシグナルのプロテオーム解析」

文部科学省 科学研究費補助金「酸化血清中に存在する細胞傷害因子の探索－新規酸化ストレスマーカーの同定を目指して」

環境省「バーコード標識酵母を用いた長期環境汚染モニタリング装置の開発に関する研究」

日本学術振興会「イネの防御/ストレス応答および生育に関与する octadecanoid 生合成経路において重要な oxo-phytodienoic acid 還元酵素(OsOPR)の総合的研究」

文部科学省「DNA マイクロアレイ技術を利用した放射線及び放射線物質の影響評価に関する研究」

民間受託「ヒメダカ生態毒性試験の標準化・高度化・簡

易化に関する研究」

民間受託「化学物質応答遺伝子情報の充実」

民間受託「中空マイクロ無痛針アレイを用いた低コスト小型体液採取・移送デバイスの開発における生体適合性に関する研究」

発表：誌上发表48件、口頭発表83件、その他11件

-----  
**ストレス応答研究チーム**

(Stress Response Research Team)

研究チーム長：吉田 康一

(関西センター)

概要：

ストレスに対する生体の応答、反応を分子、細胞、個体レベルで解明する。そのエビデンスをもとにストレスマーカーを同定し、診断、予防、防御薬物の開発へとつなげることを目的とする。研究成果として、①DNA マイクロアレイを用いた環境ストレス影響評価・クラスター解析法の多種生物種への適用性を検討した。②ストレスに対する生体応答に関し細胞によってメカニズムの解明を行った。③ストレスマーカーとして脂質代謝物、酸化修飾蛋白質の同定を達成した。④実験動物、ヒト疾病患者によるストレスマーカーの有用性検証試験を進めた。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

**ストレス計測評価研究チーム**

(Stress Measurement Research Team)

研究チーム長：脇田 慎一

(関西センター)

概要：

ストレスや酸化ストレスマーカーなどのバイオマーカー及び環境ストレス物質を計測するため、その場で計測できる超高感度センサや化学分析プロセスをチップ上に集積化した微小化学分析システム(Lab-on-a-Chip：以下ラボチップ)を用いた、生体・環境ストレス計測評価デバイスの研究開発を目的とする。平成16年度は、実試料による実証を行い、製品化戦略を検討した。具体的には、①唾液中のストレスマーカーのELISAチップの検討を行った。血清中のCRPのQCMセンサ計測を実証し、ダイオキシン計測センサ技術の製品化を検討した。②唾液中の活性窒素種のラボチップ計測、300名規模の被験者唾液ストレスのラボチップ計測を実証し、キャピラリー電気泳動-質量分析法(CE-MS)に基づくメタボローム解析法を構築し、新規ストレスマーカー候補の同定を検討した。③前処理カラムや誘導体化反応をオンチップ化したラ

ボチップの設計・試作に挑戦した。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

-----  
**【テーマ題目1】DNA マイクロアレイによるストレス評価法（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 岩橋 均（ヒューマンストレスシグナル研究センターストレス応答研究チーム）

**【研究担当者】** 二木 鋭雄、岩橋 均、斉田 要（職員3名）

**【研究内容】**

酵母の DNA チップ（マイクロアレイ）を用い、化学物質により誘導されるストレス蛋白質、抗酸化因子、解毒トランスポーター、代謝酵素、遺伝子修復酵素などの遺伝子誘導を解析することにより、環境中に存在する環境汚染化学物質の毒性評価と推定技術を開発した。さらに、本技術を適用すべく、メダカ、マウス、ラット、ヒト細胞、イネ、アラビトプシス等への適用を行い、その有効性と限界を明らかにした。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** DNA チップ、マイクロアレイ

**【テーマ題目2】ストレスに対する生体分子、細胞の応答と傷害、およびその抑制（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 吉田 康一（ヒューマンストレスシグナル研究センターストレス応答研究チーム）

**【研究担当者】** 二木 鋭雄、一守 康史、吉田 康一、絹見 朋也、斎藤 芳郎、Zhihua Chen、西尾 敬子（職員6名、他1名）

**【研究内容】**

市販されているセルラインまたプライマリーカルチャーを用いて、各種ストレスに対するシグナル応答を詳細に検討した。一方で、ヒト血漿、赤血球を用いて酸化ストレスによる障害メカニズム解明さらに抗酸化物質等による抑制効果について詳細に検討した。ストレスとしては、過酸化水素、ラジカル種などの酸化ストレス、さらに環境化学物質なども検討した。主な成果として以下の事項が挙げられる。

- (1) ヒト臍帯静脈細胞 HUVEC を用いて、動脈硬化の発症メカニズムをプロテオーム手法によって解析した。細胞の障害とそれに伴う蛋白質の酸化変性を明らかにした。
- (2) ヒト T リンパ球細胞（JURKAT）および神経細胞 PC-12を用いて、細胞障害の詳細メカニズムを検討した。アポトーシスがミトコンドリアからのチトクローム c の放出、カスパーゼ9および3の活性化によって進行すること、ネクローシスがチトクローム c の放出以降、ATP の枯渇によるアポトソームの形成が重要

な働きを担っていることを明らかにした。

- (3) 神経細胞 PC-12を用いて、アダプテーションに関し詳細に検討した。ある種のストレスラーがその量によって、良いストレス（eustress）として適応能力を高めることが知られている。本研究では高濃度では細胞障害を引き起こすいくつかの化合物について、アダプテーション効果とそのメカニズムを分子生物学的に検討した。
- (4) 抗酸化物質によるストレス抑制効果を、ヒト血漿の酸化モデル系によって動力的に解明した。一方で、培養細胞系において細胞中への抗酸化物質の取り込み、抗酸化作用、シグナル応答を分子生物学的に解明した。
- (5) JURKAT および PC-12細胞、さらにヒト血漿および赤血球を用いて、ラジカル種による障害を脂質の観点から検討した。細胞とヒト血漿で酸化の進行は大きく異なり、特に血漿中でリノール酸の酸化がコレステロールより早く進行するのに対して、細胞系ではコレステロールの酸化生成物がリノール酸酸化生成物以上の速度で得られることが判明した。
- (6) in vivo ESR を用いて、実験動物の酸化傷害における活性酸素種の生成につき詳細な研究を行った。生体中に存在する抗酸化物質の活性種消去に関しても知見を得た。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 酸化ストレス、抗酸化物質、細胞

**【テーマ題目3】ストレスマーカーの同定と検証試験（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 吉田 康一（ヒューマンストレスシグナル研究センターストレス応答研究チーム）

**【研究担当者】** 二木 鋭雄、吉田 康一、絹見 朋也、増尾 好則、木全 順子、伊藤 奈々子、小川 陽子、早川 三恵子、羽瀨 洋子、井上 ルリ子、Jiaofei-Cao（職員10名、他1名）

**【研究内容】**

脂質代謝物マーカー、修飾蛋白質マーカーを同定するとともに、それらの測定法を開発した。同定したバイオマーカーの検証試験として、実験動物による検討および大学病院等との共同研究による疾病患者による検証を精力的に進めた。

(1) 実験動物：

① 四塩化炭素による肝障害モデル実験

特に、脂質代謝物マーカーにおいて傷害に伴う応答を血液、組織などを分析することによって明らかにした。一方、抗酸化物質の投与によって傷害がどの程度抑制されるかをマーカーの値によって評価した。

② コリン欠乏食による非アルコール性肝障害モデル

脂肪肝モデルを用いて血液、各組織におけるマーカーの応答を検証した。また、長期間の酸化化学物質投与によってどの程度脂肪肝が抑制されるかなど詳細に研究を進めた。

③ ビタミン E 輸送蛋白質欠損マウスを用いた老化実験

長期にわたる老化実験を進めつつある。

④ 6-ヒドロキシドーパミンによる注意欠陥多動性障害 (ADHD) モデル

発達障害のうち、多動を示す ADHD に着目し、そのモデルを作製した。幼若ラットに6-ヒドロキシドーパミンを大槽内投与した後、特定の神経が発達障害に至る過程で発現変化する遺伝子群を明らかにした。現在、発達障害への酸化ストレスの関与を詳細に解析している。

⑤ 環境化学物質が脳に及ぼす影響

幼若ラットに環境化学物質を投与した後、自発運動量を測定すると共に、生化学、解剖学的な解析を行った。環境化学物質のいくつかは発達障害を生じる可能性があることを見いだしており、脳諸部位で発現変化する遺伝子群を明らかにした。

(2) ヒト血液による疾病検証試験：

① アルツハイマー病

アルツハイマー病患者 (AD) に関して検証試験を実施し、血漿および赤血球中での脂質代謝物マーカー値、さらに赤血球中での酸化修飾蛋白質値において健常者に比べて優位に高くなる結果を得た。一方、血管性痴呆患者 (VD) に関しても同様の検討を行い、今回検討したマーカーによって AD と VD の区別が可能である見通しを得た。AD の早期診断は薬剤投与による治癒の観点から非常に重要である。

② 肝炎

C 型肝炎ウイルス患者に関して慢性肝炎、肝硬変患者それぞれ30例以上の検証を行った。疾病の進行に伴い、血漿および赤血球中で脂質代謝物マーカー値の上昇、セレノプロテイン P の減少が認められた。特に、血漿中コラーゲン量は脂質代謝物マーカー値と有意に相関し、疾病予後診断や治療効果の評価に有用である見通しを得た。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ストレスマーカー、プロテオーム解析

[テーマ題目 4] 生体・環境ストレス物質計測評価デバイス (運営費交付金)

[研究代表者] 脇田 慎一 (ヒューマンストレスシグナル研究センターストレス計測評価研究チーム)

[研究担当者] 脇田 慎一、永井 秀典、黒澤 茂、中山 雄介、入江 隆

(職員5名、他3名)

[研究内容]

ストレスや酸化ストレスマーカーなどのバイオマーカー及び環境ストレス物質の計測デバイスの開発を目的として、遠心力送液法に基づくラボ CD 及び水晶振動子微小秤量 (QCM) を用いた生体・環境ストレス物質計測デバイスを研究開発した。

(1) 生体ストレス物質計測用ラボ CD の研究開発

酸化チタン表面の光物性制御法に基づいて、新規に開発した光制御型微小スイッチングバルブ法をオンチップ化したラボ CD 型のマルチチャンネル ELISA チップを設計し、ソフトリソグラフィ法を用いて内製した。遠心力による光制御微小流体評価装置を自作し、唾液中の精神ストレスマーカー (分泌型イムノグロブリン A) の検出法を検討した。

(2) 生体・環境ストレス物質計測用 QCM センサの研究開発

試作した QCM 測定装置を用いて、2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン (MPC) ポリマー被覆ナノ粒子凝集法により、C 反応性タンパク (CRP) の高感度計測を達成し、ヒト血清試料に適用した。前年度、前処理ゴミ焼却灰試料中のダイオキシン計測を実証した超高感度 QCM センサ計測技術を、特許ライセンスなどによる製品化を着実に進めた。

[分野名] ライフサイエンス分野

[キーワード] ラボ CD、QCM センサ、微小化学分析システム、ストレスマーカー、CRP、ダイオキシン

[テーマ題目 5] 非侵襲ストレスマーカー多成分計測ラボチップ (運営費交付金)

[研究代表者] 脇田 慎一 (ヒューマンストレスシグナル研究センターストレス計測評価研究チーム)

[研究担当者] 脇田 慎一、田中 喜秀、宮道 隆、中山 雄介、鳴石 奈穂子、東 哲司 (職員6名、他2名)

[研究内容]

酸化ストレスやストレスマーカーなどのバイオマーカーの計測デバイスの開発を目的として、電気泳動法に基づくラボチップを用いた生体ストレス物質計測デバイスを研究開発し、300名規模の被験者実験を実施した。

さらに、ストレス負荷と連動する成分に関してキャピラリー電気泳動-質量分析法 (CE-MS) 法に基づくメタボローム解析を検討した。

(1) 唾液中の NO 代謝産物計測ラボチップの研究開発

電気泳動型石英ガラスチップを用いた活性窒素種である NO 代謝産物の高度微小流体制御により迅速アッセイメソッドを開発した。10数秒で唾液試料中の NO 代謝産物の定量が可能であり、運動ストレス被験

者試料に適用した結果、心拍変動から算出される運動強度の違う被験者群間で NO 代謝産物の変動と有意な相関が見出された。

(2) 蛍光ラベル化唾液成分計測ラボチップの研究開発とストレス変動成分の同定

前年度から進めている蛍光ラベル化した唾液成分のストレス評価（日経新聞 03.11.06）では、唾液粘性の影響を受けにくく、かつ再現性の高いメソッドを確立し、300名規模の被験者実験を実施した。運動性ストレス負荷で減少するストレスマーカー候補物質を複数確認し、CE-MS 法に基づくメタボローム解析法を検討し、物質同定を試みた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マイクロ電気泳動チップ、酸化ストレスマーカー、ストレスマーカー、唾液

【テーマ題目6】 前処理オンチップ化ストレス計測ラボチップ（運営費交付金）

【研究代表者】 脇田 慎一（ヒューマンストレスシグナル研究センターストレス計測評価研究チーム）

【研究担当者】 脇田 慎一、田中 喜秀、宮道 隆、鳴石 奈穂子（職員4名、他1名）

【研究内容】

酸化ストレスやストレスマーカーなどのバイオマーカーの計測デバイスの開発を目的として、前処理カラムや誘導体化反応をオンチップ化したラボチップの設計研究に挑戦し、生体試料による実証を試みた。

前処理オンチップ化ストレス計測ラボチップ

新規の脂質代謝物マーカーを含む一連の酸化ストレスマーカーの多成分同時計測ラボチップの構築に挑戦した。レーザー直接描画法を用いてマスクレスプロセスにより前処理プロセスをオンチップ化した石英ガラス電気泳動型チップを内製した。さらに、複数の前処理カラムと複数のオンチップ誘導体化を含む分析工程のメソッド開発に挑戦し、技術課題を抽出した。

【分野名】 ライフサイエンス分野

【キーワード】 チップ設計研究、マイクロ電気泳動チップ、酸化ストレスマーカー

⑨【強相関電子技術研究センター】

(Correlated Electron Research Center)

(存続期間：2001.4.1～)

研究センター長：十倉 好紀

副研究センター長：赤穂 博司

総括研究員：赤穂 博司

所在地：つくば中央第4

人員：17 (15) 名

経費：332,366千円 (317,427千円)

概要：

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

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

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

外部資金：

文部科学省科学研究費補助金「有機強相関電子系の電界効果ドーピング」

独立行政法人科学技術振興機構「相関電子コヒーレンス制御」

独立行政法人科学技術振興機構「強相関界面エンジニアリングによるスピントネル機能の巨大化」

発表：誌上発表62件、口頭発表112件、その他3件

**強相関相制御チーム**

(Correlated Electron Phase Control Team)

研究チーム長：橘 浩昭

(つくば中央第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

**強相関有機エレクトロニクスチーム**

(Correlated Electron Organics Team)

研究チーム長：長谷川 達生

(つくば中央第4)

概要：

強相関パイ電子を利用する有機エレクトロニクス素子の実現を目標として、これに必要な基盤技術の開拓、特に機能性有機電子材料の開発、有機半導体界面の機能制御技術の開発、及びこれらを用いる新しい有機エレクトロニクス素子の設計と試作を行う。具体的には、(1)電荷移動型材料を利用する高性能有機トランジスタの開発、(2)強相関有機モットトランジスタの電界効果ドーピングとデバイス物理の研究、(3)新規有機強誘電体の開発、(4)有機半導体の電子相転移の研究とそのための測定装置開発、を行う。

研究テーマ：テーマ題目2

**強相関物性チーム**

(Correlated Electron Physics Team)

研究チーム長：高木 英典

(つくば中央第4)

概要：

量子臨界相の創成、電界効果トランジスタ (FET) ケミストリーを主なアプローチとして、エキゾチック超伝導・磁気伝導など強電子相関の生み出す新奇な物性、電子機能を開拓することを主な目的としている。(1)物性の宝庫である「量子臨界相」の創成と確認には高圧下での物性探索が重要となる。このための極限物性評価測定系を整備し、世界でも有数の超高压・極低温実験環境を生成する。センターの誇る結晶ラボで作製する結晶群を極限環境下に置き、量子臨界相に発現する新しい物性を探索する。(2)強相関電子系のバルク単結晶と薄膜、その表面加工によって、電界効果トランジスタ (FET) を構築し、電界誘起モット転

移（絶縁体-金属転移）、超伝導、強磁性などの物性を探索する。モット FET をベースにした、強相関半導体のデバイス物理を構築する。

研究テーマ：テーマ題目1

**強相関フォトニクスチーム**

(Correlated Electron Photonics Team)

研究チーム長：岡本 博

(つくば中央第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目4

**強相関超構造チーム**

(Correlated Electron Superstructure Team)

研究チーム長：川崎 雅司

(つくば中央第4)

概要：

強相関電子の界面学理の確立と新機能開発を主題として、原子平坦界面における物性・デバイス研究と、薄膜エピタキシーによる物質開発を行う。強相関デバイスの巨大応答を担う電子は、電子相関の強さゆえにヘテロ界面で物性が強く擾乱を受け、デバイスの高性能化や設計が困難となっている。新規な界面物性プローブを独自開発して強相関電子の界面物性の理解と制御法の開発を行う。また、界面エネルギーによる準安定相の合成や新規な超格子設計を駆使して、強相関低次元構造の人為的な構築による新規物質の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目3

**強相関デバイスチーム**

(Correlated Electron Device Team)

研究チーム長：赤穂 博司

(つくば中央第4)

概要：

酸化物を用いた強相関電子デバイスの作製プロセスを新規に構築開発し、強相関電子デバイス学理に基づくデバイス雛型の構築、また、試作モデルに基づくデバイス機能の検証を行う。具体的には、デバイスプロセス技術として、汎用性の高い標準プロセス技術（数ミクロンレベルのデバイス構造作製）と最先端技術を駆使したアドバンスドプロセス技術（サブミクロン以

下のデバイス構造作製)を同時並行で開発する。さらに、これらプロセス技術を駆使して、強相関トンネルデバイス、強相関電界効果デバイス、強相関スピン注入デバイスなどの強相関デバイス構造を設計・作製し、その基本特性を評価することにより、強相関デバイス機能の実証を行う。

研究テーマ：テーマ題目3

#### 強相関理論チーム

(Correlated Electron Theory Team)

研究チーム長：永長 直人

(つくば中央第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目5

#### 【テーマ題目1】強相関酸化物材料の相制御に関する研究

【研究代表者】高木 英典 (強相関電子技術研究センター強相関相物性チーム)

【研究担当者】十倉 好紀、伊藤 利允、富岡 泰秀、井上 公、竹下 直、赤星 大介、寺倉 千恵子、中村 浩之、小西 伸弥 (職員4名、他6名)

#### 【研究内容】

- (1) A サイト固溶型ペロブスカイト型マンガン酸化物、 $RE_{1-x}AE_xMnO_3$ 、(RE=La-Gd, AE=Ba, Sr, Ca, x~0.5)、において、系のランダムネスと一電子バンド幅の両者を制御して得られた電子相図をもとに、強磁性金属、電荷・軌道整列絶縁体、スピングラス状態の三相の相競合としての超巨大磁気抵抗 (CMR) 効果を明らかにした。これに付随して、スピングラス状態における、金属相/絶縁体相のナノスケール相分離状態を定量的に評価することにも成功した。
- (2)  $KTaO_3$ ペロブスカイト電界効果型トランジスタ (FET) において、 $10^4$ 以上の ON/OFF 比と  $0.4\text{cm}^2/\text{Vsec}$ 以上の移動度を有するデバイスを再現性よく作製する技術を確立した。マンガン酸化物単結晶をベースとする強相関 FET を構築し、相競合の臨界点付近で特異的に生じる現象の兆候を捉えることに成功した。
- (3) 相制御用圧力装置の開発において、低温実験用のマ

ルチアンビル装置の発生圧力としては史上最高の 12GPa の圧力発生を達成した。これらの圧力装置を用いて、強相関酸化物・有機物の臨界相の開拓を進め、圧力誘起金属絶縁体転移やスピンランダムネスの圧力制御によるアンダーソン転移などを発見した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ペロブスカイト型マンガン酸化物、有機パイ電子系物質、軌道放射光

#### 【テーマ題目2】強相関有機材料の相制御に関する研究

【研究代表者】長谷川 達生 (強相関電子技術研究センター強相関有機エレクトロニクスチーム)

【研究担当者】橘 浩昭、熊井 玲児、堀内 佐智雄、阿部 恭、岩住 ひろ美、高橋 幸裕、直堂 鈴子 (職員4名、他4名)

#### 【研究内容】

- (1) 有機物の「チタバリ ( $BaTiO_3$ )」とも呼ぶべき新規強誘電体の開発に成功した。プロトン供与部位とプロトン受容部位をそれぞれ持つ二種の有機  $\pi$  共役分子の組み合わせからなる水素結合性分子錯体の物質探索を行い、(フェナジン) (クロラニル酸) において、強誘電転移温度 ( $\sim 250\text{K}$ ) 付近での誘電率が3,000にも及ぶ有機強誘電体の開発に成功した。
- (2) 電極から半導体への n 型キャリア (電子) の注入を高効率化し、高性能 n 型トランジスタを得るための基盤技術の開発に成功した。電極材料として高い導電性を持つ電荷移動型分子化合物を利用し、構成分子の組み合わせによって電極-半導体間のフェルミ準位の整合性を制御したデバイスの試作を行い、有機半導体 (DBTTF) (TCNQ) を用いて、電子移動度が  $1\text{cm}^2/\text{Vs}$  を超える n 型有機トランジスタの開発に成功した。
- (3) 低温・高圧下における X 線フル構造解析システムの開発に成功した。ベリリウム製クランプ型高圧セルと軌道放射光による構造解析システムを利用することによって、高圧下 (1.5GPa 以下)、かつ低温 (室温から20K) において、分子性結晶のフル構造解析が可能であることを実証した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】強相関パイ電子、有機強誘電体、有機トランジスタ、構造解析

#### 【テーマ題目3】強相関界面デバイスに関する研究

【研究代表者】川崎 雅司 (強相関電子技術研究センター強相関超構造チーム)

【研究担当者】赤穂 博司、山田 寿一、佐藤 弘、澤 彰仁、山田 浩之、藤本 英司、石井 裕司、山本 晃生、考橋 照生、四橋 聡史、藤井 健志、小池 和幸

(職員5名、他8名)

**【研究内容】**

- (1) 強相関界面物性のデザインによる制御が可能となった。完成度と安定度の高いデバイスプロセスを確立した。新たに、バルク単結晶表面の微細加工など新プロセスの標準化に成功した。また、電子ビーム露光によるサブミクロン・アレイ人工磁性体を高精度に作製することに成功した。
- (2) 界面エンジニアリングを駆使して積層型スピントネル接合の磁気抵抗比を50%から170%へ向上させた(10K)。更なる特性向上のため、 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ へのRu 5%ドーピングによる400e から3000e への高保磁力化に成功した(室温)。
- (3) 実用に好適なプロセスでの抵抗スイッチングデバイス(on/off 比5000%)の作製に成功した(室温)。エピタキシャル界面におけるCER効果の観測にも初めて成功し(室温)、強相関ショットキー接合における電荷蓄積効果がCER効果の一因であることを明らかにした。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** 界面エンジニアリング、スピントネル接合、抵抗スイッチ、原子層エピタキシー

**【テーマ題目4】 強相関フォトンクス技術に関する研究**

**【研究代表者】** 岡本 博(強相関電子技術研究センター強相関フォトンクスチーム)

**【研究担当者】** 沖本 洋一、小笠原 剛、松崎 弘幸  
(職員2名、他2名)

**【研究内容】**

- (1) 強磁性金属相にある2重層ペロブスカイト型マンガン酸化物では、他の強磁性体と同様に光照射によって磁化が減少するが、ホール濃度を変えると磁気異方性の変化の違いを通して磁化の歳差運動(2~10GHz)の位相を制御出来ることが明らかとなった。
- (2) フェリ磁性体であるスピネル型遷移金属硫化物 $\text{FeCr}_2\text{S}_4$ において、その副格子磁化のダイナミクスを全磁化と独立に観測することに成功した。その結果、少数スピンのFeサイトの磁化が多数スピンのCrサイトの磁化よりも速く減少することにより、10から100ピコ秒の時間領域で全体として磁化の増加が起こることが明らかとなった。(1)および(2)の結果は、超高速磁化制御手法の新しい可能性を与えるものである。
- (3) ペロブスカイト型マンガン酸化物の中で強磁性金属相近傍に位置する電荷整列絶縁体物質において、光照射による永続的絶縁体-金属スイッチングを見出した。
- (4)  $\text{Alq}_3$ を発光層として持つ電界発光デバイスにおいて、約500gaussの磁場の印加で、発光強度が3~8%の極めて大きな増大を示すことが見出された。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** 光スピン制御、超高速スイッチング、モット転移、強磁性体

**【テーマ題目5】 量子相制御理論に関する研究**

**【研究代表者】** 永長 直人(強相関電子技術研究センター強相関理論チーム)

**【研究担当者】** 小野田 勝、MISHENKO Andrey  
(職員0名、他3名)

**【研究内容】**

- (1) 量子位相を用いた新しい機能を理論的に開拓した。具体的には、(a)電場誘起スピンホール効果を示すバンド絶縁体を理論的に見出し、これを用いた散逸を伴わない電圧トランスを設計した。(b)誘電性を電子のベリー位相の観点から研究し、(b-1)実験グループにより見出された有機強誘電体の分極をベリー位相にもとづいた第一原理バンド計算で評価し、それが水素結合を介した共有結合性に由来することを見出した。(b-2)電気分極を、系を特徴づけるパラメータ空間におけるベリー位相の構造から理解する方法論を開発した。(b-3)スピнкаレントを電気分極の関係を研究し、スパイラルなどの非共線スピン構造が強誘電性をもたらすことを見出した。(c)光の偏光に関連したベリー位相から生じるホール効果を理論的に予言し、そのフォノン結晶における増強を提案した。
- (2) バナジウム酸化物のt2g電子における特異なラマン散乱、スピン波分散などの物性を軌道自由度の1次元ダイナミクスから明らかにした。
- (3) 結晶格子のひずみとキャリアーとの相互作用(ポーラロン問題)を量子モンテカルロ法で厳密に解析する方法を開発し、イオン結晶中のキャリアーの易動度の厳密解を得た。また、高温超伝導体中正孔のスペクトル関数をやはり厳密に求め、角度分解光電子分光の結果を再現するとともに、その超伝導機構に手がかりを与えた。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** ベリー位相、スピнкаレント、量子輸送現象、電気磁気効果

**⑩【次世代半導体研究センター】**

(Advanced Semiconductor Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1~2008. 3. 31)

研究センター長：廣瀬 全孝

副研究センター長：河村 誠一郎、金山 敏彦、  
久保田 喜嗣

総括研究員：金山 敏彦

所在地：つくば西7、西5D、西5E、中央第4、中央第2

人員：31(26)名

経 費：1,685,369千円（297,968千円）

概 要：

本研究センターは、半導体 MIRAI プロジェクト（NEDO プロジェクト 次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発）の遂行を、最も重要なミッションとし、最先端半導体技術の研究開発を産業界・大学の研究者と協力して展開している。特に、2010年に量産が開始される45nm 技術世代半導体に必要とされる新技術開発を成功させると共に、それ以降の技術世代に拡張できる技術体系を構築し、産業界においてタイムリーに成果が実用化されることを目的とする。厳しい時間的制約の中で、科学的な知見に基づいた技術開発をスピーディに行い、実用化可能な成果を産業界に移転し、我が国の半導体産業の発展に貢献する。

当センターは、半導体 MIRAI プロジェクト遂行のために、技術研究組合 超先端電子技術開発機構（ASET）を通じて参加する民間企業25社からの研究者・技術者および13の大学研究室からの参加メンバーと、共同研究体を組織している。研究者は出身母体に関わりなく、研究テーマに対応する次の5つのグループに所属し、各グループリーダーの下で研究を行う。

外部資金：

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

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「光コンポーネント間の多自由度完全自動調芯」

財団法人日本産業技術振興協会「10Gbps イーサネット・トランシーバ LSI の研究開発」

経済産業省 産業技術研究開発委託費「印刷画像向きデータ圧縮方式の標準化」

経済産業省 科学技術総合研究委託費「顕微光電子分光法による材料・デバイスの高度分析評価技術に関する研究」

財団法人日立地区産業支援センター 平成15年度戦略的基盤技術力強化事業「光硬化型ナノ金型に関する研究開発」

発 表：誌上発表60件、口頭発表122件、その他7件

高誘電率材料ゲートスタック技術グループ

（Gate Stack Technology with High-k Materials Group）

研究グループ長：鳥海 明

（つくば西7、西5E、中央第4、中央第2）

概 要：

半導体集積回路の微細化と高集積化を今後も続けるためには、集積回路の中で電流を制御する役割を果たしているトランジスタのゲート絶縁膜を、1nm 以下にまで薄くする必要があり、量子力学的なトンネル効果によるリーク電流が顕在化する。この問題を解決するには、誘電率の高い新しい材料、高誘電率（High-k）材料を採用する必要がある。High-k 材料を使うと、厚い膜を使っても電気的には膜を薄くしたと等価になり、漏れ電流の抑制が可能になる。High-k 材料としては、ハフニウムやアルミニウムの酸化物などが有力な候補材料だが、使える厚さは高々5nm 程度に限られる。そのため、このような新材料を使いこなすには、シリコンとの界面を乱すことなく、欠陥のない薄膜を形成する技術が必要となる。当グループでは、45nm およびそれ以降の技術世代のトランジスタに必要な高誘電率ゲート絶縁膜や金属ゲート電極などのゲートスタック新材料とその形成プロセス、材料内部や界面の原子構造・欠陥の新計測法を開発している。また、新ゲートスタック材料で作製したトランジスタの特性評価とモデリングや信頼性に関する研究などを総合的かつ同時進行的に進めている。

研究テーマ：テーマ題目1

低誘電率材料配線モジュール技術グループ

（Interconnect Module Technology with Low-k Materials Group）

研究グループ長：吉川 公磨

（つくば西7、西5D、西5E、中央第2）

概 要：

集積回路の内部では、銅の配線が何層にも張り巡らされて、信号を伝達しているが、これを微細化すると、配線同士の距離が近くなるために、お互いの負荷が増して、思うようにスピードが上がらず、かえって消費電力が増えてしまう。この状況を避けるには、配線を支える絶縁材料を誘電率の低いものに、つまり低誘電率（Low-k）材料に置きかえねばならない。当グループでは、比誘電率2以下の超低誘電率で、配線構造形成に耐えうる機械的強度を持つ Low-k 新材料を、分子・ナノレベルの材料制御に基づいて開発することが目標である。均一な材料でこれだけ低い値を出すには限界があり、酸化シリコンなどに nm レベルの空孔を高い密度に導入した、多孔質材料の採用が必要となる。この絶縁膜は配線を支えるのが役目なので、必要な機

械強度や加工プロセスへの耐久性を持たせることが課題で、多層配線モジュールを実現するために、超低誘電率多孔質新材料の開発と同時に、配線構造形成プロセス技術の開発を進めている。また、必要な分子・ナノレベルの物性評価技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目 2

**新構造トランジスタ及び計測解析技術グループ**  
(New Transistor Structures and Measurement/  
Analysis Technology Group)

研究グループ長：高木 信一

(つくば西7、中央第4、中央第2)

概 要：

当グループの目的は、45nm 技術世代以降の極微細トランジスタが直面する物理的・工学的限界を打破できる、新しいデバイス構造やプロセス技術の開発と、そのために必要となる原子スケールの計測技術の研究開発である。トランジスタの性能を上げるには、シリコンの材料限界をも超えることが必要となってきたが、シリコンよりも原子半径が大きなゲルマニウムを含む層の上にシリコンの結晶を成長させ、シリコンの結晶を引き伸ばすと、シリコンそのものを使いながら、電子や正孔の移動速度を上げることができる。当グループでは、この「ひずみシリコン」を絶縁膜上に形成したひずみ SOI (Silicon on Insulator) を作製する技術を開発し、これを使った回路試作で、普通のシリコンで作った回路に比べて動作速度が速くなることを実証した。また、微細化のためには、トランジスタ内部の不純物原子の分布を nm レベルの極めて高い分解能で計測しなければならぬ。この要求に応えるために、走査プローブ顕微鏡を用いて1個1個の不純物原子の位置を捕らえる技術やシリコンの応力分布を測定する技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目 3

**リソグラフィ関連計測技術グループ**  
(Lithography Related Metrology Group)

研究グループ長：寺澤 恒男

(つくば西7、中央第2)

概 要：

半導体集積回路の微細な構造は、回路パターンを光学的に縮小して焼き付ける、リソグラフィーという方法で作られるが、微細化に伴って、パターンの寸法や形状を計測する技術にも、驚異的な精度が要求されることになる。当グループでは、0.5nm の精度でパターンの寸法を計測するために、原子間力顕微鏡 AFM (Atomic Force Microscope) を測長に使う技術を開発している。また、パターンが微細になると、リソグラフィーのプロセスは、それだけ小さな欠陥やごみの微粒子の影響を受けることになり、これらを検出する技

術も新たな開発が必要になる。波長13.5nm の極端紫外線 (EUV) を使うリソグラフィー用マスクの欠陥検査を、高速・高精度で行う技術の開発、および、収束した極端紫外線を用いて直径50nm 程度の微粒子でも組成分析ができる技術の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 4

**回路システム技術グループ**  
(New Circuits and System Technology Group)

研究グループ長：樋口 哲也

(つくば中央第2)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目 5

-----  
[テーマ題目 1] 高誘電率材料ゲートスタック技術の研究開発

[研究代表者] 廣瀬 全孝

(次世代半導体研究センター)

[研究担当者] 鳥海 明、堀川 剛、森田 行則、  
宮田 典幸、右田 真司、太田 裕之、  
水林 亘、玄 一、北條 大介、他  
(職員9名、他24名)

[研究内容]

45nm やそれより細い32nm 技術世代を見据えた LSI 技術開発の要として、高誘電率 (high-k) ゲート絶縁膜、メタルゲート電極材料について、新規性の高い要素プロセス技術および概念実証機を開発し、実用化に結びつけることが目的である。またデバイス作製・特性解析を通

じて、high-k MOS トランジスタの移動度劣化メカニズムを解明するとともに、ゲートスタックとしての性能を実証し、信頼性を明らかにする。今年度は、Si 酸化膜に換算した等価換算膜厚 (EOT) 1.0nm の high-k 膜を用いた MOS トランジスタで、Si 酸化膜をゲート絶縁膜とするトランジスタの80%以上のキャリア移動度を達成することを目標とした。また、トランジスタのしきい値を制御するために、仕事関数を調整可能なメタルゲート電極用新材料の開発を行った。

High-k ゲート絶縁膜として HfAlON を用いた多結晶 Si ゲート MOS トランジスタにおいて、換算膜厚 EOT=1.75nm で  $290\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  @  $0.8\text{MV}/\text{cm}$  の世界最高の移動度を実現して、HfSiON ゲート絶縁膜トランジスタと比較して遜色ない移動度が実現可能なことを世界で初めて実証した。また、HfAlON を用いたトランジスタでは、しきい値電圧の p チャネルと n チャネルでの対称性が HfSiON より優れる特長があることを示した。

High-k ゲート絶縁膜上でフルシリサイドゲート電極を形成すると、フェルミレベルピニングが生じてしまい、トランジスタのしきい値電圧が制御困難であることが大きな課題となっている。HfAlON 上部界面における Al の濃度を制御することにより、ピニングされるエネルギー位置を変え、しきい値電圧を制御することに成功した。High-k 絶縁膜ゲートスタックの絶縁破壊特性を解析し、従来の  $\text{SiO}_2$  と異なり、アノードから正孔が注入される場合と、カソードから電子が注入される場合の両方が関係することを世界で初めて示した。これに基づいて、High-k 膜ゲートスタックの新しい寿命予測モデルを提案した。

【分野名】情報通信

【キーワード】高誘電率ゲート絶縁膜、メタルゲート、MOS トランジスタ、移動度

#### 【テーマ題目2】低誘電率材料配線モジュール技術の研究開発

【研究代表者】廣瀬 全孝

(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】吉川 公麿、清野 豊、秦 信宏、吉野 雄信、他(職員4名、他37名)

【研究内容】

45nm 以降の技術世代に対応する低誘電率(Low-k)層間絶縁膜材料と、これを用いた高性能銅配線モジュールの基盤技術を開発することを目的とする。Low-k 材料を出発原料の分子構造まで立ち戻って設計し、新成膜プロセスを開発する。また、Low-k 膜の構造・化学結合状態を分子・ナノレベルで計測する技術の開発により、材料開発を加速する。比誘電率2.0-1.5の極限低誘電率材料を用いた配線モジュール技術の要となる、プロセス耐性と機械的強度を備えた Low-k 材料と、これを用いた多層配線形成のための要素プロセス基盤技術を開発す

る。

多孔質シリカ Low-k 材料の機械強度を、環状シロキサン(テトラメチルシクロテトラシロキサン TMCTS) 蒸気を用いた気相での処理により2倍に改善できる技術を開発した。本技術を用いて、実用レベルのスループットを持つ強化処理プロセス装置開発を推進中である。また、プラズマエッチングや化学機械研磨などの配線形成プロセスで多孔質シリカ Low-k 膜が被ったプロセス損傷を、TMCTS 処理により回復させる技術を開発し、世界で初めて開発した。銅メッキプロセス等、薬液を使用するプロセスによる多孔質材料の性能劣化要因とその解決策を新たに発見した。プラズマ重合有機シリカ Low-k 膜開発では、体系的に材料検討を実施し、比誘電率  $k \sim 2.47$  が得られる有機系新骨格材料を開発した。

銅配線構造を作製する上で重要な多層構造を構成する各層の薄膜の機械強度を、表面弾性波測定で非破壊計測する技術の開発を進め、解析モデルの改良により、大幅な測定精度向上を実現した。また、非破壊の空孔径分布計測技術である吸着エリブソメトリー法において、異方性のある空孔構造に対応した再現性の高い計測技術を確立し、X線小角散乱との比較を行った。その結果に基づき、インライン測定化可能な計測装置の開発を開始した。

【分野名】情報通信

【キーワード】低誘電率絶縁材料、化学機械研磨、ポーラスシリカ、プラズマ重合、吸着エリブソメトリー

#### 【テーマ題目3】新構造トランジスタ及び計測解析技術に関する研究

【研究代表者】廣瀬 全孝

(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】高木 信一、金山 敏彦、多田 哲也、西澤 正泰、前田 辰郎、水野 智久、Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、他(職員8名、他15名)

【研究内容】

45nm 以細の技術世代においてトランジスタのスケールリングによる素子性能の向上及び集積システムとしての高機能化は様々な限界に直面する。これを打破できる新しいデバイス構造や、加工プロセスの為の物質操作・プロセスモニタリングなど、新プロセス技術を開発することを目的とする。特に、ひずみ SOI 基板の作製技術と、これを用いた高移動度 CMOS 技術を開発する。また、そのために必要な、チャンネル材料やコンタクト形成などの材料・プロセス技術、走査プローブ技術を用いた10nmの空間分解能をもつ不純物濃度測定技術、空間分解能100nmレベルの応力プロファイル測定技術を開発する。

開発した200mm ひずみ SOI ウェハを用いて、ゲート長70nmの微細ひずみ SOI MOS トランジスタを作製し、

14%の電流駆動力向上を確認した。また、Si 酸化膜上の圧縮ひずみを有する SiGe 層をストライプ状に加工して熱処理を行うと、パターンの端部からひずみの緩和が進行し、ストライプの短軸方向のみに緩和が完了することを利用して、長軸の一軸のみに圧縮ひずみを持つ SiGe 層を形成する技術を新たに開発した。これをチャンネルに用いて p チャンネルトランジスタを試作し、1.8倍の駆動力増大を得た。さらに、局所的な酸化で SiGe の Ge 濃度を濃縮する方法で、ひずみ Si nMOS トランジスタと高 Ge 濃度 SiGe チャンネル pMOS トランジスタを同一基板上に集積したデュアル CMOS 構造を作製し、高駆動力動作を実証した。

極限的な浅接合形成のために、Si 表面に配置した固定電荷から Si 表面への電荷移動によりドーピングを行う電荷移動型ドーピングの開発を進めた。シミュレーションによりこの方法の微細トランジスタでの有用性を検証すると共に、酸化膜中にイオン注入した Cs を電荷源とすることにより、シミュレーションで予想した通りのシート抵抗値を持つ反転層形成を確認した。また、この方法で接合を形成したトランジスタを試作し、正常な動作を実証した。

Si の応力分布を高い空間分解能で計測するために、金属プローブ先端で散乱された近接場光で局所的にラマン信号を励起する方式の走査型プローブラマン分光法を開発し、ひずみ SOI ウェハや加工ひずみを作り込んだ Si 基板に適用して、100nm レベルの空間分解能を実証した。また、Si 基板の表面直下にあるドーパント原子を、走査型トンネル顕微鏡で検出する方法を開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ひずみ SOI CMOS、移動度、走査型プローブラマン分光法、走査型トンネル顕微鏡

【テーマ題目4】リソグラフィ関連計測技術の研究開発

【研究代表者】廣瀬 全孝

(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】寺澤 恒男、廣島 洋、権太 聡、  
富江 敏尚、屋代 英彦、黒澤 富蔵、  
林 景全、森脇 大樹、他  
(職員7名、他16名)

【研究内容】

45nm 技術世代以降のリソグラフィに対応可能な計測技術、特にシステム化を前提とした計測基幹技術の開発を目的とする。今年度は特に、45nm 技術世代に対応したマスク欠陥検出の達成、原子間力顕微鏡 (AFM) による0.5nm の CD (Critical Dimension) 計測精度の実現、極紫外光計測による50nm の微粒子分析同定を目標とする。

これまでに開発した波長199nm の連続出力 DUV (深紫外、Deep Ultraviolet) 光源と DUV 対応の裏面照射

型 TDI (Time Delay and Integration) センサーを、マスク欠陥検査装置に組み込み、マスク上にある大きさ30nm までの欠陥検出に成功した。また、EUV 光を用いた多層膜マスクブランクス検査技術については、高さ2nm の位相欠陥検出に成功した。

寸法計測装置技術については、試料ステージ、レーザ干渉計モジュール、プローブスキャナ等、要素ごとに初期目標精度を達成し、CD 計測精度 $3\sigma < 0.5\text{nm}$  を実現した。また、サファイア単結晶表面の分子層ステップの高さ計測により、格子定数から予想される値と一致する0.349nm の計測値を得て、レーザ干渉計モジュールによる変位計測がサブ nm の領域まで行えることを実証した。また、光ナノインプリントを用いた測長基準パターン形成技術については、ラインエッジラフネスが0.8nm 以下の基準パターン形成を実証した。

収束した極紫外光を励起源に用いて、光電子スペクトルを計測する技術については、大口径試料を観察するために、減速電界を印加した短飛行管を用いた飛行時間計測器を試作し、サブナノ秒 EUV パルス発生によりエネルギー分解能を0.2eV まで向上させることに成功した。

【分野名】情報通信

【キーワード】深紫外光源、寸法計測用原子間力顕微鏡 (CD-AFM)、光インプリント装置、極紫外光電子飛行時間スペクトル

【テーマ題目5】回路システム技術に関する研究

【研究代表者】廣瀬 全孝

(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】樋口 哲也、高橋 栄一、河西 勇二、  
関田 巖、岩田 昌也、坂無 英徳、  
村川 正宏、梶谷 勇、他  
(職員8名、他10名)

【研究内容】

LSI の微細化・高集積化に伴い、素子特性や配線構造に由来する性能ばらつきが、顕在化する。また、マイクロプロセッサの動作速度の高速化により、クロックタイミングのずれが、重大な問題となる。これらの技術的困難を、LSI 製造後に適応的に吸収し、高歩留、高速、低消費電力を実現する回路構成技術と調整アルゴリズムの開発を目的とする。

通信応用に用いるガロア体演算用 LSI において、遺伝的アルゴリズムを用いた製造後調整を行うことにより、世界最高速度 (従来の FPGA 比で PN 生成9.5倍、畳み込み符号生成4.9倍、リードソロモン復号5.2倍) を達成した。IEEE1394ケーブルでも、信号波形の適応調整を行うことにより、信号伝送距離4倍、データ伝送速度3倍を実現した。この適応調整技術を用いた信号処理チップの、高速パラレル I/O への応用を進めている。

HiSIM (Hiroshima-university STARC IGFET Model) は、広島大学で開発された MOS トランジスタ

シミュレーションモデルであるが、これを活用するためには、複数のモデルパラメータを、あらかじめ計測したトランジスタの電気特性となるべく一致するように調整する「合わせこみ」が必須である。この HiSIM のパラメータフィッティングに、遺伝的アルゴリズムを用いた自動パラメータ抽出技術を適用し、従来、人手で1週間かかった抽出作業を、23時間の自動フィッティングで行い、実測値と誤差1%以内で一致させることに成功した。

携帯電話のような低データ通信量媒体を用いて鮮明な動画を送ることは、困難な課題である。周辺の建物の状況や通話の込み具合で、データ通信量が著しく変動することも、条件を一段と厳しくする。そこで、適応型 BTC (Block Truncation Coding) と呼ぶ新しいデータ圧縮方式を開発し、JPEG や JPEG2000 を超える画質を実現した。この技術の応用として、救急車内の患者の動画を救急病棟の医師に送り、医師が遠隔から画像を取得できるシステムを開発し、実際に利用試験を行って有効性を実証した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 製造後適応調整、遺伝的アルゴリズム、高速データ転送、画像データ圧縮

## ⑪【ものづくり先端技術研究センター】

(Digital Manufacturing Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：森 和男

副研究センター長：松木 則夫

所在地：つくば東

人員：22 (20) 名

経費：407,589千円 (242,466千円)

概要：

わが国の中小製造業は、優れた作業者の技能と高度な新技術が相互に刺激しあい持続的な創意工夫を生み出すことによって、高いものづくり力（開発・製造力）を保ってきた。しかしながら近年、その競争力の低下が危惧されている。そこで、経験や勘によって個人に蓄積されている技能を再現できるデジタル情報に置き換え、IT によって新たな付加価値を加えることによって、中小製造業のものづくり力を維持・向上させるための技術開発が強く求められている。

本研究センターでは、「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発」を中小企業庁 NEDO より受託し、「①加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発」と「②設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームの研究開発」の二つの開発課題（サブテーマ）を実施している。前者は機械部品の加工全般を対象に、加工技能を技術化するための研究を行い、

加工条件データベース、加工時事例データベース、データベース活用機能を開発しインターネットで公開する。後者は中小製造業の技術者自ら、設計製造支援アプリケーションソフトウェアを独自に開発、変更することを可能とするプラットフォームの開発と実用性の高いアプリケーションの開発を実施する。平成16年度研究内容の詳細は以下の通りである。

### ① 加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発

#### (1) 加工全般を対象とした研究開発

産業界や公設試験研究機関との連携を中心に、機械部品の高品位・高付加価値加工を行うために必要な加工技術情報集積を行い、平成15年度までに作成してきた加工条件データベース、加工事例データベースの充実・拡張を図るとともに、随時ウェブを通じて公開する。また、データベース活用機能については、検索機能、トラブルシューティング機能の開発を進める。これらの開発において、特に加工情報の収集については、昨年と同様、加工法ごとに組織するサブワーキンググループの活動を通して、広く産学官、公設試験研究機関の協力を得ながら推進する。

開発された成果は、中小製造業において実業務に適用し、その有効性や実用性の評価・検証を行い、その結果を通じて改良を進める。

#### (2) 企業における評価

検証用機器を用いて加工技術データベースを中小製造業の実業務に適用し、その中での評価・検証を通じて改善指針を得、開発内容に反映させる。また、シンポジウムを開催し、普及用機器を用いたデモを通じて中小製造業への普及を図る。

#### (3) 企業内加工データベース作成支援機能の開発

企業独自の加工技術データベースを作成、蓄積、利用するために必要な技術的仕様を切削、溶接加工を中心にとりまとめ、それに基づいたシステム開発に着手する。

### ② 設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームの研究開発

平成16年度は、ソフトウェア部品群の開発、基幹情報の共有、有効利用のための機能開発の2項目について、平成15年度の成果を発展させ研究開発を行うとともに、成果物の企業における評価を実施する。

#### (1) ソフトウェア部品群の開発

平成15年度に開発した GUI 基本機能、表示基本機能、図形検証機能のライブラリの充実を図ると共に、実証プログラムに必要なコンポーネント群を開発する。さらに、プラットフォーム基幹部分である、コンポーネントバスおよびア

アプリケーションビルダーの機能を改善・拡張する。

(2) 基幹情報の共有、有効利用のための機能開発  
「製品データ管理機能」について機能追加、改善のため開発、評価を実施する。「設計変更通知機能」について機能を絞り込み、基本・詳細設計、開発用ソフトウェアを用いたプログラム開発を実施する。

(3) 企業における評価  
プラットフォームを企業へ導入して、業務用アプリケーションプログラムを作成し、実務レベルにおける評価を実施する。業務用アプリケーション作成に際しては、プラットフォーム標準部品の他、各企業固有の業務形態に則した特注部品を、開発用ソフトウェアを用いて作成する。また、実際の製造現場における評価に耐えうるよう、大画面もしくはマルチディスプレイによる表示が可能となるようにする。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ものづくり・IT融合化推進技術の研究開発」

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

文部科学省 科学研究費補助金「超高速レーザーアークハイブリット溶接の実現」

財団法人かがわ産業支援財団「海域環境改善のための炭酸カルシウム化多孔質体の開発」

財団法人長野県テクノ財団「平成16年度スリー・パイ・スリー（3×3）産業コンソーシアム研究開発事業（長期使用体内埋設型補助人工心臓の実用化に関する研究開発）に係る主要部品の製作及び研磨実験」

財団法人ひろしま産業振興機構「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（機差を吸収する先進的多機能金型プラットフォームの研究開発）」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）「自動注湯パラメータ最適化システムの開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）「次世代グラビア印刷ロール製作用超精密研磨技術の研究」

発表：誌上発表45件、口頭発表104件、その他6件

加工技術研究チーム

(Machining Engineering Research Team)

研究チーム長：尾崎 浩一

(つくば東)

概要：

中小製造業の加工技術力向上に資するため、機械部品加工に関わる代表的な加工技術に関する加工現象、加工条件、加工事例等の加工技術情報を収集整理し、ITを活用した使いやすい加工技術データベースとしてインターネット上に公開している。企業の加工現場において加工条件設定や問題解決支援に役立つ加工条件、加工事例データの充実を図る。また高度な経験技術を有する技能者の技術・ノウハウを誰もが使える技術情報として集積、普及する手法を探る緒として、経験技術者の問題解決にいたる着眼点や対策法を記述したトラブルシューティング機能を開発する。この機能を用いて、レーザー切断加工を中心にトラブルシューティング公開情報を構築し、その有効性を実証する。また、公開している加工技術データベースの中小企業の実業務における効果を評価・検証をし、その結果を開発成果の改善・改良につなげる。

研究テーマ：

加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発（ものづくり・IT融合化推進技術の研究開発）、海域環境改善のための炭酸カルシウム化多孔質体の開発、平成16年度スリー・パイ・スリー（3×3）産業コンソーシアム研究開発事業（長期使用体内埋設型補助人工心臓の実用化に関する研究開発）に係る主要部品の製作及び研磨実験、自動注湯パラメータ最適化システムの開発、次世代グラビア印刷ロール製作用超精密研磨技術の研究

システム技術研究チーム

(Systems Engineering Team)

研究チーム長：澤田 浩之

(つくば東)

概要：

中小企業がそれぞれ独自の設計・製造支援システムを構築することを可能とするため、様々なものづくり支援するソフトウェア、カスタマイズを容易に行えるソフトウェア開発実行環境と、CAD/CAMを含むソフトウェアシステム開発に利用可能なソフトウェア部品（コンポーネント）が準備された、設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームを開発する。

システム構造、構成等に関する規約を整備し、コンポーネントバス上でのインターフェース表現として実装する。ソフトウェア開発においては、GUI基本機能、表示基本機能、図形検証機能のライブラリおよび「3次元形状情報の品質確認機能」、「製品モデル情報

管理機能」、「設計変更情報の管理・通知等機能」を開発し、企業による総合評価、実用化のための調整を行う。

研究テーマ：

設計・製造支援アプリケーションのためのプラットフォームの研究開発

### 統合技術研究チーム

(Fusion Technology Research Team)

研究チーム長：大橋 隆弘

(つくば東)

概要：

MT と IT の統合技術創成を目指して、両者を包含した製造技術および情報技術の研究開発を行う。製造・情報技術の開発を行い、成果を加工技術データベースのコンテンツおよび検索などの新機能として公開する。上記に基づき、加工技能・知識の形式モデリング手法の開発を進める。加工条件/加工事例データベース、データベース活用機能、形式モデリング手法による加工技能・知識モデル化のそれぞれの機能を統合して加工技術データベースを構築し、企業との共同開発による実用性の実証・評価を行う。加工ナビ構想に基づく、加工技術間の共通の技術情報集積の補足、連携開発・データベース活用のための情報・ソフトウェアのパーツ、それらの活用した事例に関するデータベース整備を行なう。鍛造、プレス、研削、レーザ切断、レーザ溶接において、加工条件データ100件、加工事例データ100件の条件を満たすようにデータ収集を行なう。

外部資金：

新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成「中空軽量部品の革新的圧縮成形技術の研究開発」

文部科学省 科学技術研究費補助金「超高速レーザアークハイブリッド溶接法の研究」

経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業「機差を吸収する先進的多機能金型プラットフォームの研究開発」

研究テーマ：加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 データベース、加工、検索技術、技能の技術化

-----  
【テーマ題目1】「加工全般にわたる技能の技術化に関する研究開発」中小企業庁・NEDO 受託研究

【研究代表者】 尾崎 浩一（加工技術チーム長）、大橋 隆弘（成形技術チーム長）

【研究担当者】 碓井 雄一、リアボフ オレグ、伊藤 哲、澤井 信重、藤瀬 健領、岡根 利光、廣瀬 伸吾、瀬渡 直樹、清宮 紘一、江塚 幸敏、高下 二郎、河西 敏雄、土井 修典、斉藤 強、原田 典、王 清、篠崎 吉太郎、小林 秀雄、川嶋 巖、松田 五明、北原 繁

### 【研究内容】

以下に詳述する15の加工分野で、加工技術データベースの開発を進めた。

鑄造分野では、鑄鉄、アルミニウム合金、銅合金を対象とし、(1)基礎データベース、(2)事例データベース、(3)用語集、(4)マニュアル類の整備、(5)その他、の開発を進めた。基礎データは、鑄造シミュレーション利用を念頭において、必要な材料物性値、境界条件評価例、材料物性値の一覧、型材物性値の一覧についてアルミニウム合金を中心にDB化した。事例は、アルミニウム合金にターゲットを絞り、方案、欠陥対策などに関する鑄造条件事例を収集し(20件)、まとめた。

鍛造分野では、金型設計において、室温における据込み加工及び押し出し加工圧力を、容易かつ迅速に計算できる鍛造荷重推定プログラムを製作した。また、金型設計を支援するため、型材料の特性を整理したデータベースを24事例、代表的な金型の構造を示すデータベースを13例作成した。

金属プレス分野では、絞り成形に関して①高精度化技術②成形性向上に関する情報収集を行い、データベース化と技能の技術化を進めるため、形状凍結性と金型の挙動の観点から、基礎的データに関する調査および公開された実験の結果を精査し、昨年度に引き続き、論文および特許の加工事例データを収集した。本年度は、特にプレス機械の機械差や素材の違いに着目し、精度要因に関するデータを収集した。また、データベースの再現性・安定性を向上させる金型技術をデータベース活用機能と併せて開発するために型の荷重分布・変位の測定を行った。

射出成形は業界標準を目指す薄肉バーフロー成形のL/T（流動長/厚み）試験について、引き続き実験とりまとめを継続し、あわせて平成15年度では金型が開き、ばりが出ることで圧力損失が起きるという問題があったので、これについて金型の改良を行った。昨年度はCAEを用いた設計検討を行ったが、それに基づき更に型構造を変更した金型を製作し実験に着手した。

切削については、切削に関する適正工具材種や切刃形状等に関する知識をまとめた「ワンポイント情報」を80件追加して129件とし、加工条件データシートと関連付けて公開して加工条件データシートの内容を理解しやす

いようにした。また、ユーザーがよく遭遇する問題を高度技術者に対する技術相談の形式でまとめた Q&A 事例を40件追加して、80件とした。Q&A 事例には、探しているデータがデータベースに無いときに、類似のデータから必要な情報を読み取るためのデータ活用方法等を加え、加工技術データベースが有効に活用できるようにした。他の加工分野と共通して使えるようにして作成したトラブルシューティング集積ツールを利用して、旋削加工において遭遇する主なトラブルの見極め方法と対策を分類整理した。

研削については、トラブル対策、事例、加工条件(実験データ)、作業標準、基礎編に変更する予定でデータ蓄積を進めている。基礎編(研削入門)用に円筒トラバース研削に関する情報を17ページ(68図)、法令を11件 html 化し、掲載準備を進めた。実験データの整理において加工条件は切り屑厚さに収斂するので、切り屑厚さに対する研削比と研削抵抗で整理してそれを汎用データとすることとした。作業標準は様々な砥石で加工するときの初期条件を示すということとした。

研磨加工分野では高精度化に関連した基本的技術事項として、研磨面の「端だれ」と「反り」を取り上げ、DB 化し、「形状精度」の項目に追加した。鏡面仕上げ評価で唯一、定量的な取り扱いが可能な「表面粗さどうねり」を DB 化し、2001年改訂の JIS 規格、測定装置と測定原理・方法などについて記載した。研磨におけるトラブルを分類、整理、解決方法を示すとともに、工学的な説明を付加し、データベースで表示可能な状態にした。電解砥粒研磨に関し、窒化チタン蒸着面、ニッケルめっき面の研磨実験を行い、加工データを拡充した。

レーザ切断では、技術情報の収集に関して、アルミニウム合金の切断実験データを収集した。合計300の試験を行い、全ての切断面の面あらし、テーパ、切断幅を測定した。ユーザーが、切断品質を改善したい場合や加工時に問題が生じた場合、解決に至るために調整すべき条件パラメータや具体策を容易に見つけることができる機能として、トラブルシューティング機能を構築した。また、データベースの有用性の検証として、レーザ加工企業現場においてデータベースの利用により加工初心者の試作時間が短縮するかどうかを検証した。その結果、試行回数および試行時間に短縮効果が見られ、データベースの実業務での有効性が確認された。

レーザ溶接では、アンダーカットについての欠陥改善事例を収集した。また、突合せ(重ね)継手の隙間の制御に関する実験を行い、良好な溶接の場合と粗悪な溶接の場合の2例を4組作成し、継手強度を比較した改善事例を作成した。「ハイブリッド溶接に関する加工条件データ」として、YAG レーザと TIG とのハイブリッド溶接装置を開発し、溶込み深さやギャップ限界、溶接速度の変化を調べた。また、レーザ加工企業の現場において加工初心者が良好な溶接条件を見出すまでの試行回数や時

間データベースの利用により短縮するかどうかを検証した。その結果、データベースを利用することにより試行回数および試行時間に大幅な短縮効果が見られ、実業務に有効であることが確認された。

アーク溶接では、ステンレス、チタン材、クラッド材、肉盛り溶接について作業標準を作成するとともに、加工条件データ、加工事例データについても溶接実験データを収集し、健全な溶接施工に役立つデータのとりまとめを行った。作業標準は、クラッド鋼2種類(被覆アーク溶接、フラックスコアード溶接)、および肉盛り溶接2種類(被覆アーク溶接、フラックスコアード溶接)を公開した。チタン材については、作業標準の作成および加工事例の作成を進め公開に向けた準備を行った。

めっき分野では、既に開発済みのデータベースソフトウェアに対して、めっき法、評価法、めっき材料に関する技術情報のデータ収集およびデジタル化を進めてデータベースの充実を図った。皮膜構造事例データの収集および加工条件・加工事例データベースの構築を行なった。また、めっき欠陥別加工事例データベースの構築を行い、50以上の欠陥画像データを登録した。さらに、中・上級者向けめっき関連情報の WeB ページを20ページ作成した。

物理・化学蒸着(PVD・CVD)分野では、加工事例・知識データ収集および加工技術データベースの構築を行った。WG の運営および中小企業調査(2)公的機関の支援体制を構築した。また、初級編、上級編など昨年度開発した項目について技術情報を追加登録した。

溶射では、既に開発済みのデータベースソフトウェアに対して、溶射法、評価法、溶射材料に関する技術情報のデータ収集およびデジタル化を進めてデータベースの充実を図った。また、皮膜構造加工事例データベースの構築と皮膜構造データの登録を20件おこなった。皮膜トラブル内容とその要因提示機能をもったトラブル対策ソフトウェアの開発を行った。

熱処理では、特に、熱処理に関する基礎的な情報を「熱処理概論」「熱処理基礎」としてまとめた。方案、欠陥対策などに関する熱処理条件についての事例を収集し、加工事例データとしてまとめた。(80件)

簡単な操作でトラブルシューティングデータの入力とブラウザ上での表示ができるトラブルシューティング情報集積閲覧ツールを開発した。データ入力は Excel 上で所定のワークシートに記入するだけで行え、そのデータから XML 形式のデータファイルを容易に作成でき、作成したデータファイルは一般のウェブブラウザにて閲覧可能で、ネットを経由して配信することもできる。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】データベース、加工、検索技術、技能の技術化

〔テーマ題目2〕「設計・製造支援アプリケーションの  
ためのプラットフォームの研究開発」中  
小企業庁・NEDO 受託研究

〔研究代表者〕澤田 浩之（システム技術チーム長）

〔研究担当者〕徳永 仁史、古川 慈之、大谷 成子、  
富澤 拓志、岡野 豊明

〔研究内容〕

以下の3項目について研究開発を実施した。

(1) ソフトウェア部品群の開発

前年度開発した GUI 基本機能、表示基本機能、図形検証機能のライブラリの充実を図り、実証プログラムに必要なコンポーネント群を開発した。さらに、それに関連してプラットフォーム基幹機能の改善を進めた。

GUI 基本機能コンポーネントとして、図形描画を行うために使う図面編集コンポーネントのほか、タブやスクロールパネルなどのコンポーネントを新規に開発した。また、テーブルツリーなど、前年度以前に開発されたコンポーネントについても、機能追加を行った。

3次元 CAD データ品質確認機能（MZ Checker）について企業によるユーザ評価を実施した。特に H16 年度は、大容量 CAD データを用いることによって実用上の問題点を明らかにした。その評価結果に基づき、図形検証機能を実装したコンポーネントの機能改良を行った。また、3次元図形処理を行うためのコンポーネント群を試作した。

実証プログラムに必要なコンポーネント群としては、企業ですでに蓄積されているデータを活用するため、様々なデータベースと連携動作を行うためのデータベースアクセスコンポーネントを作成した。さらに、データベースから取得したデータをプラットフォームアプリケーションで活用するための分類テーブル作成コンポーネント、データ操作を行うための変数コンポーネント群を作成した。また、バーコードによる製品管理を実施したいとする企業からの要望に応えるため、帳票コンポーネントを機能拡張してバーコード印刷機能を実装するとともに、バーコード変換コンポーネントを新たに開発した。

プラットフォーム基幹機能では、プラットフォーム基幹機能のうち、特にアプリケーションビルダーの操作性とアプリケーション構造の可読性を向上させるため、メニュー構成を変更した他、コメント記述機能、コンポーネント概要表示機能、マルチウィンドウ機能、コンポーネントのコピー&ペースト機能の開発を行った。

(2) 基幹情報の共有、有効活用のための機能の開発

「製品データ管理機能」について機能開発と評価を実施した。「設計変更通知機能」について機能を絞り込み、基本・詳細設計、開発用ソフトウェアを用いた

プログラム開発を実施した。製品データ管理機能について、内示および受注から出荷に至る広い範囲での製品データ管理を想定した生産管理アプリケーションの開発と評価を実施した。設計変更通知機能について、ネットワークを介して接続された複数のプラットフォーム間で行う通信形態として、コンポーネント連携とデータベース連携の2種類の方法を検討した。その結果、以下のことが判明した。

- ・コンポーネント連携を用いた場合、レジストリサーバとブローカを安定して運用することが困難であること。特にブローカは通信障害に対して脆弱であり、何らかの理由で一度通信が途切れると、再起動する必要がある、それが実用上大きな問題となること。
- ・コンポーネント連携は通信にかかる負荷が大きく、十分な応答速度を得ることが困難であること。設計データの変更情報は、必ずしも常にリアルタイムで取得する必要はなく、プラットフォーム上のアプリケーションを起動したとき、あるいは、最新情報を参照する必要が生じた時点で取得できれば実用上大きな問題とはならないこと

(3) 企業における評価

工程情報管理システムと技術情報活用支援システムを開発し、それぞれ長野県岡谷市と大阪府東大阪市の企業で評価を開始した。

長野県岡谷市の企業組合による、「共同 WEB 受注および企業間生産管理システムの構築」事業において、工程情報システムを開発し、その評価を開始した。この事業の目的は、受注キャパシティの拡大と顧客要望に対する短納期生産対応を図ること、そして、生産管理業務の IT 化により業務の効率化とリードタイム削減を図ることである。

今年度実施した評価により、以下のことが確認された。

- ・データベース連携によるプラットフォーム間の情報共有が、実用上、可能であること。
- ・プラットフォームを利用して開発したアプリケーションに対して、エンドユーザである企業が改良や機能追加を行うことが可能であること。

一方、蓄積されるデータ量が大きくなるとアプリケーションの応答速度が低下することも確認されている。これについては、プラットフォームの基本性能およびアプリケーション設計の妥当性の2つの観点から、検討を進めている。

平成15年度に開発した技術情報活用支援システムを、実際に企業内で導入し、その機能と効果を検証した。技術情報活用支援システムとは、企業に蓄積されたデータから必要なものを検索し、図面情報を含む製品・製造データを提示するシステムである。導入した企業は東大阪市の精密機械加工企業で、加工情報の蓄積・活用支援システムとして導入した。

導入に伴う開発作業で得られた結果をまとめると次のようになる。

- ・システム開発が短期間で実現された。
- ・システムの本質的な設計作業に多くの時間を割り当てられた。
- ・企業内の入力担当者も参加した開発が実現された  
実務への適用という観点からは、システムの機能に対して次のような評価となった。
- ・情報の閲覧と検索機能は十分である。
- ・さまざまな形式の情報を統一的に扱えるところが良い。
- ・印刷時のレイアウト修正機能の拡充があるとさらに良い。
- ・図面編集機能用の図形を外部の CAD システムからインポートできると良い。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 コンポーネント技術、Java、CAD/CAM/PDM

## ⑫【超臨界流体研究センター】

(Supercritical Fluid Research Center)

(存続期間：2001. 4. ～2005. 3)

研究センター長：新井 邦夫

副研究センター長：生島 豊

総括研究員：生島 豊

所在地：東北センター

人員：16 (13) 名

経費：320,960千円 (222,804千円)

概要：

超臨界流体研究センター

### 1. 研究目標

超臨界流体反応場を利用した環境調和型有機合成プロセスの開発を目的とした研究を実施し、化学工業の発展に資する。すなわち、超臨界水と超臨界二酸化炭素を反応溶媒として利用するだけでなく、反応基質、触媒として全く新たな有機合成の可能性を追求すると共に、高温高圧制御技術の発展を通して、分光学的な測定法を駆使して反応性の発現機構の解明を行い、基礎と応用の有機的な連携のもとで成果を効果的に発展させる。超臨界二酸化炭素有機合成研究は競争的研究課題であり、一方超臨界水有機合成反応は当研究センターの独断的課題であり、両者とも先端的な成果を出している。

第一期中期計画の目標は次のとおりである。

- ・超臨界水反応場を利用したプロトン利用有機合成法を確立する。
- ・超臨界二酸化炭素を反応媒体及び基質とするウレタン、エステル化合物等の合成技術を開発する。

## 2. 研究計画

### (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成プロセスの開発

- ① 超臨界水を利用した有機合成反応の構築  
酸あるいは塩基触媒を必要とする工業的に重要な不均化反応、Diels-Alder 反応などの超臨界水合成技術について検討する。
- ② 超臨界水の in-situ (その場) 測定技術の開発  
超臨界水に適用可能な流通式高感度反応システムの開発を行う。
- ③ 高温・高圧反応制御システムの開発  
前年度に確立した超臨界水反応システム (500℃・150MPa) に引き続き、さらに超高温高圧下 (600℃・300MPa) で操作可能な連続反応システムを設計・試作する。本開発では、反応器や熱交換器にマイクロリアクター/マイクロ熱交換器のコンセプトを積極的に取り入れ、具体的な構造から製作方法 (例えば接合方法、集合方法...) やナンバリングアップ方法まで種々検討を行い、汎用的な高温高圧マイクロリアクターを合わせて確立する。

### (2) 超臨界二酸化炭素反応場を利用した有機合成プロセスの開発

- ① 超臨界二酸化炭素を利用した有機合成反応の構築  
超臨界二酸化炭素を基質とするカーボネート化合物等の合成や選択的アルコール合成反応を検討すると共に、触媒設計手法の研究に着手する。
- ② 超臨界二酸化炭素の in-situ 測定技術の開発  
in-situ 測定技術による溶媒特性や反応ダイナミクスについて検討する。

## 3. 研究の内容・成果

### (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成プロセスの開発

- ① 超臨界水反応場を用いた有機合成反応の構築  
通常、2段階で10.5時間、総括収率66%のシトラー合成反応を375℃、40MPa、10.5sec の超臨界水中で0.2mol%の微量塩化リチウムを添加することで1段階に集約し、シトラーを95%で収率を得られることが示唆された。さらに、この超臨界水シトラー合成プロセスに超臨界 CO<sub>2</sub> による選択的水素化を組み合わせることで、ゲラニオールを選択的に合成するハイブリッドプロセスを提唱した。
- ② 超臨界水の in-situ 測定技術の開発  
高温高圧過渡吸収測定装置を用いて反応中間体エキシプレックス周辺の局所密度の380℃から410℃における温度と圧力依存性を測定した。その結果、反応中間体の持つ極性のため水分子と強く相互作用し、臨界温度近傍で局所密度の増大が観測されることがわかった。この局所密度増大は温度の増加とともに解消されるが410℃において

も、380℃の半分程度の局所密度増大が観測されることを明らかにした。

### ③ 高温・高圧制御システムの開発

600℃・300MPa で操作可能な連続式超臨界水反応システムのプロトタイプを設計・試作した。同システムは、高圧供給として油圧インテンシファイヤ、昇温には直接通電加熱方式のマイクロ熱交換器、減圧には高圧フィルタリング及びキャピラリー減圧等々様々な新規技術を組み込んで構築した。反応部等の高温高圧部に使用したニッケル合金製の超肉厚細管（外径／内径比が6）も世界で初めて試作した。

また、高温高圧下で使用可能な新規なマイクロリアクター構造として、多方継手を用いた高圧細管群による高温高圧マイクロ装置（直接通電加熱方式）を製作し、基本性能（伝熱特性、流動特性等）を検討した。その結果、極めて大きな伝熱速度の達成を確認し、間接加熱において急速昇温が可能であることを実証した。

## (2) 超臨界二酸化炭素反応場を利用した有機合成プロセスの開発

### ① 超臨界二酸化炭素反応場を利用した有機合成反応の構築

医薬農薬中間体であるテトラヒドロナフトールやテトラロン合成を目的として超臨界二酸化炭素溶媒と担持金属触媒による多相系反応システムを利用して1-ナフトールの水素化反応について検討した。超臨界二酸化炭素溶媒中での低温水素化活性には活性炭に担持したロジウム金属が有効な触媒であることを明らかにした。部分核水素化体（1-テトラヒドロナフトール及び1-テトラロン）への選択性が>90%と非常に高いことを明らかにした。活性についてはロジウム触媒には劣るが、活性炭に担持したパラジウム金属触媒は1-テトラロンへの選択性においては有効であり、収率90%（反応温度383K）で1-ナフトールから1-テトラロンを合成することができた。

超臨界二酸化炭素反応場を用いた系として、イオン液体とのハイブリッド反応場による高効率二酸化炭素固定化技術、即ちプロピレンイミンと二酸化炭素を用いた環状ウレタン合成を検討した。結果、 $E_T(30)$  値が小さいアルキルアンモニウム塩系イオン性液体の利用を試みたところ、テトラオクチルアンモニウム塩イオン性液体を用いた場合に、収率98%選択率100%となり、TOF 値にして、従来の有機溶媒を用いる方法に比べ254倍、超臨界二酸化炭素中のみを用いる方法に比べ116倍であることが分かった。

### ② 超臨界二酸化炭素の in-situ 測定技術の開発

超臨界二酸化炭素中における多相系触媒反応シ

ステムの特性を調べることを目的として、イオン液体に加えてポーラス材料を対象とした、in-situ 測定技術の開発研究を行った。シリカやアルミナなどからなる反磁性のポーラス材料では、高圧 NMR 法によりバルク状態の流体とポア内の流体の信号を区別できることが分り、ポア内の流体密度を定量的かつ簡便に決定する新たな分析方法を提案した。それによると、ポア内の流体密度はバルク密度とは顕著に異なり、特に低圧ではその傾向が大きく、臨界点近傍で特徴的な振る舞いを示し、高圧ではバルク密度に近づくことが解明された。

経産省 エネルギー使用合理化技術開発委託費

大項目名：ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

中項目：超臨界流体利用環境負荷低減技術

小項目：超臨界流体による特異的有機合成技術の研究

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金

「超高速化学合成プロセス創製に向けた超臨界流体制御技術の開発」

地域新生コンソーシアム研究開発事業

「超臨界 CO<sub>2</sub>を溶媒とした新規ドライクリーニングの実用装置の開発」

発表：誌上発表51件、口頭発表91件、その他5件

## 有機反応チーム

(Organic Synthesis team)

研究チーム長：白井 誠之

(東北センター)

概要：

環境への負荷を極力低減し、有機物質を効率的に合成・製造する手法を創出するために、従来の有害な有機溶媒の代替として、超臨界水と超臨界二酸化炭素を反応場として活用する新しい環境調和型有機合成法を確立することを目的とする。今年度は以下の研究を行う。

酸または塩基を必要とする工業的に重要であるラクタム等の有機化合物の超臨界水を用いた合成法を実施する。また、Heck 反応などの炭素間カップリング反応について無触媒下で行い、その反応性を検討し従来との比較を行う。

また、超臨界二酸化炭素を反応溶媒として用いる有機合成反応を検討し、固体触媒の活性、選択性、耐久性の向上を目指す。工業的に重要な不飽和化合物の選択的水素化反応（例えば芳香環水素化反応）を検討する。また、イオン性液体と超臨界二酸化炭素を使った新しい反応系について検討する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

### 流体特性説明チーム

(Fluid Property team)

研究チーム長：倉田 良明

(東北センター)

概要：

超臨界流体プロセスの実用化の達成には、超臨界流体の溶媒特性、反応ダイナミクス等のミクロな視点からの基礎データが重要である。そのためには、高温・高圧 in-situ 測定システム技術の利用が必要不可欠である。特に実用的な観点から、超臨界水では有機化合物やその反応中間体と溶媒である水との相互作用や溶媒和構造などに関する知見が、超臨界二酸化炭素では多相系触媒反応システムにおける特性説明が重要である。そこで、平成17年度は以下の課題を採り上げ、超臨界流体プロセス技術の実用化に向けて基礎盤技術の充実を図る。

超臨界二酸化炭素中における多相系触媒反応システムの特性説明を目的として、ナノポーラス材料中およびイオン液体中における流体の挙動について検討する。ナノポーラス材料を対象とした研究では、細孔内での流体の密度がバルク流体とどの程度異なるか定量的に決定する方法を確立し、その圧力依存性について調べる。また、イオン液体を対象とした研究では、二酸化炭素の加圧、溶解がイオン液体中の輸送現象に及ぼす影響を異なる温度で調べ、その温度効果について明らかとする。

超臨界水中の短寿命種周辺の局所構造に関する研究では、前年度の高温高圧過渡吸収測定装置を用いた380℃という単一温度における反応中間体の局所密度の圧力依存性の研究に引き続き、本年度は反応中間体エキシプレックス周辺の局所密度の380℃から410℃における温度依存性を測定し、局所密度の解消の様子や、溶媒和する分子数などを明らかにする。

F-ペンタノールを助溶剤と用いることにより新たな超臨界 CO<sub>2</sub>/AOT マイクロエマルジョン系の構築に成功した。本マイクロエマルジョンを用いて Ag<sub>2</sub>S の高結晶性、高分散性ナノ粒子の合成を行ない、UV/Vi により量子ドット効果を確認した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

### 材料合成チーム

(Material Synthesis team)

研究チーム長：林 拓道

(東北センター)

概要：

環境負荷低減の観点から有機合成プロセス技術の開発が求められており、特に超臨界二酸化炭素利用有機合成では研究加速のための新規触媒の開発が必用であ

る。本チームはその触媒開発を行うとともに、超臨界水反応場の特異な性質を利用したナノ無機材料合成における粒子生成機構について研究する。

超臨界二酸化炭素を反応場とする有機合成反応に利用できる固体触媒の開発を目的に、水熱合成を検討し、合成条件と生成物の表面特性及び触媒活性との関係を明らかにする。また、超臨界水反応場を利用した無機微粒子の合成における反応条件と生成微粒子の結晶粒径など諸特性との関係を化学工学的に説明するとともに、流通式超臨界水熱合成システムの装置特性の解析及び微粒子回収法などの開発を行う。

一方、超臨界水環境下では反応装置材料の腐食が懸念されることから、反応装置材料の選定方法の確立について検討する。環境因子と材料因子を整理し、文献データと合わせて、超臨界水環境下での材料腐食データベースの構築を試みる。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

### プロセスチーム

(Supercritical Fluid Process team)

研究チーム長：鈴木 明

(東北センター)

概要：

超臨界流体プロセス技術の実用化の促進には、超臨界流体中での高速反応と高選択性を同時に制御できる反応装置を開発して、高圧装置の小型化、低コスト化等を図り、実験技術と実用技術の一体化を図ることが非常に重要な課題となる。また、超臨界流体の特性を最大限に引き出すには、昇温・冷却、昇圧・減圧、分離・混合等の単位操作の最適化とともに、その密度変化が最大限利用可能な高圧場の実現が重要と考えられる。それに対し、既存の超臨界水利用装置の最大圧力は50MPa 前後が限度であり、既存技術では困難とされる高温・高圧領域を制御する独自の装置開発が望まれる。このような観点から、600℃・300MPa で使用可能な超臨界水反応システムの設計・試作をマイクロリアクターの概念を組み込んで行い、本システムに対するモデル反応の探索と優位性の検証を合わせて実施する。さらに、超臨界流体利用装置の流動特性・伝熱特性等に関する数値解析やプロセスシミュレータによる超臨界流体プロセスの最適化・F/S 評価などを行い、超臨界流体プロセスの早期の実現を支援する。

研究テーマ：テーマ題目1

-----  
[テーマ題目1] 超臨界流体による特異な有機合成技術の研究(経済産業省委託費)

[研究代表者] 新井 邦夫(超臨界流体研究センター)

[研究担当者] 生島 豊、白井 誠之、鈴木 明、林 拓道、畑田 清隆、倉田 良明、佐々木 皇美、増田 善雄、

佐藤 修、川波 肇、金久保 光央、  
相澤 崇史、伯田 幸也  
(職員13名、他 名)

## 〔研究内容〕

### 1. 目標

化学プロセスにおいては、環境負荷低減、省エネルギー、省資源を実現するための新技術が求められている。高温・高圧の状態にある流体の一種である超臨界二酸化炭素や超臨界水等のいわゆる超臨界流体は、従来から使用されてきた有害な有機溶媒の代替としてばかりではなく、特異な機能を持つ媒体として注目されている。本研究では、超臨界流体を用いた環境調和型の有機合成反応プロセスの基本技術開発を加速させるために超臨界流体の溶媒特性や反応ダイナミクスの解明を目的とする。

### 2. 研究計画

高温・高圧の状態にある流体の一種である超臨界水、二酸化炭素等を反応場とする、環境調和型の反応・プロセス技術を開発する。同時に、これらの技術開発を支援するために、in-situ 測定技術等を用いて超臨界流体の溶媒特性や反応ダイナミクスを解明する。このような観点から、以下の研究を実施する。

- (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成技術の研究開発、
- (2) 超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成技術の研究開発、
- (3) 流体特性の解明研究

### 3. 平成16年度進捗状況

- (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成技術の研究開発  
通常、2段階で10.5時間、総括収率66%のシト랄合成反応を375℃、40MPa、10.5secの超臨界水中で0.2mol%の微量塩化リチウムを添加することで1段階に集約し、シト랄を95%で収率を得られることが示唆された。さらに、この超臨界水シト랄合成プロセスに超臨界CO<sub>2</sub>による選択的水素化を組み合わせることで、ゲラニオールを選択的に合成するハイブリッドプロセスを提唱した。

- (2) 超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成技術の研究開発

超臨界二酸化炭素と固体触媒による多段階反応で知られるロビンソン反応を圧力と温度を制御することで、One-pot で合成することを検討した。MgO触媒の存在下、温度一定のもと、二酸化炭素を用いて圧力依存性について検討したが、100℃、10MPaの条件で行なったところ、第一段階のみ最大収率78%・選択率92%で得られてきたが第二段階目の反応はわずか2%しか得られなかった。同様に180℃、20MPa 検討したところ、目的物が最大収率57%で得られてきたが、副反応が起こり、選択率64%で限界であることが分かった。そこで、2段階（多段階）に圧力・温度を変化させる検討を行なったとこ

ろ、目的物が95%で得られた。また、触媒は、再使用できることも分かった。従来の有機溶媒中での合成方法を用いた場合は、20時間もの時間が掛かっていたが、超臨界二酸化炭素を利用し、多段階に圧力・温度を調整することで、4時間まで反応時間を短縮することができた。

- (3) 流体特性の解明研究

イオン液体に二酸化炭素を加圧、溶解すると、イオン液体溶液の電気伝導度は顕著に増大し、輸送現象は大幅に改善される。その効果を異なる温度で調べたところ、低温ほど大きく、高温になるほど緩やかとなることが明らかとされた。また、イオン液体にさらに二酸化炭素を加圧しても電気伝導度はあまり変化しないことが確認された。これは、二酸化炭素の飽和によるもので、その変極点は低温ほど低圧側にシフトし、二酸化炭素の密度-圧力曲線のそれと類似することが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超臨界水、超臨界二酸化炭素、有機合成、触媒、流体特性

〔テーマ題目2〕 超高速化学合成プロセス創製に向けた超臨界流体制御技術の開発（NEDO 産業技術研究助成事業費助成金）

〔研究代表者〕 相澤 崇史

〔研究担当者〕 金久保光央、川波 肇、松嶋景一郎  
(北海道立工業試験場)、増田 善雄、佐藤 修

## 〔研究内容〕

自然界に大量に存在する水や二酸化炭素を超臨界状態として機能化して利用するプロセスは、環境調和型プロセスとして注目を集めている。特に高温・高圧条件（400℃、40Mpa）の超臨界水は、無触媒かつ秒オーダーの反応時間でカプロラクタムの合成が達成されるなど有望な結果が得られている。しかし、高温反応のため副反応を抑えられず、プラント化の障害となっており、革新的生産プロセス実現のためには、目的物を選択的に合成するための精密に制御された反応場を提供が必要である。そこで、本研究課題では、超臨界流体場の基質導入・混合状態を把握し、反応器の最適化及びコンパクト化を行う。即ち、反応場可視化観測システムを開発し、世界初の超臨界水の反応混合部の直接観測を行い、流れ・伝熱のメカニズムを解明し制御法の確立を図る。さらに、それらの知見を用いて設計・開発された流通式反応器を用いて、有望な反応の探索と条件の最適化を行い、既存プロセスを凌駕する生産性を達成する反応の提案を行う。これにより、脱有機溶媒の環境調和型、酸触媒を不要とした省資源型、大きな反応装置を必要としないエネルギー最小型の次世代化学合成プロセスの提案を図る。

平成16年度は、流通式反応場観測装置を用いた超臨界水と常温水の T 字混合部の観測を行い、内径2mm という管の中においても CFD 計算に重力を考慮した計算を行わないと正しい解析が行えないことを明らかにした。反応探索では、天然物由来の化合物（アルギン酸）の加水分解反応にターゲットを移し検討を行い、超臨界水処理では、アルギン酸自身が効率よく加水分解され、グルコシド結合ばかりでなく、ヘキソース環も分解してしまうことがわかった。しかし、低圧低温の亜臨界水条件で行うことで、グルコシド結合を選択的に分解できることを突き止めた。さらに、急速昇温反応装置の製作を行うと同時に、昨年度試作したマイクロ波急速加熱装置を用いて、Heck 反応をモデルとしたマイクロ波加熱効果の検証実験を行った。その結果、反応の転化率は通常加熱の場合と比較して短時間でも急速に増加し、約2倍近くも反応が進むことを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超臨界流体、反応場観測、反応場制御

### ⑬【界面ナノアーキテクトニクス研究センター】

(Nanoarchitectonics Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：清水 敏美

副研究センター長：名川 吉信

所在地：つくば中央第5、つくば中央第4

人員：21 (19) 名

経費：190,706千円 (160,099千円)

#### 概要：

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

具体的には、我々がすでに当該分野で独創的な研究ポテンシャルを有する (1) 有機ナノチューブや分子ワイヤーなどの高い軸比を有するナノ構造材料、(2) クラスタ固体やナノ微粒子などの高密度な界面を有するナノ構造材料、および (3) 分子スイッチや分子モーターなどの高度に組織化されたマシンナノ構造材料に関する創製技術を開発することである。さらに、これら特徴的なナノ構造材料群を数センチ四方の基板上に

階層的により高次に組織化、高密度化、配列化することにより、分子認識、情報・エネルギー変換、運動機能などが機能集積した1~100nm の空間解像度をもつ機能集積素子を開発する。機能集積素子開発に当たっては、広報部との協力連携により、民間との共同研究や外部 TLO を積極的に活用する。

中期計画としては、原子・分子を構成単位としてボトムアップ型で構築される、(1) 有機ナノチューブや分子ワイヤーなどの高い軸比を有するナノ構造材料、(2) クラスタやナノ微粒子などの高密度界面を有するナノ構造材料、および (3) 分子スイッチや分子モーターなどの高組織化マシン機能を発現するナノ構造材料を創成し、さらにこれらを基板上に高度に組織化、高密度化、配列化すること、界面上での超高感度・超高解像度解析計測手法を確立し、ナノ構造材料への適用を図ることを目指している。以上により、有用生体高分子の分離機能、高感度センシング機能、情報変換機能のマイクロチップ上での発現を目指している。

特に、本研究センターでは、東京大学大学院新領域創成科学研究科と強く連携しながら、原子・分子という極微な単位を「部品」に用いたボトムアップ型ナノテクノロジーの研究開発を推進しているのが特徴である。さらに、本研究センターが有する特徴あるコンセプトは、常温、大気圧といった温和な条件下で、必要な微細資源を必要な時に必要な量だけ製造、配置できるオンデマンドなナノ構造形成やナノシステム形成づくりである。最終的には、1~100nm の空間解像度をもつナノスペース材料、一次元ナノワイヤー、超高感度センサー、超高性能光電極、分子スケールデバイスなどを開発することを目指している。さらには、界面で起こる特異的な新現象や単一分子などを対象とした超高感度、超高解像度の計測・分析手法の開発も連携して並行的に行っている。以下に、各研究チームの概要を示す。

高軸比ナノ構造組織化チーム (HARN チーム) では、集合様式のプログラムを書き込まれたある分子は水や有機溶媒中で自発的に集合してナノメートルサイズのチューブ、リボン、ロッド、テープ構造などの高軸比ナノ構造 (High-Axial-Ratio Nanostructure: HARN) を形成する。このボトムアップ型手法は、これまでの半導体工業を支えてきたトップダウン型微細加工技術に比較して、最小のエネルギーで、最大の正確性をもって容易に複雑な三次元ナノ構造をつくるのが大きな特徴である。当研究チームでは、これらの構造体が室温、大気圧という穏和な条件下で10~100nm の解像度をもつナノ空間、ナノ構造、ナノ物性を与えることを利用した研究を推進している。具体的には、脂質ナノチューブや分子ナノファイバーなどを部品として、さらに高次な組織へ配列化することにより極微小な流路、極微小な反応容器、極微小な機能

素子づくりに取り組んでいる。また、極微小な領域で挙動する単一分子などを対象とした超高感度、超高解像度の計測・分析手法の開発も連携して行っている。

高密度界面ナノ構造チーム（HIAN チーム）では、クラスターやナノ微粒子の表面や界面の状態を制御し、これらを集めて機能的に配列させることにより、高密度界面ナノ構造（High Interface Area Nanostructure：HIAN）を組み上げて、ナノチップとして応用することを目指している。サイズが精密に制御されたナノ粒子・クラスター・ナノポアといったナノ部品の調製技術、高密度に存在する界面の特性を利用した新しいエネルギー変換や情報変換の機能特性、高密度界面ナノ構造を基板として利用したナノチップ創製技術などの研究に取り組んでいる。

高組織化マシンナノ構造チーム（HOMN チーム）では、ボトムアップ型ナノテクノロジーにより分子スケールデバイスを構築するためには、刺激応答性や刺激に対する可逆性に優れた機能性分子の設計・合成を行うとともに、得られた機能性分子の配向・配列を制御しながら基板上あるいは電極表面へ固定化する技術が必要である。また基板上あるいは電極表面上での機能発現の確認も重要な研究課題である。当研究チームでは、外部刺激に対して構造や物性が大きく変化するゲート付ワイヤー分子、 dendrimer、金属錯体、ロタキサン等の設計・合成を行うとともに、分子レベルでの運動及び物性の制御と単一分子としての機能発現を目的に、基板上あるいは電極表面に一定間隔で固定化するための技術開発を進めている。規則的に固定化された機能性分子の刺激応答性を情報として取り出すことにより、分子センサー等分子スケールデバイスの構築を目指している。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金

「液相レーザーアブレーション法によるフラットパネルディスプレイ用酸化物極微小ナノ粒子およびナノコンポジットの低コスト製造技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「固体高分子形燃料電池システム技術開発事業固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業触媒電極反応機構解明のための研究開発」

文部科学省科学研究費補助金

「直径10ミクロン以下のマイクロプラズマジェットによる常温常圧基板微細加工技術」

文部科学省科学研究費補助金

「レーザープロセスを用いたゼオライト合成」

文部科学省科学研究費補助金

「超高感度・超解像振動分光法の確立とナノ構造体／溶液界面への適用」

文部科学省科学研究費補助金

「結晶性ボロンナノワイヤーの創製と物性評価」

独立行政法人科学技術振興機構受託

「有機・無機ナノチューブの形態・構造制御と超高感度振動分光法による解析」

独立行政法人科学技術振興機構受託

「ゼオライトを用いた高集積秩序構造体の創製と電子物性制御」

発表：誌上发表65件、口頭発表269件、その他16件

高軸比ナノ構造組織化チーム

(High-Axial-Ratio Nanostructure Fabrication Team)

研究チーム長：清水 敏美

(つくば中央第5・第4)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目1

高密度界面ナノ構造チーム

(High Interface Area Nanostructure Team)

研究チーム長：越崎 直人

(つくば中央第5)

概要：

クラスターやナノ微粒子の表面や界面の状態を制御し、これらを集めて機能的に配列させることにより、

高密度界面ナノ構造 (High Interface Area Nanostructure: **HIAN**) を組み上げて、ナノチップとして応用することを目指している。サイズが精密に制御されたナノ粒子・クラスター・ナノポアといったナノ部品の調製技術、高密度に存在する界面の特性を利用した新しいエネルギー変換や情報変換の機能特性、高密度界面ナノ構造を基板として利用したナノチップ創製技術などの研究に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 高組織化マシンナノ構造チーム

(Highly Organized Machine Nanostructure Team)

研究チーム長：金里 雅敏

(つくば中央第4)

概要：

ボトムアップ型ナノテクノロジーにより分子スケールデバイスを構築するためには、刺激応答性や刺激に対する可逆性に優れた機能性分子の設計・合成を行うとともに、得られた機能性分子の配向・配列を制御しながら基板上あるいは電極表面へ固定化する技術が必要である。また基板上あるいは電極表面上での機能発現の確認も重要な研究課題である。当研究チームでは、外部刺激に対して構造や物性が大きく変化するゲート付ワイヤー分子、デンドリマー、金属錯体、ロタキサン等の設計・合成を行うとともに、分子レベルでの運動及び物性の制御と単一分子としての機能発現を目的に、基板上あるいは電極表面に一定間隔で固定化するための技術開発を進めている。規則的に固定化された機能性分子の刺激応答性を情報として取り出すことにより、分子センサー等分子スケールデバイスの構築を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 3

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

【研究代表者】清水 敏美 (界面ナノアーキテクニクス研究センター高軸比ナノ構造組織チーム)

【研究担当者】清水 敏美、二又 政之、南川 博之、松田 直樹、浅川 真澄、増田 光俊、小木曾 真樹、青柳 将

#### 【研究内容】

情報通信、化学、材料等の革新的・基盤的技術開発として、ナノメートルオーダーのサイズにおいて機能を発現する原子・分子集合体を創製する。具体的には、自己集積性分子の高効率精密合成により、10-100nm 幅、軸比が100以上の有機ナノチューブ、ナノワイヤ等の材料創製と基板上への固定化技術を構築する。さらに、未知の中空シリンダー空間での包接、分離、放出などの機能発現を目指し、ガス吸蔵材料、DNA 分離用チャンネルな

どのナノスペース材料の実現に資することを目指す。今年度は、第一期の最終年度として、(1)ナノチューブ類の4nm 以内の精度での内径や膜厚制御を達成すること。(2)脂質ナノチューブ中空シリンダーを鋳型とした、独創的な一次元有機-金属ナノコンポジット創製技術により、幅50nm 以内の金属一次元ナノワイヤを構築すること。また、(3)単一分子感度 SERS デバイス化に有用な金属ナノ三角柱アレイ (大きさ・間隔とも約100nm、数mm 角) を形成することを研究目標とした。

その結果、非対称双頭型脂質の分子設計により、脂質ナノチューブの内径を1.5nm 刻みで制御することに世界で初めて成功した。さらに、新規な脂質ナノチューブの鋳型を採用して、シリカナノチューブの膜厚を4nm 以下の精度で制御できる手法を確立した。また、金ナノ粒子が充填された新規な一次元ナノハイブリッド (ナノケーブル) を550~750°Cで燃焼させることにより、幅50nm の金ナノワイヤを調製し、目標を達成した。ナノワイヤの幅制御に関しては今後の課題となった。単一分子感度ラマンデバイス化のための二次元配列構造に関しては、それぞれのナノ構造体表面形状の最適化を進めた。局所電場計算の結果を複合することで、表面の平坦さ・三角柱のエッジのシャープさについて必要な条件を見出した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

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

### 【テーマ題目 2】「高密度界面ナノ構造の開発と機能化技術に関する研究」

【研究代表者】越崎 直人 (界面ナノアーキテクニクス研究センター高密度界面ナノ構造チーム)

【研究担当者】越崎 直人、川口 建二、佐々木 毅、小平 哲也、清水 禎樹、桐原 和大

#### 【研究内容】

液相レーザーアブレーション法により、サイズの揃ったさまざまなナノ粒子の合成が可能であることがわかった。特に白金の場合、2nm以下のナノ粒子が約30%含有し、超遠心分離により平均粒径2nm以下のナノ粒子分散コロイド溶液の生成に成功した。また酸化物に関してはそのサイズや表面欠陥を液中に存在させた界面活性剤により制御できることがわかった。また、液相レーザーアブレーション法により得られた結晶性ナノ微粒子の薄膜を作成する装置のための要素技術を開発した。センサ特性評価に関しては、20nm以下の酸化物ナノ微粒子のポーラスな堆積膜を気相レーザーアブレーション法により調製し、その光応答型ガスセンサ特性が従来知られているものよりも10倍以上高感度で、応答速度もポーラスな構造を維持できる調製条件下で30秒以下であることを示した。さらに、マイクロプラズマ発生技術の利用により、

室温・大気圧・低投入電力条件下で高融点物質ナノ構造体の合成に成功した。特に、ガラスエポキシポリマー基板上にマスクを使用することなくドットやラインのパターンを形成させることでナノ@マイクロ構造の構築に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 マイクロプラズマ、液相レーザーアブレーション

【テーマ題目3】 「高組織化マシンナノ構造の合成と組織化技術に関する研究」

【研究代表者】 金里 雅敏（界面ナノアーキテクト研究センター高組織化マシンナノ構造チーム）

【研究担当者】 金里 雅敏、名川 吉信、田口 和宏、徳久 英雄、小山恵美子、吉川 佳広

【研究内容】

ボトムアップ型ナノテクノロジーによる分子スケールデバイスの構築を目標に、刺激応答性を有する機能性分子を創製して、基板上への導入を図るとともに、基板上における機能評価を行った。具体的には、単一分子状態での機能発現を目的に、 dendritic のサイズ効果を利用して、導電性ワイヤー部位と反応活性部位を併せ持つゲート付ワイヤー分子の基板への固定化を行った。基板上では、固定化した分子が独立して存在しており、 dendritic のサイズに応じたスペースが確保されていることを表面観察により明らかにした。超高感度センサーの開発に関しては、ゲート付ワイヤー分子を末端のチオール基を介して基板上に固定化して、表面分析装置で観察した。その結果、基板上における刺激応答性（ON-OFF）を確認することができた。さらに、独自に開発したゲート付ワイヤー分子、 dendritic、ロタキサン、多核金属錯体等機能性分子の分子スケールデバイスへの展開を図るため、ユニット内、ユニット間の連携や大学との共同研究を推進した。昨年度に特許出願した dendritic 型導電性高分子の分子トランジスタへの応用に関しては、ナノテクノロジー研究部門と共同で研究展開を行い、同じく、ナノテクノロジー研究部門と共同出願した分子検出ナノセンサーの特許に関しては、戦略的特許出願を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ボトムアップ、分子スケールデバイス、機能性分子、ロタキサン、 dendritic、多核金属錯体

#### ⑭【グリッド研究センター】

(Grid Technology Research Center)

(存続期間：2002. 1. 15～終了)

研究センター長：関口 智嗣

副研究センター長：横川 三津夫

研究センター長代理：伊藤 智

総括研究員：長嶋 雲兵

所在地：つくば中央第2

人員：21 (20) 名

経費：845, 826千円 (533, 192千円)

概要：

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

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

内部競争的資金：

分野戦略実現のための予算 AIST グリッド  
標準基盤研究 グリッドにおけるコンピュータ呼出手続き方式

外部資金：

文部科学省 我が国の国際的リーダーシップの確保  
「アジアグリッドイニシアチブ」

文部科学省 総合研究「科学技術計算専用ロジック組込み型シミュレータに関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「量子化学グリッド ASP 実証実験」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 「グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発」

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

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

ティ基盤の構築)

発 表：誌上発表33件、口頭発表72件、その他3件

### ビジネス応用チーム

(Grid Diversification Team)

研究チーム長：伊藤 智

(つくば中央第2)

概 要：

グリッド技術の研究開発が進む中で、ビジネス分野への適用の市場性が認められるようになってきた。本チームでは、グリッド技術のビジネス応用への展開を指向し、グリッド環境の複雑さを隠蔽し、ユーザが安全に、安心して、容易に情報サービスを受けられる仕組みとして、ASP サービスなどビジネス展開に必要な技術開発、ポータル設計・開発を行う。また、社会への技術普及を狙った企業との共同研究や協業を積極的に推進する。

研究テーマ：テーマ目4

### 科学技術応用チーム

(Grid Science Application Team)

研究チーム長：長嶋 雲兵

(つくば中央第2)

概 要：

グリッド技術は、さまざまな大規模シミュレーションと大規模データ処理の融合を可能とする技術である。本チームでは、高速ネットワークで接続されたスーパーコンピュータ、クラスタシステム及びデータベースを連携させて大規模科学技術計算のためのアルゴリズム開発、性能評価モデル構築と解析を行っている。

研究テーマ：テーマ目5

### 科学技術基盤チーム

(e-Science Team)

研究チーム長：横川 三津夫

(つくば中央第2)

概 要：

本チームでは、グリッド上の遠隔手続き呼出し(GridRPC)のライブラリ Ninf-G2、グリッド上のMPIライブラリ GridMPI、グリッドポータル開発ツール Grid PSE Builderなどの基盤ソフトウェアの有効性、実用性を実証するために、グリッド技術を科学技術分野の大規模なアプリケーションに適用し、グリッド技術の実証的研究開発を通して、科学技術基盤の確立を目標とする。このため、所内、国内外の組織と連携して、グリッド技術による問題解決環境を構築するとともに、広域のグリッド環境における大規模アプリケーションを行うためのシステムを開発する。また、グリッド環境の資源の一つとして、3000プロセッサ規

模のPCクラスタシステム「AIST スーパークラスタ(ASC)」の安定運用技術を確立する。AIST グリッドプロジェクトの一貫として、膜たんぱく質構造解析システムの一部にグリッド技術を適用するとともに、量子化学グリッドにおける知識ベースの高度化を図る。また、大規模な分子シミュレーションやマルチスケール材料シミュレーションを通して、グリッド環境の実証実験を実施する。

研究テーマ：テーマ目1、テーマ目5

### データグリッドチーム

(Data-Intensive Computing Team)

研究チーム長：小島 功

(つくば中央第2)

概 要：

大規模観測装置、大規模科学技術計算、巨大データベースでは、近い将来データ量がペタ(10<sup>15</sup>)バイト級に達し、かつ広域に分散していくことが予想される。本チームにおいては、こうした大規模データ処理を分散配置にて実現する方式の設計・開発、様々なデータベースを組み合わせて一つの高機能データベースとして提示する機能の設計・開発、そして、これらをユーザが利用しやすくするツール群の設計・開発を行っている。

研究テーマ：テーマ目3

### 基盤ソフトチーム

(Grid Infraware Team)

研究チーム長：田中 良夫

(つくば中央第2)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ目1

### セキュアプログラミングチーム

(Secure Programming Team)

研究チーム長：高木 浩光

(つくば中央第2)

概 要：

グリッドのシステムでは、ソフトウェアに確かな堅牢性が求められる。特に悪意ある者からの不正利用を防止するセキュリティ上の配慮が重要である。本チームでは、セキュリティに関する脆弱性情報の収集及び

その重要度を評価し、問題と解決策を検証すると共に、その経過と成果を開示する。

研究テーマ：テーマ題目1

## クラスタ技術チーム

(Cluster Technology Team)

研究チーム長：工藤 知宏

(つくば中央第2)

概要：

近年、光通信技術の発達により通信リンクのバンド幅は飛躍的に向上し、距離や機器に応じてそのバンド幅を使いこなすことが課題になっている。しかし、一方ではネットワークを介した通信には比較的大きな遅延を伴うため、これらを考慮した高性能なグリッド環境を実現することが重要である。本チームでは、電力消費密度を一定に保ちながら記憶容量と処理能力を引き上げた高信頼化システムの構築技術、及び10Gbps以上の帯域を持つネットワークとのインテグレーション技術の設計・開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5

-----  
**【テーマ題目1】グリッドプログラミング環境に関する研究開発（運営費交付金、文部科学省科学技術振興調整費「アジアグリッドイニシアチブ」）**

【研究代表者】 関口 智嗣（グリッド研究センター長）

【研究担当者】 田中 良夫、高木 浩光  
 （職員7.5名、他15名）

【研究内容】

○研究の目的・目標

高速ネットワークで接続された高性能な計算機資源（グリッド）において大規模科学技術計算の実行環境を構築する技術を研究開発する。グリッドミドルウェア Ninf-G は GridRPC の参照実装として公開されている代表的なグリッドミドルウェアである。グリッドの実利用に向けてグリッドに適したプログラミング環境を提供するとともに、世界に広く普及させることを目指す。

○平成16年度計画

実際にグリッド環境を構築し、大規模実験を行い、昨年度公開した Ninf-G2.0.0の頑強化を図るとともに、耐故障性の機能強化及び性能改善を進める。また、分子／量子シミュレーションプログラムを Ninf-G を用いて実装し、国際的な大規模グリッドテストベッド上で実行し、Ninf-G の有効性を検証する。

さらにグリッド標準化団体 Global Grid Forum (GGF) の GridRPC WG において、GridRPC API の標準化を進め、また国際的なグリッドプロジェクトにおいて積極的に Ninf-G の普及を図り、標準ミドルウェアとして世界的に認知されることを目指す。

○平成16年度進捗

Ninf-G Version2 (Ninf-G2) の開発では、ソフトウェアシステムの機能強化、性能改善及び頑強化を実施した。機能強化では、64ビットアーキテクチャをサポートするとともに、サーバプログラムの動作確認を行うハートビート機能追加を行い、大規模アプリケーションの長時間実行を可能にした。データ転送などの性能改善を行うとともに、Ninf-G2を用いた分子／量子シミュレーションをアジア太平洋グリッドテストベッド (ApGrid Testbed) の10サイトで約1週間実行する実証実験を行い、Ninf-G がネットワーク遮断及び計算ノード停止などの障害を適切に検知し、不安定なグリッド上において長時間安定して動作することを確認した。改良した Ninf-G2は Version2.0.0として公開された。

さらに、AIST スーパークラスタ及び米国 TeraGrid クラスタを用いた実験を通して、Ninf-G2が合計2000プロセッサ規模の国際グリッドテストベッド上で安定かつ高性能で動作することを世界で初めて検証した。

また、GGF の Grid RPC WG の座長として、GridRPC API の標準化を進めた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 GridRPC、Ninf-G、グリッドミドルウェア、セキュリティ脆弱性

**【テーマ題目2】グリッド環境ネットワーク利用技術の研究開発（運営費交付金、他省庁直接受託研究費「グリッド MPI システム開発」、民間受託研究費「超耐障害ハードウェア技術の研究」）**

【研究代表者】 関口 智嗣（グリッド研究センター長）

【研究担当者】 工藤 知宏（職員4.5名、他8.5名）

【研究内容】

○研究の目的・目標

高速ネットワークで接続された高性能な計算機資源（グリッド）におけるネットワーク利用技術として、グリッドソフトウェア／ミドルウェアの開発・評価に適した再現のある広帯域ネットワークのエミュレーション環境 GtrcNET-1を構築するとともに、複雑な並列処理を実現するためのグリッドプログラミング環境 GridMPI を構築する。

○平成16年度計画

GridMPI の開発においては、MPI-I/O、リモート書き込み、動的プロセス生成等の機能を MPI-2.0標準仕様に準拠させる改良を実施する。また GtrcNET-1上に、エミュレーション、観測などの付加機能を実装し、高信頼通信方式を実装する。さらに、10GbE 対応の新しいエミュレータ装置を開発する。

○平成16年度進捗

GridMPI の開発では、MPI-2.0標準仕様の MPI-I/O、リモート書き込み、動的プロセス生成等の機能を実装し、テストスイート (MPI Validation Suite) を用いてその

動作を評価することにより、MPI-1.2標準仕様と合わせて、ほとんど全ての MPI アプリケーションに対応できることを確認した。このソフトウェアをオープンソース GridMPI 0.2版として公開した。またインターネットで広く用いられる TCP/IP 通信プロトコルを用いて、MPI における通信トラフィックが極端に性能低下する現象を明らかにし、これを避けるためにシステム改良を実施した。なお、この研究の一部は文部科学省「超高速コンピュータ網形成プロジェクト (NAREGI)」の開発として実施しており、GridMPI を岡崎分子研究所など NAREGI 参加拠点に実装し、運用試験を実施した。

GtrcNET-1の開発では、ネットワーク機器で標準となっている SNMP に対応するなど既存装置の改良を行うとともに、10GbE 対応した新しいエミュレータ装置の開発を行った。この装置を用い、ネットワークのボトルネックリンクをエミュレーションし、複数ストリームによる通信時の状況を詳細に解析することにより、パケットロスのタイミングによる通信性能への影響を明らかにするとともに、その解決法について提案を行った。また詳細に解析するために、パケットキャプチャに基づく解析ツールを開発した。

さらに、GtrcNET-1の開発した機能をまとめて FPGA 回路情報モジュールとして公開するとともに、GridNET-1の基本設計を産総研ノウハウとして登録し、ライセンス供与によりハードウェア部の市販化を進め、11台を出荷した。また、フランス INRIA (The French National Institute for Research in Computer Science and Control) の Grid5000プロジェクト、米国 SDSC (San Diego Supercomputer Center) の OptIPuter プロジェクトに対し、実験基盤として、GtrcNET-1を貸与し、共同研究を進めた。

【分野名】情報通信

【キーワード】GridMPI, GtrcNET-1

【テーマ題目3】データグリッドに関する研究開発（運営費交付金、共同研究費「IP コールセンターのグリッド適用に関する研究」「インターネット網上の P2P 型データ配信に関する研究」）

【研究代表者】関口 智嗣（グリッド研究センター長）

【研究担当者】小島 功（職員2名、他12名）

【研究内容】

○研究の目的・目標

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

○平成16年度計画

Gfarm1.0の安定化、及び既存ソフトウェアによるデータ共有を可能とする改良を行う。分散データベース連携部分の開発とクライアント改良を実施する。また、分散データ処理の具体的な応用例に適応し、広域・分散環境におけるソフトウェア実証試験を行い、それらの有効性評価を行う。例としては、天文学における太陽系惑星発見のためのデータ処理、高エネルギー物理学研究における KEK-B Belle 実験データ処理、米国 SDSC (San Diego Supercomputer Center) での遺伝子情報解析における大規模データ処理、バイオインフォマティクス関連たんぱく質データベースの相互連携システム、地球観測データ処理などである。

なお、開発したソフトウェアは GGF において標準化を目指すとともに、国内外への普及を目指す。

○平成16年度進捗

PC クラスタ及び広域なグリッド環境における高速ファイル共有、大規模データ処理のために分散ファイルシステムとして提案したグリッド・データファーム・アーキテクチャを実現するため、参照実装として Gfarm を開発し、Version1.0として公開するとともに、プレス発表を行った。また既存ソフトウェアによるデータ共有を可能とするための改良、コールセンター用のファイルシステムとするための機能追加を行い、適用範囲を拡大させた。さらに GGF において Grid File System WG を設置し、共同議長として、グリッドデータファーム・アーキテクチャの分散ファイルシステムとしての標準化を図った。

Gfarm の実証実験では、天文学における太陽系外惑星発見に用い、新しい惑星の候補を100個発見するとともに、高エネルギー物理学研究分野における KEK-B Belle 実験で生成されるデータをリアルタイムに米国で解析する実験を成功させた。さらに、産総研、大阪大学、SDSC (米国)、BLL (シンガポール)、Konkuk 大学 (韓国) と共同で、遺伝子情報解析における国際的な高速ファイル共有、大規模分散データ処理に成功した。

複数のデータベースの連携・統一を図る研究として、GGF データベース統合の参照実装を目指す OGSA-DAI システムと連携するために、インターネット上に存在する膨大な Web データベース資源を OGSA-DAI の環境で無理なく統合するための OGSA-WebDB の開発を実施した。このシステムは、OGSA-DAI の応用プロジェクトの一つとして認知されつつある。OGSA-DQP との連携を実現し、OGSA-WebDB を含む分散データベース連携を実現するとともに、クライアントの改良などを行った。またバイオインフォマティクス関連のデータベース統合については、たんぱく質のデータベースの相互連携のシステムを開発した。この中では、データベース統合に加え、計算処理を行うことが出来るようにアーキテクチャの拡張を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】データグリッド、Gfarm、OGSA、データベース

【テーマ題目4】ビジネス応用に関する研究開発（運営費交付金、経済産業省重点分野研究開発事業「ビジネスグリッドコンピューティング」、NEDO 研究助成金「量子化学グリッド ASP 実証実験」、共同研究費「大規模クラスタ環境における MPI プログラムのスケジューリングシステムに関する研究」、JST 公募型計算科学活用事業「仮想スーパーコンピュータセンタ利用環境 GridLib の構築」）

【研究代表者】関口 智嗣（グリッド研究センター長）

【研究担当者】伊藤 智（職員2名、他9名）

【研究内容】

○研究の目的・目標

グリッド技術により初めて可能となるビジネス形態の創出や具体的なグリッドによるビジネスの雛形を立ち上げることを目標とする。具体的には、大学・研究所などの研究者を対象として計算サービスの遠隔実行を実現するポータル構築ソフトウェア Grid PSE Builder の開発と、企業などの技術者を対象としてグリッドによる計算サービスを一元的に提供する GridASP の実現を目指す。

○平成16年度計画

Grid PSE Builder の開発を完了させ、導入評価と性能評価を実施する。それら評価の結果をビジネス応用である GridASP にフィードバックし、システム設計と基本機能の実装を実施する。またグリッド協議会を通じて GridWorld2004を開催し、グリッド技術の普及とユーザ企業への啓蒙を行い、ビジネスの可能性を追求する。

○平成16年度進捗

大学・研究所などの研究者がグリッド環境を簡便に利用できるようにするためのポータル構築ソフトウェア Grid PSE Builder の開発を進め、これまで開発した数値計算ライブラリの遠隔実行方法、及び簡便な利用を実現するユーザインタフェースの機能を統合した。さらに AIST スーパークラスタ、理化学研究所のクラスタ、防災科学研究所の CRAY-SV1を接続し、実運用システムにあわせた計算機選択を行うスケジューラと課金情報提示機能を追加し、仮想スーパーコンピュータ環境としての実現可能性を明らかにした。

また、Grid PSE Builder の成果をビジネス分野に発展させるべく、経済産業省「ビジネスグリッドコンピューティングプロジェクト」の一環として、グリッド環境を利用して、様々なサービスをユーティリティとして提供するためのフレームワーク「GridASP」を実現するシステム開発を実施した。この開発ではグリッドの標準技術 OGSA に基づきサービス提供者とサービス仲介者

に事業者を分離できるシステムを構築するとともに、契約を結んだ異なる組織へのアプリケーション配備機能、ユーザの個人情報伝達を制限するセキュリティ機能など、ビジネスシーンでの利用を前提とした機能を実現した。

さらに、産総研コンソーシアム規程に基づくグリッド協議会（法人会員56社、162名）を運営し、グリッド技術の普及活動として GGF 調査会3回、ワークショップ5回を開催したほか、一般ユーザ企業への啓蒙のため GridWorld2004（展示会社数20、参加者数2000名）を開催した。また、グリッド技術の標準化団体である GGF では、Enterprise Grid Requirements 研究グループの設置を図り、書記に就任した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ビジネスグリッド、GridASP

【テーマ題目5】大規模クラスタシステム構築技術の開発（運営費交付金）

【研究代表者】関口 智嗣（グリッド研究センター長）

【研究担当者】横川 三津夫、工藤 知宏（職員2名、他9.5名）

【研究内容】

○研究の目的・目標

グリッド環境の資源の一つとして3000プロセッサ規模の PC クラスタシステム「AIST スーパークラスタ」の導入を図り、PC クラスタシステムの構築技術及び安定運用技術を確立するとともに、世界最大規模のアプリケーションを実行し、PC クラスタシステムの有効性を実証する。また、国内外の組織と連携して広域のグリッド環境構築を指向する。

○平成16年度計画

AIST スーパークラスタの動作安定化を図るとともに、利用に向けた体制作りを行う。またつくば WAN、高機能研究開発用テストベッド・ネットワーク（JGN2）、アジア太平洋高度研究情報ネットワーク（APAN）と接続し、国内外の組織と協力してグリッド実証実験環境を整備する。

所内外の応用分野の研究者と協力し、光合成系たんぱく質（20,000原子）に関する大規模シミュレーションなどを行う。

○平成16年度進捗

国内最大の総演算性能14.6TFLOPS を持つ PC クラスタシステム「AIST スーパークラスタ」の動作安定化を図り、10月より運用を開始した。AIST スーパークラスタは、つくば WAN、高機能研究開発用テストベッド・ネットワーク（JGN2）、アジア太平洋高度研究情報ネットワーク（APAN）などのネットワークと接続し、国内外の組織と協力してグリッド実証事件環境を整備した。この環境を用いて、つくば WAN の組織である NTT アクセスサービスシステム研究所と共同で、「架空構造物周りの風の挙動に関する大規模流体数値解析」を

実施した。産総研においては、AIST スーパークラスター環境を簡便に利用できるポータルシステムを開発した。また、TeraGrid と協力して、大規模な MD シミュレーションを実施した。

産総研内において、次世代半導体研究センター及び NEC エレクトロニクスと共同で、ツイストペア線を用いて、10Gbps のイーサネット伝送を行う「10GBASE-T」規格の信号方式における誤り訂正符号の一つ LDPC 符号 (Low Density Parity Check Code) の有効性について、ASC を用いて実証することに初めて成功した。この結果を2004年7月に米国ポートランドで開催された IEEE 標準化委員会に提案し、IEEE 標準規格として採択され、この結果については9月にプレス発表を行った。

また計算科学研究部門と協力して、フラグメント分子軌道法 (FMO 法) による光合成系たんぱく質 (約 20,000原子) の電子状態計算を行い、反応機構を解明した。

[分 野 名] 情報通信

[キーワード] AIST スーパークラスター

⑮【爆発安全研究センター】

(Research Center for Explosion Safety)

(存続期間：2002. 4. 15～終了)

研究センター長：藤原 修三

副研究センター長：吉田 正典

所在地：つくば中央第5、つくば西、北センター

人 員：18 (17) 名

経 費：1,219,047千円 (151,805千円)

概 要：

爆発安全研究センターは、化学物質の燃焼・爆発の安全に係わる総合的な研究を実施し、公共の安全確保や産業保安技術の向上等に貢献することで、＜安心・安全で質の高い生活の実現＞に資することを基本ミッションとしている。

具体的には、

- ①爆発現象および関連する現象全般について、基礎から応用に至るまでの総合的な研究の実施 (研究ポテンシャルの向上・維持)
- ②国内外関連研究者 (機関) とネットを構築し、燃焼・爆発安全に係わる情報ならびに施設・設備の相互有効利用を図る (対外機関との協調)
- ③化学物質が関与する燃焼・爆発安全に係わる社会ニーズ、行政ニーズ、国際的ニーズ (標準化を含む) 等に迅速かつ継続的に対応できる組織 (機能的組織化)
- ④産総研中期計画・目標の達成  
以上を主要ミッションとし、特に、行政対応、国際

対応の課題に重点的に対処することで、産業や公共社会ならびに国際通商等における安全確保に貢献する。

センターで実施している研究は大別して以下の通りである。

- ① 燃焼・爆発安全に関する基礎・基盤研究
- ② 化学物質の燃焼・爆発の試験・計測方法等の安全性評価研究と高エネルギー物質の有効利用等の応用・開発研究
- ③ 公共の安全確保や産業保安向上のために要請される行政ニーズ対応研究

外部資金：

防衛施設庁広島防衛施設局

「滑走路移設保管庫解析業務」(執行額：601,277千円)

高圧ガス保安協会

「DME (ジメチルエーテル) の発火・爆発性評価に関する研究」(執行額：120,000千円)

NEDO 新エネルギー・産業技術総合

「水素の安全利用技術に関する基盤研究」(執行額：92,275千円)

(財) 造水促進センター

「高濃度オゾンガスの安全性の研究」(執行額：2,271千円)

経済産業省 原子力試験研究委託費

「原子力施設に係るエネルギー発生源の爆発影響評価システムに関する研究」(執行額：7,748千円)

文部科学省 試験研究調査委託費 (地球環境保全等試験研究に係るもの)

「発火・爆発性廃棄物の安全処理に関する研究」(執行額：17,094千円)

厚生労働省科学研究費補助金

「労働安全衛生総合研究事業/リサイクル品・廃棄物処理工場での粉塵爆発災害の防止に関する研究」(執行額：11,500千円)

発 表：誌上発表55件、口頭発表118件、その他24件

爆発衝撃研究チーム

(Explosion and Shock Waves Team)

研究チーム長：中山 良男

(つくば中央第5)

概 要：

固体および液体などの凝縮系媒体の爆発および同媒体中の衝撃現象を主な研究対象として、高速時間分解

計測による爆発現象や起爆機構の研究、レーザー衝撃波による未踏超高压下の状態方程式研究などの基礎研究を軸に、高エネルギー物質の爆発安全に関する研究、新型火薬庫の開発、爆風などによる爆発影響を低減化する技術開発、数値計算コードによる実規模での爆発影響予測技術の検討等の安全研究を行っている。

さらに、行政的国際的ニーズに対応するために、野外での大規模爆発実験も実施している。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 高エネルギー物質研究チーム

(Energetic Materials Research Team)

研究チーム長：松永 猛裕

(つくば中央第5、北)

概要：

当チームは、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的にしている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は大きく分けて5つあり、①化学物質の爆発性を理論的および実験的に予測する手法の開発、②爆発事故が多発している煙火組成物の危険性評価および安全化に関する研究、③硝酸エステル類の自然発火や遺棄化学兵器などで問題となっている火薬類の劣化に関する研究、④排出・処理時の技術基準がない発火・爆発性化学廃棄物の安全処理に関する研究、および、⑤次世代ロケット推進薬原料などの新規高エネルギー物質の探索研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 気相爆発研究チーム

(Gas Phase Explosion Team)

研究チーム長：堀口 貞茲

(つくば中央第5、つくば西)

概要：

高压ガスや粉じんの爆発防止は化学やエレクトロニクスなどの製造産業における安全を確保する上で重要な課題のひとつです。このような高压ガスや粉じんの高速爆発現象の解析および被害の予測などの研究を進めています。化学的な燃焼反応の基礎的な解析から大規模な野外実験によるガスの着火爆発現象の解析まで幅広く研究を行っています。特に、クリーンで効率の高い新エネルギーとして期待される水素及び DME (ジメチルエーテル) の本格的な導入に対応するための安全性に関する研究や酸素などの反応性の高いガスの安全技術に関する研究と取り組んでいます。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 爆発利用環境安全研究チーム

(Application and Environmental Protection R.T.)

研究チーム長：緒方 雄二

(つくば西)

概要：

瞬時に大量のエネルギーを発生させる火薬類を、安全にかつ有効に利用するには、制御技術の確立と環境影響評価が重要になります。火薬類の有効利用技術として、老朽化した構造物を環境低負荷に解体する制御発破技術や爆発圧着技術に関する研究を実施しています。また、火薬類の環境安全研究として自動車用エアバックに利用されているガス発生剤の環境影響、火薬類の利用に伴う振動・騒音・飛石等の計測・制御技術の開発を行っています。さらに、爆発災害事故を未然に防ぐために爆発災害事例に関するデータベースの開発を行っています。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### 高密度エネルギー研究チーム

(High Energy Density Team)

研究チーム長：角館 洋三

(つくば中央第5、北)

概要：

爆薬などの爆発、大電流の放電などで創り出される超高温・超高压などの極限的な状態は高密度エネルギー状態と呼ばれ、常温常圧とは非常に異なった様相を呈する。本チームでは、安全の観点から高密度エネルギー状態の創生とその制御、さらにその状態下におかれた物質の挙動の計測、解析を行うことによって、爆発現象の計測・評価、解明、制御を目指す研究を行っている。また、高密度エネルギー状態の特徴を活かし、それを材料開発、エネルギー利用などに応用する技術の開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 5

-----  
[テーマ題目 1] 爆発影響評価システムに関する研究

[研究代表者] 中山 良男 (爆発安全研究センター 爆発衝撃研究チーム)

[研究担当者] 中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、  
本田 一匡、藤久 裕司、山脇 浩

[研究内容]

火薬類の保安技術関連では、社会情勢の変化に伴う取り扱い上の問題点について基礎的資料を収集し、これまでの実験結果から生じた問題点を解決して科学的合理性のある保安基準の整備、拡張を図ることを目的に火薬類保安技術実験を行った。爆発影響低減化に関しては、1. 隔壁を有する模擬火薬庫殉爆実験 (エマルジョン爆薬 10kg+10kg を使用して隔壁の強度、構造等について実験を行った。)、2. エマルジョン爆薬のギャップ試験 (5kg+5kg を使用してモルタル板で挟まれた砂を緩衝材の厚さを変化させて、爆不爆の限界厚さを評価した。)、

3. 基準爆薬の爆風圧に関する実験（TNT10kg の地表爆発）を行った。

原子力施設に係わるエネルギー発生源の爆発影響評価システムに関する研究では、1. エネルギー発生源の評価システムの開発と2. 熱流体-構造物相互作用の評価システムの開発を行った。1. については、リン酸トリブチル/発煙硝酸混合物の衝撃起爆感度を検討し、(1)リン酸トリブチルの濃度が量論比より低い場合には、衝撃起爆感度はリン酸トリブチルの濃度に依存すること、(2)一方、量論比より高い濃度では、衝撃起爆感度とリン酸トリブチルの濃度との間に相関がみられないこと、がわかった。2. については、昨年度設計した模擬爆発試験装置（スケール1/16）を用いて基礎的な実験を行い、構造物の内部を伝播する爆風の圧力計測を行った。また、微小エネルギー発生源の爆発に伴う衝撃波伝播状況のシミュレーションを実施して実験結果との比較を行い、本研究で開発中の統合解析コードの妥当性を確認した。

レーザー衝撃波では、超高強度レーザー照射によって発生する衝撃波を利用し、テラパスカル領域における金属材料や炭素材料の状態方程式測定を行った。さらに、レーザーの時間波形やターゲットの構造を工夫することによって、物質に多段階の圧縮波を印加する手法を開発した。この手法を用いて低エントロピー圧縮に関する実証実験を開始し、その有効性について検討した。

水素安全利用技術の基盤研究では、燃料電池自動車の実用化にあたり水素ステーションにおける水素ガスの安全な取り扱いに関する法基準類の整備に資するデータを得ることを目的に、今年度はビニルハウスの体積が9.4m<sup>3</sup>と200m<sup>3</sup>の水素/空気可燃性混合ガスの火花着火実験、ビニルハウスの体積が31m<sup>3</sup>の水素/空気可燃性混合ガスの爆薬点火実験、高圧ノズルから10秒間水素を噴射させた場合の着火性と爆風圧の評価実験、および所内での体積0.016m<sup>3</sup>の水素/空気可燃性混合ガスの火花着火実験を行い、火炎伝播の状況、および空气中を伝播する圧力波を定量的に評価し、混合気体積、混合気濃度を変えた場合の爆燃のスケール効果を検討した。

DME（ジメチルエーテル）の安全性に関する研究では、DME と LPG の混合燃料の安全性に関するデータを収集することを目的に、ビニルハウスの体積が75m<sup>3</sup>の DME と LPG 混合燃料/空気の可燃性混合ガスの火花着火実験、およびビニルハウスの体積が10m<sup>3</sup>の同種の可燃性混合ガスの爆薬点火実験を行い、火炎伝播の状況、および空气中を伝播する圧力波を定量的に評価し、混合燃料の混合比の影響を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】火薬類、エマルジョン爆薬、リン酸トリブチル、水素、ジメチルエーテル、可燃性混合気、火薬庫、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃、爆発、衝撃、衝撃波、爆風圧、ギャップ試験、殉爆、衝撃起爆感度、

野外実験、安全性評価、火炎伝播、スケール効果、可視化、レーザー誘起衝撃波、衝撃超高压、状態方程式、行政ニーズ、国際化

#### 【テーマ題目2】爆発現象の化学的解明に関する研究

【研究代表者】松永 猛裕（爆発安全研究センター高エネルギー物質研究チーム）

【研究担当者】松永 猛裕、飯田 光明、秋吉 美也子、岡田 賢

#### 【研究内容】

本研究は、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的としている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は以下の通りである。

##### ① 化学物質の爆発性予測

化学物質の分子構造から発火・爆発性を予測する手法を確立する。特に、今年度は、住友化学工業（株）との共同研究において、プラントなど化学物質を実際に取り扱う現場で、発火・爆発性が懸念される反応工程の危険性を推定することを目的として、計算機化学手法とニューラルネットワークを組み合わせた方法でその危険性の予測を行った。また、爆薬の新しい製造形態として注目されている硝酸アンモニウム系爆薬中間体の爆発性・輸送時の安全性を評価する手法について検討している。

② 煙火組成物の危険性評価および安全化に関する研究  
爆発事故の多い煙火組成物について危険性を明らかにし、また、安全化への技術開発を行っている。今年度は実際に起こった事故の再発防止のために、現行の煙火組成物に用いられている原料の物性評価を行った。また、代表的な組成物について、発火・爆発危険性を評価した。

##### ③ 火薬類の劣化に関する研究

硝酸エステルの自然発火や遺棄化学兵器などで問題となっている劣化について、劣化物の同定、危険性評価、劣化度の判定手法の開発を行うことを目標としている。今年度は国内に遺棄されている化学兵器を実際に処理するための方法について検討した。

##### ④ 化学系廃棄物の安全処理に関する研究

化学系の廃棄物について、その発火・爆発危険性を調べる評価法、混合危険性評価、事故事例の収集を行うことを目的としている。今年度は、イオン交換樹脂と過塩素酸との混合による爆発事故について、その原因解明を詳細に行い、再現実験を行った。また、爆発物専用の処理炉を開発すべく、基礎実験を行った。

##### ⑤ 新規高エネルギー物質の探索

新規高エネルギー物質の物性予測法として、分子軌

道計算とニューラルネットワークとを組み合わせた手法を検討している。これまでのところ、爆発熱および爆轟速度については良好な予測が可能である。しかし、融点や密度については更に予測法を検討する必要があることが分かった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 爆発、煙火、危険性予測、安全

### 〔テーマ題目3〕 新規エネルギー用ガスの実用化における安全性に関する研究

〔研究代表者〕 堀口 貞茲（爆発安全研究センター気相爆発研究チーム）

〔研究担当者〕 堀口 貞茲、荷福 正治、椎名 拓海、小野 亮、茂木 俊夫、

#### 〔研究内容〕

燃料電池自動車の燃料として高圧水素ガスを供給するためのインフラを整備する上で、水素の安全技術の確立が重要である。そこで、水素供給スタンドを想定して高圧水素ガスの安全性に関するデータの収集整備を行った。圧力20及び40MPaの高圧水素を直径が6.4～12.7mmのノズルから放出し、水素の拡散濃度とノズル直径および水素圧との関係を明らかにした。また、拡散状況を計算機シミュレーションにより解析する手法を検討し、実験データとの比較を行って計算精度の向上を図った。さらに、放出ノズルの前方に障壁がある場合のガス拡散に対する影響についても測定を行った。

水素は着火エネルギーが小さいために着火が起こりやすく危険性が高いが、静電気放電による着火に影響を与える因子に関する検討を行った。乾燥空気中における最小着火エネルギーは約0.02mJであり、水素濃度が22～30%付近で最も着火しやすい。しかし水素が8%以下の低濃度、あるいは、60%以上の高濃度になると着火エネルギーは大きくなることを明らかにした。最小着火エネルギーに対する湿度の影響は小さく、高湿度化により静電気の蓄積は抑止できるが、水素着火の抑制はあまり期待できないことが明らかになった。さらに人体からの静電気放電は0.1mJ以下の微弱なエネルギーであるが、その程度でも静電気放電により水素が充分着火することを明らかにした。

高圧水素の漏洩で生じる噴流火炎に関して、その火炎の大きさ、火炎温度及び放射熱等を測定し、噴出条件との関係及び周囲の構造物に対する熱的影響等の評価を行った。水素圧40MPaまでの範囲で放出ノズルの直径と水素圧を用いて火炎長及び最大火炎幅が式で表せることを示した。火炎の放射熱に関しては1.5～3.5mの距離で放射計を設置して測定し、放射熱流束が放出ノズルの大きさにかかわらず流量に対してほぼ直線関係にあることを明らかにした。

液化石油ガス（LPG）の代替燃料やディーゼル燃料として実用化が進められているジメチルエーテル

（DME）の安全性に関しては、蒸気爆発の可能性について検討を行った。蒸気爆発とは大量の液化ガスなどが海上あるいは地上に流出した際に、液液あるいは固液の界面で生じる急激な熱移動によって爆発的な蒸発が起きる現象である。水槽に種々の温度の水を入れ、水面上に液化DME（沸点-24℃）を流下させて爆発の有無を調べた結果、水と液化DMEとの温度差が81～119℃の範囲で激しい蒸気が発生し、液化プロパンや液化フロンと同じように液化DMEも蒸気爆発の危険性があることが明らかになった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素、安全、漏洩、着火、爆発、DME

### 〔テーマ題目4〕 火薬類の環境低負荷利用技術に関する研究

〔研究代表者〕 緒方 雄二（爆発安全研究センター爆発利用環境安全研究チーム）

〔研究担当者〕 緒方 雄二、和田 有司、久保田 士郎、尾和 香吏

#### 〔研究内容〕

瞬時に大量のエネルギーを発生させる火薬類は、反応性エネルギー物質として利用されているが、制御技術の問題と反応時に発生する衝撃・振動等から十分に利用されていないのが現状である。このため、本研究では火薬類を安全かつ有効に利用するには、制御技術の確立と環境影響評価が重要である。火薬類の環境低負荷利用技術に関する研究として、老朽化した構造物を環境低負荷に解体する制御発破技術や砂漠緑化等の環境修復技術の研究開発を実施した。また、爆発災害事故を未然に防ぐために爆発災害事例に関するデータベースの開発を行った。

環境低負荷解体技術に関する研究では、モルタルブロック供試体を用いた実験から形成されるクレーの形状および亀裂進展状況を明らかにした。また、亀裂進展に対する成形爆薬のライナー材、ライナー角度等のパラメータを検討した。さらに、数値シミュレーション法として、DDA法による破砕状況を検討した。環境制御技術として、成形爆薬を用いたモルタルブロック供試体の解体時に発生する衝撃振動を計測し、波動干渉法による振動制御実験を実施した。

環境修復技術に関する研究では、砂漠の緑化技術への火薬類の適用について岩石ブロックを用いたモデル実験から検討した。実験では、ANFO爆薬による破砕実験を実施し、薬量と破砕される岩石と粒度等の関係を明らかにした。また、破砕される岩石中に残留する要素成分について分析し、ANFO爆薬に供給されることを土壌分析から確認した。さらに、植物の育成実験として、発破により破砕されて岩石試料を用いてマツバボタンの育成実験を実施し、破砕されて岩石粉でも植物が生育できることを確認した。

災害事例データベースに関する研究では、科学技術事業団と共同で開発したりレーショナル化学災害データベース（RISCAD）および産総研で開発している災害事例データベース（RIO-DB）に昨年度に発生した災害事例をデータベースに逐次追加および英訳化した。また、学会等でもデータベースの紹介を活発的に行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】火薬類、成形爆薬、環境低負荷技術、環境修復技術、データベース、化学災害

【テーマ題目5】高密度エネルギー状態の創生・評価および利用に関する研究

【研究代表者】角館 洋三（爆発安全研究センター高密度エネルギー研究チーム）

【研究担当者】角館 洋三、薄葉 州、若槻 雅男

【研究内容】

(1) 爆発現象等の評価・解明・制御に関する研究

水素やメタンなどの可燃性ガスの安全性の評価を行うために、その燃焼・爆発挙動を、高圧下、高温下、高流速状態あるいは大容量など条件下で調べることを目的にして、計測法などの検討を行った。水素火炎は可視光では観測することができないが、極細熱電対や赤外光放射を利用して、火炎温度の推定や火炎伝搬速度を求める手法が上記の条件下でも有効であることなどが確かめられた。また、メタン-酸素系を対象として、高圧、高温、高流速下での燃焼・爆発挙動を実験的に調べ、また理論および数値シミュレーション計算と対比が可能なパラメタの取得を行うため、必要な測定項目の検討と実験装置の設計、製作を行った。

(2) 高密度エネルギー状態の利用技術に関する研究

炭素以外に硼素や窒素から構成されるダイヤモンド（ヘテロダイヤモンド）は、ダイヤモンドより化学的に安定であり、ダイヤモンドに次いで硬い窒化ほう素より硬度が高いと考えられている物質である。本チームでは爆薬を用いた衝撃合成法により、はじめてこの物質の合成に成功している。上記の性質は、精密工具材料などとして優れたものであり、ヘテロダイヤモンドを工業材料として利用するために、大量合成技術の開発を行った。ヘテロダイヤモンド原料（低圧相）を連続して CVD 法で合成し、1日当たり100g 以上、精製処理を含め2kg/月が得られるようになった。さらに合成したヘテロダイヤモンド原料（低圧相）を1回に100g-200g を処理できる大型の衝撃合成装置を開発して、転換効率60-80%を達成することができ、実用規模の合成技術を確立できた。

爆薬の爆発時に生成する爆轟ナノダイヤモンド（ND）の固体潤滑特性を明らかにするため、低温ガス吹付けによる ND 単体の堆積膜と、ND 及びチタン-ND 複合粉末を原料とした溶射膜を作成し、組織とトライボ特性を評価した。溶射法としては、独自に

開発した電磁加速プラズマ溶射法を用いた。その結果、①ND 単体膜は大気中よりも真空中で高い潤滑性を示し、潤滑性と ND 凝集体サイズの相関が示唆された。②また溶射過程で ND は一部オニオン構造炭素（OLC）に変化するが、真空中の高い潤滑特性は維持された。③溶射によってチタン中に ND や OLC が分散した複合膜が形成され、チタン単体の溶射膜に比べ潤滑性が向上した。以上の結果から、特に真空下の固体潤滑剤として ND の有用性が示された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】爆薬、爆発、可燃性ガス、高密度エネルギー、ダイヤモンド、ヘテロダイヤモンド、爆轟ダイヤモンド

⑩【糖鎖工学研究センター】

(Research Center for Glycoscience)

(存続期間：2002. 6. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：地神 芳文

副研究センター長：成松 久

所在地：つくば中央第6、つくば中央第2、北海道センター

人員：19 (18) 名

経費：723, 218千円 (377, 851千円)

概要：

「研究目的」

糖鎖工学研究センターは、糖鎖工学の基礎から応用に至る総合的な研究をおこない、我が国の産業化につながる世界トップレベルの糖鎖科学（Glycoscience）の研究拠点となることをめざす。ヒトゲノムをはじめとする各種生物のゲノム配列が明らかとなり、ゲノム探索研究からプロテオーム解析へと急展開するなかで、タンパク質への糖鎖修飾は、タンパク質の機能を制御する重要な要素である。従って、糖鎖とタンパク質を一体として解析する「グライコプロテオーム」の概念を基本として、生体内のタンパク質の機能を解明し、利用する。

糖鎖科学は、ポストゲノム研究において我が国が優位に立っている数少ない分野の一つである。当センターは、これまでの産総研および関連研究グループの糖鎖研究の資産を生かして、産業化につながる糖鎖工学研究を実施することで、我が国の糖鎖科学研究ネットワークにおける中核的拠点として貢献することをめざす。

「研究手段」

研究センターは時限的であるため、具体的な研究目標を設定し、その達成度によって研究を評価する。従って、実施する研究課題の重点化・絞り込みとこれを

実現する研究資源の重点的配分を実施する。当センターでは、1) 糖鎖の合成技術、2) 糖鎖の構造解析技術、3) 糖鎖遺伝子の機能解明と利用、を研究の3本柱とし、これを国家プロジェクトとして推進し、当センターがその中核的な研究推進機関の役割を果たすべく、以下の具体的な重要研究課題を提起している。なお、これらの課題はいずれも産総研の中期目標・中期計画に合致するものである。

糖鎖工学の推進に必須な糖鎖科学の「要素研究」として、

- (1) ヒトの糖鎖関連遺伝子の単離と機能解析及び解析技術とその利用
- (2) 微生物・動植物ゲノムの糖鎖関連遺伝子の構造・機能解析及び解析技術とその利用
- (3) 糖鎖関連酵素・タンパク質の立体構造解析とその特異的阻害剤の設計・合成
- (4) 糖鎖関連遺伝子を利用する有用複合糖質（糖タンパク質、糖脂質など）の合成・機能評価
- (5) 糖タンパク質の糖鎖付加部位を含む糖鎖構造のハイスループット解析、および糖鎖関連データベースの構築

糖鎖工学の推進に貢献する「新産業創出のための応用的技術開発」として、

- (6) ガン、感染症、免疫異常症などの診断・治療システムの開発
- (7) 細胞の表層機能、増殖・分化制御技術およびそのリアルタイム計測技術
- (8) 糖鎖の合成・解析・利用のためのシステムおよび機器開発

「方法論等」

H14年6月に設立された当センターの運営や研究に関する具体的な方策・方法論を以下に記載する。

#### (1) 研究課題の設定と推進

産業化をめざす研究といえども、基礎的・基盤的な要素研究は不可欠であり、レベルの高い広範な生命科学、糖鎖科学に根ざした要素研究の基盤なくして、研究成果の実用化や応用研究、さらにはシステムの統合による産業化のための技術開発はありえない。しかし、基礎研究はその戦略的位置づけを誤ると個人的な趣味的研究に埋没しかねない。このためには、個々の研究者の意識改革が不可欠であり、個々の研究者には、基礎的・基盤的な要素研究であればその研究が糖鎖工学の推進にいかに関与するかを、また、応用的研究であればその研究が糖鎖科学、生命科学の進展にいかに関与するかを常に自問自答し、お互いがよく議論することを要請している。また、約2ヶ月に1度の頻度で開催しているセンター内部での研究報告会議では、谷口研究顧問の出席のもと、進捗状況の報告と情報交換を実施しており、有益な意見交換と研究の加速に貢献している。

また、各チーム単位で基礎から応用に至る幅広い視点での本格研究が展開されており、国家プロジェクトでの中核的役割、マッチングファンド制度による企業や大学との共同研究の強力な推進、ベンチャー創業への積極的な取り組みとその支援など、産総研が推進している本格研究への取り組みでも、多くの実績がある。

#### (2) 予算獲得と運用

センターの運営には外部資金の獲得とその効率的な運用が必須である。当センターでは、従来から集中型国家プロジェクト（ヒト糖鎖遺伝子の網羅的解析）の中核的拠点の役割を担ってきたが、H14年度は、新規糖鎖エンジニアリングプロジェクト（H14年度補正および H15～17年度）の立ち上げとその早期開始に努力し、この中核的機関として活動を開始した（当センターからは5チームが参画）。

H16年度の外部資金は、上記糖鎖関連プロジェクト予算、の他、文科省（若手任期付支援、CRESTなど）や民間とのマッチングファンドなどの外部資金を獲得している。

予算の運用に当たっては、競争的環境下で獲得した提案チームの自主的な運用によってこそ、効率的な研究成果が達成されるとの考えに基づき、獲得チームの自主的で柔軟な予算運用を支援している。また研究および個人の評価軸として、研究実績とミッションへの貢献度の2つを重視し、これを基本的な予算配分の方針としている。

#### (3) 人員配置と活用

研究センターは、研究部門に比べて、産総研のミッションに沿ったより具体的な研究課題の設定とその成果が問われる。このため、研究課題の重点化・絞り込みと共に、これを実現する人的資源についても重点的な配分を実施している。特に、H16年度は、若手任期付き研究員2名の新規採用を実現した。

#### (4) 研究成果の普及等社会への貢献

日本の優位性を保つためには、広い範囲をカバーする質の高い特許の出願・取得が必須なことから、研究者と特許担当者・外部専門家との密接な連携により、データの過不足の無い有用な特許の早期出願・取得に心がけている。また、国際的レベルの高い学術誌での発表、外部への広報、特許の産業化・実施を強く奨励し、これらを高く評価している。

また、H16年度は、NEDOの糖鎖エンジニアリング（SG）プロジェクトに当センターの5チームすべてが参画して中核機関としての役割を果たした。

また、既に実施している外部招聘講師による糖鎖プロジェクト（GG および SG）セミナーは H16年度末で、通算約35回に達しており、外部との情報交換や広報にも努めている。

外部資金：

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「発生・分化における糖鎖受容体の機能解析」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「酵母による糖タンパク質医薬の生産系の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「マウス細胞モデルを用いた新規硫酸基転移酵素の機能の解析」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心プログラム／糖鎖エンジニアリングプロジェクト／糖鎖構造解析技術開発」

独立行政法人科学技術振興機構「糖鎖機能を利用した組換えリソソーム酵素の脳内補充療法の開発」

独立行政法人科学技術振興機構「糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入哺乳類細胞の性状解析」

大学共同利用法人高エネルギー加速器研究機構「糖ヌクレオチド代謝回路関連酵素群」

発 表：誌上発表46件、口頭発表100件、その他2件

#### 糖鎖生合成チーム

(Glycobiosynthesis Team)

研究チーム長：地神 芳文

(つくば中央第6)

概 要：

酵母を材料として細胞壁糖鎖生合成機構の解明などを通じて糖鎖の生物機能を解明するとともに、細胞壁合成を特異的に阻害する新規医薬品の開発に貢献する技術、糖転移酵素を細胞壁に固定化して糖鎖合成に利用する細胞表層改変技術、糖鎖改変による新規な糖タンパク質医薬の開発など糖鎖工学に有用な技術の開発を行っている。特に、リソソーム病治療薬では実用化に有用な知見が蓄積されてきており、研究成果の産業化に努力している。また、糖鎖合成関連タンパク質の各種酵母での発現系の構築や得られたタンパク質の立体構造解析など基盤的研究の蓄積にも努めている。以上のほか、民間企業との多様な共同研究などを通じて、基礎・応用の両面での貢献に努めている。

年度進捗（H16年度の主な成果は以下の通りである。）

- 1) 酵母細胞壁糖鎖の生合成機構の解明とその利用  
新規な抗真菌剤の開発過程でその作用標的部位として同定したグリコシルフォスファチジルイノシトール（GPI）生合成過程における新規遺伝子 GWT1（イノシトールアシル化酵素をコード）の低

温感受性変異株の解析から、GPI タンパク質が膜タンパク質 Tat2p（トリプトファン透過酵素）のマイクロドメイン（ラフト）形成に重要なことを見出した。また、GPI のエタノールアミンリン酸付加に関与する GPI7 遺伝子が出芽酵母の細胞分離に必須な機能を持つことを明らかにした。

新規な共焦点顕微鏡撮像システムの超高感度化技術を活用することで従来観察が困難であった出芽酵母の PIR 型細胞壁タンパク質の局在をリアルタイムで蛍光観察し、娘細胞が出芽後母細胞に残される出芽痕部位（バッドスカー）に Pir1p が局在することを発見した。

#### 2) 酵母を利用する糖鎖の合成・改変

ヒト由来の糖転移酵素を出芽酵母細胞壁 PIR タンパク質と融合した細胞壁固定型、またはメタノール資化酵母の分泌発現系による遊離型で、効率よく発現・生産する系を開発している。現在まで、発現および活性を検討した約30種類の酵素のうち、フコースやシアル酸転移酵素など約20種類で活性発現を確認した。

酵母を利用したヒト型糖鎖を有する糖タンパク質、特にマンノース-6-リン酸型糖鎖を持つ糖タンパク質の生産系を確立し、リソソーム病治療薬（特にファブリー病治療薬）の開発に向けてマウスでの体内動態を検討し、医薬品化に重要な知見を得た。

糖ヌクレオチド代謝回路関連酵素（ $\alpha$ 1,6マンノース転移酵素 Och1p、ヌクレオチドジホスファターゼ Ynd1p など）について、メタノール資化酵母による大量発現・精製と結晶化を検討し、X線結晶構造解析を試みている。H16年度は Ynd1p で X線解析用の新規な結晶作成法を開発（特許出願）し、さらに重原子置換体の作成と結晶化に成功し、X線結晶構造解析データを取得した。

#### 糖鎖遺伝子機能解析チーム

(Glycogene Function Team)

研究チーム長：成松 久

(つくば中央第2)

概 要：

本年度は、以下を重点的に実施した。1) ヒト糖鎖遺伝子の機能解析、(1) クローニングしたヒト糖鎖遺伝子のうち、まだ酵素活性を検出できない遺伝子の機能解明を続行する。(2) 基質特異性を解析した糖鎖遺伝子に関しては、ノックアウトマウスを作製し個体における機能解析へ発展させる。2) 糖鎖構造解析プロジェクトも2年目に入り、質量分析（MS）装置による糖鎖配列決定技術開発をさらに推し進める。3) またいくつかの酵素に関しては3年がかりで結晶構造解析を遂行している。

- 1) (1) 活性を検出できない15種類の候補遺伝子に関

して引き続き解析を行った。beta3GTモチーフをもつ K14遺伝子は分泌型酵素で活性検出に成功した。その他の遺伝子は細胞ヘトランスフェクションし、細胞内での糖鎖変化を解析した。

(2)5種類のノックアウト (KO) マウス個体を樹立し維持し解析中である。3種類は変異 ES 細胞レベルにある。4種類はベクターを構築中であり、10種類はゲノム DNA の BAC クローンレベルである。beta3GnT2および beta3GnT5遺伝子ノックアウトマウスの解析を行った。主に血球系細胞を中心に表現型の解析を行い、免疫応答に関連して異常を認められた。精巢特異的発現をする pp-GalNAc-T 様蛋白質をコードする遺伝子のノックアウトマウスを作成し解析中である。

- 2) MSn 法による糖鎖構造解析に向けて精力的にデータベースを充実させた。オリゴ糖、糖ペプチド合成を精力的に行い、MSn 法による DB 構築に貢献した。O-グリカンは糖ペプチドとしてライブラリーを合成中である。
- 3) 結晶構造解析を行うためには酵素の大量発現が必須であるが、ヒトの糖転移酵素の多くはこれが困難である。いくつかの酵素で発現を検討した結果、pp-GalNAc-T10を大量発現することが出来、結晶化することに成功した。得られた結晶は2.5 Å分解能の反射を与えた。現在 pp-GalNAc-T1の触媒ドメインをモデル分子として分子置換法で位相決定し、構造解析を行っている。

#### 細胞制御解析チーム

(Cell Regulation Analysis Team)

研究チーム長：中村 充

(つくば中央第2)

概要：

当チームでは、細胞における特徴的糖鎖発現やその発現機構を解析し、糖鎖・糖鎖受容体などの糖鎖遺伝子が関与している生体情報交換の制御メカニズム解明を目的としている。探索したメカニズムを、新たな創薬ターゲット発見と産業利用技術開発に結びつけることを目標とする。研究手段・方法論は、ウィルスベクターシステムによる糖鎖遺伝子の強制発現、ウィルスベクターシステムによる糖鎖遺伝子の RNA 干渉技術、遺伝子改変マウス、パイオインフォマティクス、発現クローニング法などを用いた解析で、特に哺乳動物由来の幹細胞・前駆細胞を研究対象としている。本年度は、まず、プレ B リンパ球細胞の体内動態を制御する糖鎖・糖鎖受容体・糖鎖関連遺伝子の機能解析研究を進めた。レンチウィルスベクターシステムを用い、プレ B 細胞の体内動態を制御する可能性の高い糖タンパク遺伝子、糖鎖遺伝子およびその転写制御因子遺伝子の発現のノックダウンを行ったところ、目的遺伝

子発現を特異的に抑制することができ、転写制御因子・糖転移酵素発現・糖鎖構造変化・コアタンパクの発現制御全体像が解明されつつある。次年度は、動物実験モデルでの糖鎖機能検証に進むつもりである。また、ポリラクタサミン糖鎖・硫酸基修飾糖鎖の機能解析研究のための遺伝子改変動物調製ならびに糖鎖標準品調製、糖鎖受容体の機能解析などを行った。

#### 糖鎖構造解析チーム

(Glycostructure Analysis Team)

研究チーム長：平林 淳

(つくば中央第2)

概要：

本年は糖鎖エンジニアリング (SG) プロジェクトの2年目に当たり、1年目に着手した糖鎖プロファイリングとグライコプロテオミクスの2項目についてプロジェクト研究をさらに推進した。糖鎖プロファイリングを行うに当たり、レクチン・標準糖鎖間の基盤情報である結合親和力を網羅的に決定するために (ヘクト・パイ・ヘクト プロジェクト)、前年度納入した自動 FAC 装置3台をフル稼働して解析を実質推進した (50のレクチンに対する解析を終了)。第2のプロファイリング技術であるレクチンアレイ・糖タンパク質アレイについては大きな進展があった。共同研究パートナーが日本レーザー電子からモリテックスに代わったことが懸念されたが、光源、フィルター、アレイ作成プロトコル等の徹底改良を加え、相当良好な SN 費を得ることに成功した。今後は標準糖タンパク質や細胞抽出液などの生体試料を用いた機能解析への応用に大きな弾みがつくと期待される。また、これに関連した PCT 出願を果たした (単願)。一方、糖タンパク質の網羅的解析を目論んだグライコプロテオミクスにおいては、レクチンによる糖ペプチドの捕獲やナノ LC による分離、さらにはその後の糖鎖きりだし、分離、構造解析の各要素においてまだ基礎的検討を重ねる必要がある。しかし、ジーエルサイエンスと共同開発するキャピラリー分取ロボットの開発はほぼ順調に進んでおり、各種基礎的検討の結果、仕様決定に至っている。最終年度に本装置が開発されることでグライコプロテオミクス前システムが円滑に動くことが期待される。最後に、グリコサミノグリカン (GAG) の ESI-MS による構造解析には著しい進展があった。今まで解析の対象とされることが少なかったこの硫酸基含有糖鎖に関する基礎的検討を初年度に終え、本年度では特にケラタン硫酸オリゴ糖の解析においてユニバーサルルールといえるような配列決定に至るまでの規則性の発見に至った。また、これらの発見に付随する特許を複数申請した。

## 糖鎖自動合成チーム

(Glycochemosynthesis Team)

研究チーム長：西村 紳一郎

(北海道センター)

## 概要：

本研究チームには①実用的糖鎖自動合成装置開発のための基盤技術構築と、②「糖鎖構造解析技術開発関連新規プロジェクト (SG プロジェクト)」における糖ペプチド合成の2件の大きな課題が課せられている。これらを同時にしかも効果的に推進するため、糖ペプチド合成に照準を絞って高性能高分子担体の分子設計、マイクロ波による効率合成の検討をおこなった。

また「糖鎖自動合成装置 Golgi™」を作動させる上で必要な酵素に関して、つくばグループで作成した酵母細胞表層に提示された糖転移酵素が実用可能な実用的固定化糖転移酵素として有望であることも示されている。

## 「マイクロ波による新規グリコシル化反応の開発」

化学反応も大量消費時代とは異なり、現在では「省エネルギー」「グリーンケミストリー」といった観点での研究が重要な位置を占めるようになってきた。1986年以来、化学反応において「効率加熱」や「省エネルギー」という観点からマイクロ波を利用する研究が行われている。当チームでは、化学反応におけるマイクロ波効果がこれらに留まらず特異反応をもたらすことを発見し、具体的に O-アルキルグリコシド体のアセタール位が選択的に活性化されることを見出し、その結果、従来糖供与体として不適当であった「O-メチルグリコシド体」がマイクロ波照射下糖供与体として働くことを明らかにした。平成16年度は、この新規グリコシル化反応の初期知見を得ると共に、糖アミノ酸連結結合による糖ペプチド体合成において、マイクロ波照射が大幅な収率の向上と合成時間の短縮をもたらすことを明らかにした。

## 「糖鎖自動合成装置 (Golgi™) の開発」

糖鎖およびその誘導体の合成は、その操作の煩雑さから糖鎖研究領域全体における律速段階の一つとなっており、糖鎖自動合成装置の開発は糖鎖機能の研究・応用の促進のためにきわめて重要な課題である。当チームでは複合糖質への応用が容易な糖鎖設計 (合成) 法を考案し、自動合成装置の実用化研究を進めている。

平成16年度は、高反応性新規糖鎖合成用プライマーの開発に成功し、酵素反応における反応性の向上の他に、産物の簡易精製にも成果を収めた。またプライマー開発により反応の平行化、つまり糖鎖ライブラリー体の合成システムの構築に成功した。そして、これまでの知見をすべて加味して、糖鎖自動合成装置 (Golgi™) の製品版の作成計画を立てた。

## ⑰【年齢軸生命工学研究センター】

(Age Dimension Research Center)

(存続期間：2002.7.1～)

研究センター長：倉地 幸徳

副研究センター長：西川 諭

所在地：つくば中央第4、つくば中央第6

人員：15 (13) 名

経費：311,538千円 (275,591千円)

## 概要：

年齢は生命にとって本質的要素であり、老化現象だけではなく、成人・老人病等多くの疾患の危険因子として誰もが認めるものである。当センターの主要研究ミッションは、これまで謎に包まれて来た年齢軸恒常性と疾患に果す極めて重要な年齢軸の役割を分子レベルで解明し独創的新研究分野の開拓を行う事と、応用技術開発を行う基盤となる年齢軸工学の開拓にある。我々は、これらの研究を通して急速に少子高齢化が進行している我が国にあって国民の健康寿命の延長と産業社会活性の持続・増進の達成に有意な貢献を目指す。近年、ヒトを始め多くの生物のゲノム配列解明を含め生命科学と関連科学研究方法、コンピューター/IT技術の著しい発展は遺伝子や蛋白質発現の網羅的解析と生命のより総合的理解に向けた研究を可能にした。国内外の生命科学研究においては、これまでの個々の生体物質の機能・構造研究に加え、個人ゲノム多様性とファーマコジェネティクス、機能遺伝子及びRNA 同定と発現解析、プロテオミクスとグライコミクス、バイオインフォマティクス、疾患診断マーカー探索、再生医療など、新規分野が盛んになった。当センターでは、これらの研究だけに頼ってはいられない複雑な生命現象とその恒常性機序の解明と年齢依存性疾患のより深化した理解に向けて、いまだ謎の多い新分野である年齢軸恒常性調節の統合的理解を目指す研究を展開する。最近我々は血液凝固系をモデルに、世界に先駆け最初の年齢軸恒常性分子機構である ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構を発見し、それに関連する調節機構の確立と共に、年齢軸恒常性の統合的理解に向け、マウス肝臓をモデルに遺伝子と蛋白質の年齢軸網羅的解析を行ってきた。この基盤に立って、更に加齢・老化現象、免疫および脳機能等、多くの生理反応の年齢軸恒常性調節機構の解明、そして関連する疾患の機序解明に向けた研究も展開している。これらの研究活動を通して、年齢が危険因子として知られる循環器病を始め多くの成人・高齢者病の総合的理解を目指すと共に、新視点からの予防・治療法・治療薬の開発に貢献する新研究分野、年齢軸工学 (Age-Dimension Technology) の開拓を進め、新技術の積極的産業応用を目指している。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「擬微少重力培養を用いた3次元軟骨組織構築技術に関する研究」 植村

文部科学省 科学研究費補助金「破骨細胞における新規核内アポトーシス制御因子 DRANKI の機能に関する研究」 植村

文部科学省 科学研究費補助金「体内時計を伺っている視交叉上核内マスター細胞の同定」 浜田

文部科学省 科学研究費補助金「抗 HCV を目指した新規機能核酸の創製」 西川

独立行政法人科学技術振興機構「生体組織材料による骨組織の再生研究」 植村

発表：誌上発表31件、口頭発表54件、その他14件

#### 健康インフォマティクスチーム

(Health Bioinformatics Team)

研究チーム長：倉地 須美子

(つくば中央第4及び第6)

概要：

当研究チームの研究目標は、年齢軸恒常性調節分子機構の統合的解明と得られる新知識を有用に生かし、我が国高齢化社会にあつて重要な課題である健康長寿延長に資する事にある。この目標に向かって我々は最近世界に先駆け解明した最初の年齢軸恒常性機構である ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構の更なる精査と汎普遍性の検証を進め、応用技術基盤となる年齢軸工学の開発を進めている。また、年齢軸恒常性の統合的理解に向けて、血液凝固及び線溶系因子調節解析と共にマウスをモデルに肝遺伝子と蛋白質発現の年齢軸に沿った一生スパン網羅的解析と得られる結果のデータベース化を進めている。更に、がんと年齢の関係を解明するモデルとして、前立腺がんにおける膜会合蛋白質分解酵素ヘプシンの解析を進め、軌道に乗せている。これらの研究は新規年齢軸遺伝子調節分子機構の探索をめざすものでもある。これらの研究から得られる知識は、主に疾患の原理機序の解析、早期予防法及びより効果的治療法開発のための基盤となるものである。更に、年齢軸恒常性研究の新展開として年齢と共に変動する消化管免疫の解析も開始した。当センターチームは施設整備と共に平成16年度から稼働を開始した産学官共同プログラム「臨床バイオインフォマティクス研究イニシアティブ (CBIRI)」の産総研側チームとして活動しているが、それに関しては別途に記載する。又、6-13棟 SPF 動物飼育施設の機能高度化

改修のための諸作業、設計を含め早期工事実現に向け、環境整備部門、国交省、コンサルタント及び設計会社千代田テクノースと共に改築工事の計画と設計の責をとってきた。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目17、テーマ題目21

#### 構造生物学チーム

(Structural Biology Team)

研究チーム長：山崎 和彦

(つくば中央第6)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目9

#### エージディメンジョンチーム

(Age Dimension Team)

研究チーム長：植村 壽公

(つくば中央第6)

概要：

このチームは、免疫応答と免疫異常症の機構、記憶・学習機構、及び骨の代謝機構の研究に焦点を当てている。獲得免疫及び自然免疫は共にヒトの健康増進・維持に極めて重要な働きをするが、年齢でその能力は変動し、加齢と共に衰退していく。同様に、脳機能・学習能力も年齢に大きく依存し、又、骨の代謝も粗骨症などで知られるように年齢で変動する。このチ

ームの研究から得られる新知見は、これら生理反応系が関与する成人病や高齢者病の発症機構解明に役立てて行くと共に、これら疾患のより効果的な新予防法、治療法、創薬知財開発を行う年齢軸工学の開拓に貢献する。これらの研究は我々が最初に発見した ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構とは異なる新規年齢軸遺伝子調節分子機構の発見に繋がる可能性も持っているものである。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目19、テーマ題目20

### 臨床バイオインフォマティクス研究イニシアティブ (CBIRI)

連携研究体長：倉地 幸徳

(つくば中央第4)

#### 概要：

産学官集中型共同研究プログラムの研究施設は平成15年度補正予算を持って第4事業所4階に整備したが、平成16年度より疾患の早期診断マーカーの同定、早期診断、新規治療システムの創出を目指して本格的臨床試料のハイスループット解析を開始した。健康時から、主に血液検査により病気の発生を予測、予防できるように、また、罹患した場合、疾患の進展を予測し適切に早期対処できるように病気に連動した特有の蛋白質の検出とデータベース化を行い、信頼できる診断法とシステムの開発を行うものである。対象疾患は、まず急性心不全、肝臓がん、妊娠中毒などである。平成16年度初期段階では、臨床試料の取得努力と共に解析システムの微調整最適化を行い解析を軌道に乗せた。血液蛋白質のディファレンシャル・プロテオーム解析システムを開発し、肝臓がん、妊娠中毒などで成果を挙げつつある。当研究センターは産総研責任ユニットであり、又、同時に基礎研究部門を担当している。臨床研究部門は筑波大学医学部・付属病院を窓口地域病院及び他大学病院、そして技術・応用開発部門はMCBI、島津製作所、三井情報開発が担当している。

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

【研究代表者】倉地 須美子 (年齢軸生命工学研究センター/健康インフォマティクスチーム)

【研究担当者】倉地 須美子、浜田 俊幸 (職員2名)

#### 【研究内容】

年齢軸遺伝子発現安定化因子 ASE と年齢軸遺伝子発現上昇因子 AIE の結合核蛋白質の同定を種々の蛋白質解析手法を用いて行った。ASE の機能と調節機構についてはトランスジェニックマウスや抗体バンドシフト手

法、等を駆使して精査を進めている。同定した AIE 結合蛋白質の構造と機能の関係解析でも、重要な進展をみている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】年齢軸、遺伝子調節機構、ASE、AIE、結合蛋白質

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

【研究代表者】倉地 須美子 (年齢軸生命工学研究センター/健康インフォマティクスチーム)

【研究担当者】倉地 須美子、田中 拓、笠間 絵美 (職員1名、他2名)

#### 【研究内容】

肝臓核内蛋白質の年齢軸発現変動の網羅的解析を行う課題であるが、1、3、6、12、18月齢の解析を終え、解析ソフトを用いた解析を行っている。既に年齢軸に沿った異なった発現パターンが見出され、肝臓が関与する生理反応の年齢軸恒常性変動解析にとって極めて有用な基盤データを構築しつつある。この解析が完成を見れば、チャレンジ/ストレステスト、エピジェネティック解析などに要求される年齢軸肝蛋白質発現変動の解析が飛躍的に容易になると期待される。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】網羅的肝蛋白質解析、プロテオミクス、年齢軸発現変動

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

【研究代表者】倉地 須美子 (年齢軸生命工学研究センター/健康インフォマティクスチーム)

【研究担当者】倉地 須美子、磯部 拓 (職員1名、他1名)

#### 【研究内容】

年齢軸に沿ったマウス肝臓遺伝子トランスクリプトームの網羅的解析をマイクロアレイ手法を用い、年齢軸一生涯にわたる遺伝子発現変動解析、更に、成長ホルモンの影響を脳下垂体摘除と成長ホルモン再補充実験を用いた一連の実験で解明しつつある。種々の解析ソフトを駆使してデータマイニングを進め、又、データベースの構築も開始した。論文作成中。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】網羅的年齢軸遺伝子発現、マイクロアレイ、成長ホルモン依存性遺伝子

#### 【テーマ題目4】年齢軸生命工学開発 (運営費交付金)

【研究代表者】倉地 須美子 (年齢軸生命工学研究センター/健康インフォマティクスチーム)

【研究担当者】倉地 須美子、本多 徳穂

(職員1名、他1名)

## 【研究内容】

ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節機構の原理解明と共にその応用技術開発を目指す。ASE の機能汎用性の証明を達成、遺伝子治療で広く用いられる CMV プロモーターを用いた遺伝子治療用遺伝子導入ベクターの構築とトランスジェニックマウスによる検証も終了し、ASE のもう一つの機能である組織特異性に関する知見もリアルタイム PCR 法を用いて証明した。理想的な遺伝子導入ベクター作成に向けた研究を進めている。論文作成中。

【分野名】ライフサイエンス

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

## 【テーマ題目5】消化管免疫の年齢軸恒常性解析（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子（年齢軸生命工学研究センター／健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、横田 彩（職員1名、他1名）

## 【研究内容】

マウスモデルで免疫寛容成立やアレルギー発症に極めて重要な役割を果たす消化管免疫の制御機構解明に向けて、パイエル板における制御性 T 細胞および樹状細胞の機能を精査し、年齢との関連で重要なデータ取得を開始した。農水省主任研究員辻典子氏の年齢軸研究センターへの移籍を実現し、免疫チーム設立に向けた基盤を造った。消化管免疫の調節を通してアレルギー性疾患発症機構の解明及び予防・治療法開発の基盤作りを目指す。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】年齢軸、免疫寛容、消化管免疫、アレルギー性疾患発症機構

## 【テーマ題目6】ヒトプロトロンビン遺伝子の年齢軸調節分子機構解明に向けた研究（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子（年齢軸生命工学研究センター／健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、桑原 光弘（職員2名）

## 【研究内容】

正常及び異常のヒトプロトロンビン遺伝子発現ベクターを構築し発現解析を培養細胞系とトランスジェニックマウス評価系の両方を用いて行っており、ヒト血栓症発症機構の解明に貢献する。又、新規 RNA プロセッシング機構も見出した。論文投稿中。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ヒトプロトロンビン遺伝子、血栓症、血栓症発症機構

## 【テーマ題目7】ヒトプラスミノーゲン遺伝子年齢軸発現調節機構解明に向けた研究（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子（年齢軸生命工学研究センター／健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、星野 英人（職員2名）

## 【研究内容】

線溶系主要因子プラスミノーゲン遺伝子発現の年齢軸調節分子機構の解明に向けて、トランスジェニックマウスを作成し解析を進めている。この遺伝子の年齢軸に沿った発現は安定型パターンを持つこと、これまで解明したものと遺伝子エレメントの配置が異なる事などから、年齢軸遺伝子調節の新規メカニズムを持つ可能性がある。リースした SPF 施設を用いて実験を進めている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】線溶系因子、プラスミノーゲン遺伝子、トランスジェニックマウス

## 【テーマ題目8】膜プロテアーゼ・ヘプシンの機能と前立腺癌における役割の研究（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 幸徳（年齢軸生命工学研究センター／健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 幸徳、山本 圭（職員1名、他1名）

## 【研究内容】

強い年齢依存性で知られる前立腺癌は食物の欧米化や人口の高齢化に伴いわが国でもその頻度は増加傾向にある。我々は先に初めて膜プロテアーゼ・ヘプシンの発現がヒト前立腺癌初期段階で高くなり、早期診断マーカーとしての可能性を示したが、更にヘプシンの前立腺癌における役割と年齢との関係を解明する目的で、その自然基質の同定を行った。この研究は前立腺癌におけるヘプシンの役割と機能、年齢軸との関係理解に貢献すると共に、早期診断マーカー開拓と新規治療薬開発に大きな可能性を与えるものである。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ヘプシン、膜プロテアーゼ、前立腺癌、早期診断マーカー

## 【テーマ題目9】遺伝子発現制御因子および免疫系蛋白質の構造生物学的解析（運営費交付金）

【研究代表者】山崎 和彦（年齢軸生命工学研究センター／構造生物学チーム）

【研究担当者】山崎 和彦、峯 昇平、山崎 智子、山口 博司、館野 賢（職員2名、他3名）

## 【研究内容】

概要：

遺伝子発現の年齢軸制御機構の原子レベルでの解明お

よび加齢性疾患の治療への応用を目的とし、関連する因子の立体構造決定を行うとともに、計算科学的手法を用いて、分子認識機構の解析を行う。今年度は、免疫 T 細胞遺伝子発現調節に関わるタンパク質ドメインの新規立体構造を核磁気共鳴 (NMR) 分光法によって精密に決定することと、タンパク質・核酸相互作用における分子認識機構を解明すること、さらに、年齢軸恒常性分子機構に関与している遺伝子エレメント ASE に結合する転写因子が同定されたため、その配列特異的 DNA 結合性の構造生物学的解析に重点を置く。

内容：

免疫 T 細胞の分化や胎児特異的グロビン遺伝子発現を制御する転写因子 SATB1タンパク質の DNA 結合ドメインの立体構造を、NMR 分光法を用いて決定した。DNA を添加してタンパク質の NMR シグナルの変化量を解析する実験や、変異を導入したタンパク質および DNA に groove 特異的に結合する薬剤を用いて、表面プラズモン共鳴法によりタンパク質・DNA 結合定数を解析した。その結果、従来考えられてきた minor groove からの認識とは異なり、major groove からの認識であることが明らかになった。

また、年齢軸制御核酸エレメント ASE に結合する転写因子の大量発現系を構築し、精製した。ASE 配列をもつ DNA との結合を表面プラズモン共鳴法によって観測し、認識配列特異性と結合・解離速度の関係について解析した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 年齢軸制御、遺伝子発現、免疫、NMR

【テーマ題目10】 加齢と骨代謝、および加齢に伴う骨疾患治療に関する研究

【研究代表者】 植村 壽公 (年齢軸生命工学研究センター/エージディメンジョンチーム)

【研究担当者】 植村 壽公、小島 弘子、Jiang Ying、Jukka Vaaraniemi、大藪 義美、吉岡 友和、酒井 晋介、山田 康貴、田村 未来、辻川 朋子 (職員1名、他9名)

【研究内容】

骨髄由来間葉系幹細胞の分化能に関する年齢依存性、性別、疾患依存性に関して、骨 (cbfa1)、軟骨 (sox-9)、脂肪 (ppar-gamma) の発現を調べ、年齢とともに骨より脂肪に分化傾向は傾斜し、性にも依存することが分かった。またアポトーシス因子も依存し、破骨細胞の出現と相関を持って骨代謝に関わっている。OA (変形性関節症) や RA (関節リウマチ症) にも依存し、基礎・臨床両面において重要な知見を得た。

骨髄以外の細胞ソースを用いた組織工学を目指して脂肪組織由来幹細胞から cbfa1遺伝子導入により骨組織を分化誘導することに成功した。インビトロだけでなくイ

ンビボに移植し骨組織誘導に初めて成功した。J.Biol.Chem. 280 2944 (2005) など。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 間葉系幹細胞、分化、組織工学

【テーマ題目11】 加齢に伴う骨疾患治療のためのバイオマテリアルの開発

【研究代表者】 植村 壽公 (年齢軸生命工学研究センター/エージディメンジョンチーム)

【研究担当者】 植村 壽公、小島 弘子、野村しのぶ、斉藤 隆史、藤井 健男 (職員1名、他4名)

【研究内容】

フォスフォオリナーカラーゲン複合体をビーグル犬歯周病モデルに移植し評価したところ、移植後12週で歯槽骨が約1mm 伸びる実験結果を得た。これは、ビーグル犬を用いた実験であるが故に、フォスフォオリナーカラーゲンが歯周病治療に臨床現場で用いることができることの証明であり、フォスフォオリナーカラーゲンの実用化に対する大きな壁を越えたと言ってよい。今後は実用化に向けた研究に取り組む予定である。また本研究の基本特許は17年1月に特許査定され特許として有効になった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 象牙質、再生、歯周病

【テーマ題目12】 自然免疫系の活性化機構の解明と加齢による変化の解析

【研究代表者】 田辺 剛 (年齢軸生命工学研究センター/エージディメンジョンチーム)

【研究担当者】 田辺 剛、會田 雪絵 (職員1名、他1名)

【研究内容】

リガンド認識機構の解明：

- i) 自然免疫因子 Nod1, Nod2のリガンド認識部位への結合因子の同定
- ii) 獲得免疫系に対する種々の結合因子変異体の影響および疾患との関連の検討
- iii) 難治性肉芽腫形成疾患サルコイドーシスの病因解析進捗状況：

Nod family 中の因子で、難治性肉芽腫形成疾患サルコイドーシスにおいて頻度の高い遺伝子変異を同定した。機能解析の結果、リガンドに対する応答性の低下を認め、また原因菌である *Propionibacterium acnes* に対する炎症性サイトカインの産生誘導能も低下していた (現在投稿準備中)。

Nodfamily のリガンド認識機構に関して、リガンド認識部位に結合する因子を同定し、siRNA を作製して解析を進めている。

【分 野 名】 ライフサイエンス

〔キーワード〕 自然免疫、肉芽腫形成疾患

〔テーマ題目13〕 免疫レパトリー変化の年齢軸依存性  
解明

〔研究代表者〕 古川 功治（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 古川 功治、森 麻美、古川 安津子、久芳 弘義（職員1名、他3名）

〔研究内容〕

我々独自の DNA 配列と立体構造を基にしたレパトリー解析法により、免疫応答がこれまで考えられていた以上に、過去の免疫履歴に支配されていることを示した。これは、従来の単純な定説では説明できなかった様々な事象を説明しうる知見であり、免疫系の動的特性を解明する上で不可欠の要素と考えている（Biochem. Biophys. Res. Commun., 2004）。また、本解析法を免疫系シグナル伝達因子欠損マウスの解析にも応用し、その有効性を確認した（Int. Immunol., 2004）。現在、さらなる新規レパトリー解析法の開発を進めるとともに、IgG 抗体のサブクラスの違いに注目した研究にも応用している。その中で、抗体多様化の分子基盤の多様性を示唆する知見が得られており、網羅的発現解析等にも着手している。また、免疫応答の動的特性を最もよく表す抗体多様性変化の構造生物学的意義付けを行っている。前年度には成熟した抗体の熱力学的特性に関する論文を発表したが、今年度はさらに、成熟前の初期抗体と成熟後の抗体が構造特性として密接に関連していることを見いだすことができた。これは抗体工学を考える上でも非常に重要な知見である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 抗体、親和性成熟、免疫応答

〔テーマ題目14〕 年齢軸による神経可塑性変化の分子機構に関する研究

〔研究代表者〕 池本 光志（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 池本 光志、井上 浩太郎、秋月 さおり、根本 和美、宅森 将人（職員1名、他4名）

〔研究内容〕

EAAC1グルタミン酸輸送体による細胞外グルタミン酸取り込み能は、新規グルタミン酸濃度調節因子 addicisin ならびに addicisin S138A の過剰発現により抑制され、addicisin 結合蛋白質 Arl6ip-1 ならびに addicisin S18A の過剰発現により促進されること等を解明し、EAAC1グルタミン酸輸送体を介した細胞外グルタミン酸取り込み能制御技術に関する特許出願を行った。また、分泌性抗接着因子 SPARC 蛋白質を海馬へ微量投与することにより、てんかんを容易に発症させることが可能となることを発見し、てんかんモデル動物作製方法

等に関する特許出願を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 addicisin、細胞外グルタミン酸取り込み能、てんかん、可塑性

〔テーマ題目15〕

〔大項目名〕 文部科学省・科学研究費補助金「擬微小重力培養を用いた3次元軟骨組織構築技術に関する研究」

〔研究代表者〕 植村 壽公（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 植村 壽公

〔研究内容〕

RWV バイオリアクターは円筒状の培養ベセルを横方向に一軸回転することにより、細胞組織が沈降せず浮遊した状態で培養できる装置である。初年度は、ウサギ骨髄細胞をから RWV 回転培養により、良好な軟骨組織を構築することに試みた。力学的特性、軟骨に特異的なコラーゲン II やアグリカンの mRNA レベルでの発現や免疫組織化学的解析より、良好な軟骨組織が再生されていることを確かめた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 軟骨、骨髄細胞、再生工学

〔テーマ題目16〕

〔大項目名〕 文部科学省・科学研究費補助金「破骨細胞における新規アポトーシス制御因子 DRAK1 の機能に関する研究」

〔研究代表者〕 植村 壽公（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 植村 壽公

〔研究内容〕

われわれは破骨細胞に特異的に発現するアポトーシス誘導因子 DRAK1 (death associated protein-kinase related apoptosis-inducing protein kinase) のクローニングに成功した (Kojima, Nemoto, Uemura et al. J.Biol.Chem. 276(22) 19238 (2001))。この新規アポトーシス制御因子の破骨細胞における発現プロセスを観察し、骨リモデリング過程における DRAK1 の役割について調べることが本研究の目的である。

本年度は最終年度の研究として、前2年の研究結果をもとに、共焦点顕微鏡を主に用いて、ターゲットとする DRAK1 の発現、アポトーシス関連遺伝子の発現などをビビスフォスフォネートによる破骨細胞アポトーシスモデルを用いて調べた。DRAK1 のポリクロナール抗体を作製し、観察したところ、アポトーシスを起こさない場合は核内に存在するが、アポトーシスが起こるにつれ、核外に移行していくなど、DRAK1 の発現のダイナミクスに関して多くの情報を得ることができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 破骨細胞、アポトーシス、カインース

〔テーマ題目17〕

〔大項目名〕 文部科学省・科学研究費補助金「体内時計を伺っている視交叉上核内マスター細胞の同定」

〔研究代表者〕 浜田 俊幸（年齢軸生命工学研究センター／健康インフォマティクスチーム）

〔研究担当者〕 浜田 俊幸

〔研究内容〕

体内時計の存在部位である視交叉上核は脳内視床下部奥低1mm 四方の組織であり、約1万個の神経細胞から成り立つが、本研究により、その約1万個の細胞の中でバソプレッシン含有細胞が時計遺伝子を約24時間周期で発現させ、睡眠薬やうつ病薬などによる nonphotic な刺激による体内時計を動かす機構に主に関与し、外界明暗周期の体内時計への伝達にはカルビンディン含有細胞がその情報を受け取り、バソプレッシン含有細胞に伝達することにより体内時計の同調が行われ、体内時計が存在する視交叉上核からこれらの情報が脳全体、体全体に伝達され、行動のリズムを変えることを明らかとした。さらにこの体全体の環境適応機構が脳内視交叉上核神経の神経活動を変化させることで1日24時間で生活していた動物が1日28時間あるいはそれ以上の一定の安定した周期で生活できることを明らかとした。以上のことは脳内にあるたった1つの部位が体全体の神経活動性を支配していることを示唆するものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 体内時計、日内リズム

〔テーマ題目18〕

〔大項目名〕 文部科学省・科学研究費補助金「抗HCV を目指した新機能的核酸の創製」

〔研究代表者〕 西川 諭  
（年齢軸生命工学研究センター）

〔研究担当者〕 西川 諭、榎原 琢哉、福田 宏太郎、関矢 聡、西川 富美子

〔研究内容〕

C型肝炎ウイルス（HCV）は非A非B型肝炎の病原体で、慢性肝炎の主要病原ウイルスである。HCV由来の慢性肝炎の約20%は肝硬変、肝臓がんへと移行するため、重篤な肝臓疾患の要因となっている。現在までC型肝炎の治療にはインターフェロンが主に用いられているが、決定的な治療薬が存在しないため、感染者、患者数が急増しており、全世界で感染者は3億人と推定されている。申請者らはインビトロ選択法により、HCVのライフサイクルに必須のHCV自身が持つNS3プロテアーゼに特異的に結合し、その作用を抑える新機能的核酸（RNA アプタマー）の創出に成功している。本申請ではこれらを応用すべく発現ベクターを構築し、多機能的

アプタマーを発現させ、in vivoでの効果を検証することを目標とする。

HCV-NS3タンパク質はプロテアーゼドメインとヘリカーゼドメインからなるユニークな構造を持つ。今年度は抗NS3プロテアーゼアプタマーと抗NS3ヘリカーゼアプタマーのコンジュゲート発現ユニットを構築し、その効果を評価した。まず、NS3ヘリカーゼに対するアプタマーを創出し、プロテアーゼに対するアプタマーと接続することで、異なった酵素機能を持つタンパク質を相加的に阻害する多機能的な新機能的核酸を構築した。試験管内での阻害実験から両アプタマー間の至適距離等の情報を獲得した。この多機能的アプタマーはNS3蛋白質に対して、プロテアーゼ／ヘリカーゼの異なる2箇所ならびに2段階で作用でき、またタンパク質分子を複数個補足でき、単独より効果の高いことを明らかにできた。また細胞内のモデルアッセイ系においても、プロテアーゼに対しては阻害効果の増強が見られた。一方、ヘリカーゼ活性阻害についてはそれ程の増強効果が認められず、今後の検討課題となった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 RNA アプタマー、C型肝炎ウイルス、NS3プロテアーゼ、NS3ヘリカーゼ

〔テーマ題目19〕

〔大項目名〕 独立行政法人科学技術振興機構「生体組織材料による骨組織の再生研究」

〔研究代表者〕 植村 壽公（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 植村 壽公

〔研究内容〕

骨の組織工学において骨髄細胞を用いた培養骨移植法は有望な移植技術として期待されている。我々は、効率よく培養骨を再生させるため、生体外での骨髄細胞培養を還流培養システムを用いて行った。その結果、インビトロにおいては、オステオカルシン発現、アルカリフォスファターゼ活性ともに還流を行うことにより亢進した。また、生体内に移植した結果、再生骨の量も還流を行うことにより増加し、還流培養が培養骨移植を行う上で有効な手段であることが分かった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 骨、骨髄細胞、再生工学

〔テーマ題目20〕

〔大項目名〕 内部グラント（継続）ライフサイエンス「細胞外グルタミン酸濃度調節因子 addicisin による脳の慢性障害機構の解析」

〔研究代表者〕 池本 光志（年齢軸生命工学研究センター／エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 池本 光志、井上 浩太郎、

秋月 さおり、宅森 将人、根本 和美

**【研究内容】**

「モルヒネ耐性依存現象」などに代表される「脳の慢性障害」（脳神経機能障害）は、正常な脳内で営まれる「神経可塑性維持機構」が何らかの理由により破綻して発症する。本研究では、脳の慢性障害発生機序の解明を目的とし、前年度に引き続き、モルヒネ耐性依存形成因子として新規に同定した細胞外グルタミン酸濃度調節因子 addicisin（アディクシン：別名 GTRAP3-18）の分子機能解析を実施した。

昨年度の解析により、addicisin は、EAAC1以外にも addicisin 自身あるいは Arl6ip-1を標的結合因子とするだけでなく、PKC 依存的な Ser18残基のリン酸化によって細胞膜への移行が促進されることが明らかとなっている。そこで、addicisin 分子機序に関する更なる基礎的知見を得る目的で、各種 addicisin 複合体形成に必要な addicisin 分子内結合領域の同定を試みた。興味深いことに、addicisin は、その C 末側に存在する疎水性領域 II を介して、addicisin 自身ならびに Arl6ip-1と拮抗的に二量体を形成することが明らかとなった。次に、上記の各種 addicisin 標的結合因子 X を 10 nM Mifepristone の曝露時のみに過剰発現させることが可能な C6Bu-1/pSw-X 安定発現細胞株を GeneSwitch システム（Invitrogen 社）を用いて構築し、各種結合因子 X の発現量が EAAC1を介した細胞外グルタミン酸取り込み能に及ぼす影響を詳細に解析した。その結果、addicisin や EAAC1の細胞膜移行現象が観察される条件下（100nM PMA 曝露、37℃、30分間）では、EAAC1細胞外グルタミン酸取り込み能は、Arl6ip-1ならびに addicisin S18A の過剰発現により促進されるのに対し、addicisin、addicisin S138A ならびに EAAC1の過剰発現によって抑制されることが判明した。また、Arl6ip-1は、この条件下でも細胞内局在を変化させず、小胞体に存在したままであった。以上の結果は、EAAC1グルタミン酸輸送体の細胞膜表面上への輸送に伴って生じる細胞外グルタミン酸取り込み能か、1) Arl6ip1ならびに addicisin の発現量、2) addicisin の Ser18のリン酸化状態により制御されていることを意味しており、Arl6ip1ならびに addicisin 分子の恒常的機能の乱れが脳の慢性障害発生の要因となる可能性が強く示唆される。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 脳の慢性障害、恒常性、神経可塑性維持機構、細胞外グルタミン酸濃度調節因子（addicisin、Arl6ip-1）、PKC リン酸化

**【テーマ題目21】**

**【大項目名】** 分野戦略実現のための予算「健康で生産的な社会創出のための年齢軸工学プログラム」（「健康で生産的高齢化社会の創出技術開発」の修正テーマ）

**【研究代表者】** 倉地 幸徳

（年齢軸生命工学研究センター）

**【研究担当者】** 倉地 幸徳

**【研究内容】**

このプログラムは、年齢軸生命工学研究センター、ヒューマンストレスシグナル研究センター及び人間福祉工学研究部門の3ユニットが連携し、「健康で生産的高齢化社会の創出—循環器発症の予防と QOL の維持」として開始されたものであるが、平成16年度からは改組し、年齢軸生命工学研究センターが中心となり推進してきた。この研究テーマは、高齢化社会における問題、課題を同定し、分野融合の新視点からアプローチを試みる新規分野の開拓を基盤としたものである。高齢化社会に突入した我が国の健康で活力ある産業社会の持続達成は極めて重要であり、この研究課題はその基盤創りに貢献する。高齢者の寝たきりなど深刻な社会問題の原因となっている循環器病に焦点を絞り、新しい視点から疾患分子機構の解明とより効果的で安全な予防・治療法開発の為の基盤技術開拓を進め、高齢者がより健康で持続的社会的参加を可能にする社会福祉環境創りに貢献することを目指す。具体的には、年齢軸に沿ったマウス血液および肝蛋白質発現の年齢軸変動の網羅的解析、ヒト人口（ボランティア）を対象に年齢・運動の血液凝固への影響とそれに基づく運動処方構築を行ってきた。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 高齢化社会、QOL、循環器、数理モデル、老化予測・診断、マウスモデル

**⑩【デジタルヒューマン研究センター】**

（Digital Human Research Center）

（存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31）

研究ユニット長：金出 武雄

副研究部門長：持丸 正明

総括研究員：松井 俊浩

所在地：臨海副都心センター

人員：14（13）名

経費：316,385千円（214,381千円）

**概要：**

「人間」はほとんどの産業システムおよび製品にとって、それを利用する対象として設計され、あるいはまたその性能を定める根本的な部品として、もっとも重要な要素である。例えば車は人を運び、人に運転される。しかし「人間」はこのようなシステムにおいてもっとも理解の進んでいない対象である。人工的に設計・生産された部品では、その形状・構成・機能について最先端の数学的・計算機的なモデルが開発されている。しかるに遙かに複雑で洗練された人間の機能と

その行動に関するモデルはほとんど存在していない。このような意味で人間はシステムの中で“もっとも弱いリンク”であると言える。デジタルヒューマン研究センターの目的はこのギャップを埋めることにある。ここでは計算機上に人間の機能を実現し、それを利用して人間の機能と行動を記述・分析・シミュレート・予測することを目的として、人間の計算機モデルを開発していく。このような技術は人間に係わるありとあらゆるシステムを設計し運用する上で、より個人に適合させ、より簡単に使えるようになり、より調和的にするために、重要になると考えている。

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

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

している。これら観測、モデリング、提示技術の3つがデジタルヒューマン研究の3つの構成要素となる。

デジタルヒューマンの4つの研究分野：人間の機能は個人や状態、文脈に依存し、その発現メカニズムの多くは複雑かつ深遠で、科学的に解明されていない。ただし、産業応用を想定した場合、必要な人間機能が十分な精度で再現できれば有用なデジタルヒューマンとなる。必ずしも、人間機能が完璧かつ精緻に再現できなくても良い。そこで、デジタルヒューマン研究センターでは、具体的な産業応用課題を設定し、それを解決しながら、徐々に統合的なデジタルヒューマンモデルを構成していくアプローチ-Application Driven Research スタイルを取る。ここでは、大きく3つの応用シナリオを描いている。第1は、人に合わせるデジタルヒューマンで、人間の形状、運動、感覚、感性の個人差、状態差、時間変化をモデル化し、それに適合するように製品の形状や機能を設計・構成する研究である。人体形状モデルに基づく個別適合着用品の設計、手の詳細モデルに基づく製品設計、全身動作モデルに基づく自動車設計などの研究を進めている。第2は、人を見守るデジタルヒューマンである。家庭やオフィス、病院などで活動する人間の状態を、可能な限り人間にセンサを装着せずに見守り、理解する研究である。超音波センサやカメラなどを天井や壁面に取り付け、発信器を身の回りの製品類に取り付けることで、製品の動きを介して人間の行動を知る研究などを進めている。第3は、人を支えるデジタルヒューマンである。音声や力覚提示技術を介して、人間の行動、状態に即したサービスを提供し、人間の行動を支える技術である。ヒューマノイドロボットや三次元音場提示などの研究がこれにあたる。第4は、これら3つの応用シナリオの基盤となる研究で、人を知るデジタルヒューマン研究である。ここでは、もっとも原理的解明が遅れていて、モデル化の難しい心理認知機能の研究を中心に進める。人間の運動データを、動物行動学的な仮説に基づく動作素に分解し、行動の裏にある心理活動を知る研究、手術中の医師と患者のインタラクションにおいて、患者の生理心理反応を確率モデルで再現する研究などを進めている。これらの心理認知モデルを上記3つの応用シナリオに取り込み、個々の応用シナリオに関わる人間機能を必要とされる部位・解像度（精度）で再現できる統合ソフトウェアプラットフォームを構成する。

-----  
外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「マルチスレッド Lisp の実時間 GC 機能の導入とヒューマノイド行動の実現」

文部科学省 科学研究費補助金「ヒューマノイドロボットの全身把持の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「アクションアルファベット抽出に基づく日常生活行動の認識と要約の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「四次元 MRI 画像への骨モデルマッチングによる手の関節構造・骨皮膚相対変形の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「情報幾何に基づく確率伝搬法の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「形態と姿勢を再現する手のデジタルモデルの研究」

文部科学省 総合研究「人間支援のための分散リアルタイムネットワーク基盤技術の研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「スマートカーペットー動的なフットプリントからの個人属性計測法の研究」

社団法人人間生活工学研究センター「高度人体デジタル計測システム技術の開発（特徴点と表面形状から人体各部の寸法を自動計測する技術の開発）」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的基礎研究推進事業「デジタルヒューマン基盤技術」

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

独立行政法人科学技術振興機構 さきがけ「超分散マイク・スピーカーによる複数の音焦点形成」

独立行政法人科学技術振興機構「デジタルヒューマン基盤技術」

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

発表：誌上発表66件、口頭発表103件、その他10件

#### 人間モデリングチーム

(Human modeling team)

研究チーム長：松井 俊浩

(臨海副都心センター)

概要：

人間の認知・心理機能、感覚及びメンタルな反応についてのモデル化を研究する。手作業におけるヒューマンエラーの出方、手術における患者の反応、物体の手操作における触覚認知の働きなどをモデル化し、実

用的な技術につなげるとともに、パッケージ化を図り、他の技術との融合を可能な、統合人間モデルプラットフォームへの発展を図る。

研究テーマ：テーマ題目1

#### 人間適合設計チーム

(Human Centered Design Team)

研究チーム長：持丸 正明

(臨海副都心センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

#### 人間行動理解チーム

(Human Activity Understanding Team)

研究チーム長：西田 佳史

(臨海副都心センター)

概要：

人間行動理解チームの目的は、計算機上に人間行動のモデルを作成し、人間行動モデルの新しい活用法を切り開くことにある。そのために、(1)人間の日常行動を無拘束に観察する技術として、安価なセンサ群を空間に分散配置したセンサ環境を構築するためのセンサと分散センサ・ネットワーク技術を開発する。(2)観察された行動データや、既に他の研究調査や研究センターで実施した研究調査によって得られたデータを利用することで、人間行動のモデル化技術を開発する。(3)上述の技術をベースとして、行動シミュレーション技術や人間を見守る環境を開発し、医療教育への応用や、安全・安心・快適な環境・機器の設計支援への応用や、福祉分野における事故防止支援システムへの応用を図る。これらの研究を通じて、「人を見守るデジタルヒューマン技術」を具体的に構築・検証することを目指す。

研究テーマ：テーマ題目4

## ヒューマノイドインタラクションチーム

(Humanoid Interaction Team)

研究チーム長：加賀美 聡

(臨海副都心センター)

## 概要：

将来ロボットが人間の身近で作業することを可能にする要素技術として、ロボットの自律性と対人機能の向上を目指して研究を進めている。どちらの要素もモーションメカニカルなデジタルヒューマンモデルが重要となる。このために、1) ヒューマノイドロボットの歩行と全身運動の自律性向上のための認識・計画・制御機能と、これらを統合した行動システム、2) 人間の歩行の力学的モデリングと六軸床反力・分布圧力の計測システム、3) オフィスなどの屋内環境での対人サービスのための位置同定、地図作成、経路計画、動作制御、インタラクションの各機能、4) ロボットの実時間分散プロセッサ環境の構築、の研究を行っている。これらの各項目の研究を通じて、「人を支えるデジタルヒューマン技術」を実証的に研究開発していく。

研究テーマ：テーマ題目5

-----  
[テーマ題目1] 心理・生理・運動表出モデルの研究

[研究代表者] 松井 俊浩 (デジタルヒューマン研究センター)

[研究担当者] 中田 亨、宮田 なつき、宮腰 清一、山崎 俊太郎、多田 充徳、(併任) 加賀美 聡、西田 佳史、堀 俊夫、西脇 光一 (職員10名)

## [研究内容]

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

ハンドのモデル化の研究においては、広範囲の実例をもとにしたハンドモデルを構成し、ありそうな(実際的な)物体を把握する動作を生成する。MR-compatible の力センサを活用し、FEM 解析によって人間の指先の材料定数のモデル化、接触力学のモデル化、滑り知覚メカニズムのモデル化を行う。人間の全身動作の解析と表現では、TV カメラ動画像により人間の全身動作を認識し、特徴的なセグメントに分割することで動作を理解する手法を研究する。また、メモリベースな方法によってさまざまな局面で安定を保ちつつ動歩行するモデルを研究する。ヒューマンエラーの起こりにくい機器を設計するために、機器操作における成功・失敗の事例を収集し、空間認知、記憶の符号化、失敗からの学習、感情の

影響などを含むグラフィクスによるデモシステムを構築する。手術シミュレーションにおいては、収集した操作-反応から確率モデルを構築し、CG を用いて実際に手術トレーニングに使えるようなインタラクティブな手術シミュレータの開発に発展させる。

[分野名] 情報通信

[キーワード] シミュレータ、ヒューマンエラー、プラットフォーム

[テーマ題目2] オンデマンド着装品ビジネスのための基盤研究 (運営費交付金+科学技術振興機構 CREST+受託研究費、各企業と共同研究)

[研究代表者] 持丸 正明 (デジタルヒューマン研究センター)

[研究担当者] 持丸 正明、河内 まき子、木村 誠、土肥 麻佐子 (職員2名、他2名)

## [研究内容]

人間機能を計測・モデル化し、それに適合する機器を設計・製造する計算機援用技術、およびそれらの製品を個人に合わせて推奨・販売する電子商取引技術を開発する。このために、人間の形状・変形・運動の計測技術、それを計算機上で再現するモデル化技術、モデル化された人間特性を多数蓄積し、知的再利用に向けて整備するデータベース技術、再現結果の提示技術、および、人体モデルと製品の適合性を計算機上で評価する仮想評価技術の研究を行う。人体部位・製品アプリケーションを特定して具体的に進めながら、他の人体部位や製品に広く展開しうる手法体系の確立を指向する。靴、下着、メガネ、サポータ、ガスマスクなどの着装品を、人体特性に適合するように設計・構成するための技術として、設計機械であるコンピュータに、設計対象である製品だけでなく、その利用者である人間の機能をモデル化して再現する研究を行う。人間特性としては、人体形状の集団特性や個人特性 (生理解剖機能) を基盤とし、それに、運動中の形状変形 (運動機械機能)、触覚や圧迫感、嗜好や感性 (心理認知機能) を加味したモデルの開発を行った。また、そのために必要となる計測技術の開発と、企業との連携による具体的な応用技術の開発を並行して行った。(a) 静的な人体形状モデル化技術：標準足モデルを再分割して計測データにフィッティングすることで欠落のない高密度足モデルを生成する技術の開発。(b) 動的変形計測：靴設計に必要な足部主要断面 (3断面) の歩行中の変形を、0.5mm の精度で計測する技術。(c) 製品設計応用：青年男女100名の頭部形状、高齢者男女200名の頭部形状について系統的な形状差を明らかにするとともに、代表人体モデルを合成し、メガネフレーム・ガスマスク・シューズ適合設計に活用 (製品試作段階)。(d) 感覚知覚モデル：足形状、足裏材料特性、触覚感度分布と靴のフィット感の関係を明らかにした。

(e) 感性モデル：メガネをかけたときの印象を、顔のかたちとメガネのかたちから予測する研究を開始した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人体形状、人間計測、感性工学

【テーマ題目3】製品設計用ヒューマンシミュレータの研究（運営費交付金＋科学技術振興機構CREST＋科研費＋資金提供型共同研究＋コンソーシアム）

【研究代表者】持丸 正明（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】持丸 正明、河内 まき子、  
宮田 なつき、多田 充徳、川地 克明、  
吉田 宏昭、青木 慶  
（職員5名、他2名）

【研究内容】

製品をコンピュータ上で設計するだけでなく、設計時に強度計算やコスト予測、あるいは部品の調達予測などを、実物の試作をできるだけ作らずに行う「デジタルモックアップ」というコンピュータ支援技術が進んでいる。ところが、実際にユーザの使い勝手を評価しようとする、デジタル化された製品モデルを実体のモックアップにして、それを実際の人間に使わせ、人間特性を実測・評価するステップが必要になる。これではデジタルモックアップの意味がない。そこで、人間機能をデジタル化して、コンピュータの中に再現し、人間適合性を仮想評価する CAE ツールが提案されてきた。コンピュータマネキンと呼ばれるもので、すでに市販ソフトウェアが自動車会社や航空会社などで設計に活用され始めている。さまざまな全身体型を再現でき、寸法適合性などを設計段階で評価できる。市販のコンピュータマネキンを実際に設計段階での製品仮想評価に活用しようすると、いくつかの課題があることが明らかになってきた。(1) 機能寸法の正確な再現、(2) 動作の自動生成、(3) 人間のような製品評価機能の再現である。われわれは自動車会社・住宅会社・ソフトウェア会社からなるコンソーシアムを立ち上げて、上記の(1)から(3)の課題を解決する要素技術研究を進めている。上記(1)に関連する技術として手を前方に伸ばしたときの寸法（機能寸法）の精度を統計的に検証する技術を確立するとともに、それを再現するための肩関節モデルの研究を行った。(2)については動作目標を達成するための動作戦略の違いを類型化する技術を開発した。具体的には自動車に乗り込むときの動きが普通に足からはいるだけでなく、頭から乗り込む動きがあることを分布図上で分類した。また、それぞれの動作群を代表する動作の生成を実現した。(3)については、心理学的に人間が製品を評価するときの認知構造を解明する研究を行った。評価グリッドと呼ばれる方法論で、これを自動車乗降動作の「乗り降りのしやすさ」に適用した。この結果、乗り降りのしやすさには関節や

腰の負担だけでなく、足元の明るさなど視覚認知的要因が含まれていることが明らかになった。

携帯電話、リモコン、カメラ、パッケージなどの設計・操作性評価には、全身的な体形以上に、詳細な手のモデルが求められる。そこで、われわれは、全身モデルだけでなく詳細な手の機能モデルの開発を進めている。具体的には手の寸法・形状・構造・運動・摩擦・触覚・認知などの機能をコンピュータ上で再現するための、手の特性データの蓄積とモデル化、CG による可視化の研究を行っている。第一は手のサイズバリエーション生成の研究である。100人の被験者について80項目以上の寸法を計測し、その個人差分布を分析することで日本人の手を代表する9個の3次元手モデルを生成した。第二は前年度までに開発した手の構造モデルに基づく運動計測・生成の研究である。体表面に貼り付けたマーカの位置から関節中心を推定する技術を開発し、さまざまな径の円筒を掴む動作を計測し、それをコンピュータ上で精度1.2mm で再現提示するとともに、実測しなかった径の円筒把持姿勢を生成した。第三は摩擦と触覚モデルの研究で、モノの表面を指先でなぞるときの摩擦を実測しモデル化した。この摩擦モデルは、ゼリーやヨーグルトなどのパッケージの蓋の開けやすさに応用された。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間工学、デジタル設計、デジタルヒューマン

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

【研究代表者】西田 佳史（デジタルヒューマン研究センター 人間行動理解チーム）

【研究担当者】西田 佳史、堀 俊夫、本村 陽一  
（職員3名）

【研究内容】

本研究の目的は、日常生活環境において無拘束に人の行動を観察する技術、観察された行動データから人の行動モデル（デジタルヒューマン）を用いてその人の状態を解析・推定する行動解析技術、推定結果に基づいて日常生活環境を制御することで、危険防止、事故の早期発見、生活向上支援などを行う行動活用技術を開発し、これら3つの要素技術を人間支援空間として統合し、医療・福祉分野、住宅分野、教育分野へ応用することを通じて「人を見守るデジタルヒューマン技術」を具体的に構築・検証することにある。

人間行動観察技術に関して、以下の成果を得た。空間中の様々な場所で生じる行動を頑健に計測することを目的に、H15年度までに開発してきた超音波ロケーション計測システムの改善として以下の開発を行った。1) 超音波の指向特性を考慮した高精度な位置推定アルゴリズムを開発した。その結果、誤差が従来比で35%まで軽減

(200mmであったものが70mm以下)された。2) 簡便な取り付けを可能とする無指向型超音波センサおよび全方位型3次元計測用超音波ロケーションシステムを開発した。その結果、センサの数が5%まで軽減可能となった。3) 超音波タグシステムと超音波レーダシステムを統合可能なハードウェアを開発した。低プライバシー侵害性の特徴を有する超音波レーダは、10cmの精度で頭部位置を計測可能である。この超音波レーダシステムをセンサルーム(寝室)に設置し、無拘束な行動観察機能を実現した。さらに、企業と協力し、医療機器の出展会(モダンホスピタルショー)で出展した。4) 環境に関する知識(天井の大きさなど)を利用することで広い範囲に渡って取り付けられた受信器の位置を高精度にキャリブレーションするための境界拘束法を開発した。5) センサの取り付け回数を軽減できる全方位超音波位置センサを開発した。超音波計測に関する位置演算アルゴリズム、システム構成、キャリブレーション手法に関して特許を2件出願した。また、H16年度は、これまで開発してきたロケーション計測技術に関して、企業へのライセンスを行い、企業を通じて販売を開始した。

行動モデル化・行動解析技術に関しては、以下の成果を得た。構成論的アプローチに基づく乳幼児行動の総合的理解、および、家庭内事故という複雑系のメカニズムを解明することを目的に、保育所、病院で乳幼児事故のデータ収集を開始し、さらに、センター内で構築したセンサルームを用いて、のべ22人の乳幼児行動計測を行って、行動データを蓄積した。また、行動・事故・物体データベース、行動確率モデル化ソフトウェア、生理モデル、行動観察センサルームを統合したシミュレータを作成した。生理モデルに関しては、小児科医師と協力し、サーカディアンリズム、乳幼児の睡眠サイクルに関する知見、睡眠障害要因(いびき・体動)、日中活動量、基礎体力などをモデルの基本変数・プロセスとする睡眠生理モデルを作成した。また、ゲーム用の可視化エンジンを用いることで、計算機上で仮想的に構築された環境で乳幼児の行動を表示する機能を実現した。さらに、事故履歴データから屋内での事故発生状況に関する統計データを整備し、これから自動的に確率モデルを構築するソフトウェアを開発した。

行動活用技術に関しては、以下の成果を得た。センサネットワークによる見守り支援が必要とされている現場として特別養護老人ホームに焦点をあて、高齢者の車椅子からベッドへの移乗行動のモニタリング機能を実現し、特別養護老人ホームでのシステム検証実験を行った。具体的には、H15年度までに老人ホームに整備したセンサ・システムを運用し、長期間(2ヶ月)に渡り安定して動作することを検証した。また、高齢者の日常活動データを2ヶ月間、蓄積した。さらに、第二の応用として、センサネットワークを第二言語習得支援へ応用し、英会話教室と共同で、教育効果の検証実験を行なった。具体

的には、英会話学校と共同研究を実施し、「行動に基づく語学学習支援システム」(超音波センサ100個程度、超音波タグ5個程度の規模)を構築した。教育効果を検証するための語学学習用教材を試作し、従来の学習法(テキストに基づく語学学習)と比較することで、その学習効果を検証した(被験者数10名)。自由再生テストの結果、従来の学習法に比べて102%程度再生率が向上することを確認した。開発した教材は、位置とその周辺の物体に基づいて準2級レベルを中心とした日常生活関連動詞50個を、映像と音声を用いて出力する機能を備えたものである。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間行動、シミュレーション、安全、事故防止、教育支援

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

【研究代表者】加賀美 聡(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】加賀美 聡、西脇 光一、宮腰 清一、(併任)松井 俊浩(職員4名)

【研究内容】

ヒューマノイドロボットが人のように安定して移動し、物体を把持し、人間を認識してインタラクションを行う機能を統合した対人サービス用ヒューマノイドロボットの研究を行うことが本チームの目的である。主に二つの方法で研究を行う。a) ヒューマノイドロボットの自律性向上の研究：対人サービスアプリケーションを目的に、人間の運動モデルをヒューマノイドロボットに応用し、ロボットの運動を効率化・高速化・安定化する研究を行う。b) 人間のモデル化と対人インタラクション機能の研究：人間の動きを予測・解析可能な運動モデルの獲得と、人間の動きに学んだロボットの動作の改良、人間を観察する手法の研究を行う。

対人サービス可能なデジタルヒューマン技術の確立のために平成16年度は五つのサブテーマの研究を行った。

1) 歩行、全身運動、物体把持、視覚、触覚、音声、などを統合した対人サービス用ヒューマノイドロボットのシステム開発、2) ヒューマノイドの全身動作生成、リーチング、物体把持のための基本機能の研究、3) ヒューマノイドロボットの自律移動のための基本機能の研究、4) 二足歩行のデジタルヒューマンモデルの獲得と、これによるヒューマノイドロボットの歩行改善、5) 対人インタラクションのための視覚・音声機能の研究。それぞれの項目では下記の研究を行った。

1) 対人サービス用ヒューマノイドロボットシステムの設計・開発

平成15年度に対人サービス用全身型ヒューマノイド

ロボット HRP2-DHRC を開発した。このロボットを用いて環境を計測し、動作を計画しながら、全身を制御して対人サービスを行うヒューマノイドロボットシステムを開発する。

2) 全身動作・把持・リーチング手法の研究

人間のデータを核とした力学的・形状・機構的なモーションプランニング手法の開発とヒューマノイドロボットでの実現。三次元視覚に基づく物体の発見や位置姿勢認識手法の研究。物体へのリーチング、全身自由度の有効な使い方の研究

3) 視覚を用いたロボットの自律歩行（移動）機能の研究

視覚からの SLAM（位置同定と地図作成）手法の研究。得られた地形情報からの高速な移動計画手法の研究。グローバルな経路計画とローカルな接地計画を統合する手法の研究とシステム開発。

4) 高速・効率的・安定な二足歩行のデジタルヒューマンモデルの確立

人間の歩行のモーションキャプチャ、床反力計測・分布圧力計測を行いモデル作成とデータベース作成を行う。このデータから人間の力学的パラメータの同定手法を研究する。次に得られたモデルからロボットの歩行と人間の歩行を比較し、人間の歩容のモデル化を行う。また人間の歩行をモーションキャプチャシステムにより計測し、個人特徴を計測する手法を研究する。

5) 視覚と音声による対人インタラクション機能の研究

三次元視覚を用いたシーンからの人間発見・姿勢推定。人間形状データベースからのマッチング手法の開発。形状データベースの作成、視覚からの人間の視線検出・顔の向き検出手法の研究、マイクアレイに音源定位・音源分離手法の研究、マイクアレイからの音声認識システムの開発

6) 実時間分散ネットワークプロセッサの設計

ヒューマノイドロボットの制御と視覚・音声処理や経路計画のような計算能力向上の為の実時間分散ネットワークプロセッサ RMTP を設計し、このプロセッサ上で動作する Linux をベースにした実時間 OS の検討を行った。

[分野名] 情報通信

[キーワード] ヒューマノイドロボット、二足歩行、三次元視覚、地図作成、位置認識、経路計画、実時間分散ネットワークプロセッサ

⑩【近接場光応用工学研究センター】

(Center for Applied Near-Field Optics Research)

(存続期間：2003. 4. 1～2009. 3. 31)

研究センター長：富永 淳二

副研究センター長：深谷 俊夫

所在地：つくば中央第4、

近接場光応用工学研究センター

人員：11 (10) 名

経費：205,176千円 (175,471千円)

概要：

産業技術総合研究所中期目標に掲載されている、「鉱工業の科学技術分野」の「(1)社会ニーズへの対応」において、「2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現-情報化基盤技術の第4項」である、「大容量・高速記憶装置技術の新たな応用の開拓と新規産業の創出を目的として、光による情報記録を波長の数分の1程度の微細領域で可能とする技術を確認する」を実現するため、「近接場光応用工学研究センター」のミッションは、産総研独自技術「スーパーレンズ」方式を利用し、真にサブ TB から1TB の記憶容量を有する大容量光ディスクシステムの研究開発と、その派生技術として研究が進められている貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いた局在プラズモン光型高感度光センシング技術の開発に重点を置くとともに、局在光（近接場光、表面プラズモン光）の産業利用を促進する上で重要となる基礎原理の解明にある。特に「スーパーレンズ」技術を用いた大容量光ディスクシステムにおいては、経済産業省が平成14年度から開始した「情報通信基盤高度化プログラム」内の「大容量光ストレージ技術の開発事業」テーマに財団法人光産業技術振興協会と共に参加しており、「スーパーレンズ」技術の高度化を検討していくものである。近接場光応用工学研究センターは、国内の光ストレージ産業のさらなる発展と、リスクの大きい新規光ストレージ技術開発を中心に、次世代の光記録システム研究開発の国内拠点となるばかりでなく、広くその高精度光技術を核とした新規光デバイス分野の開発拠点として、7年間の研究開発をリードしていく。近接場光応用工学研究センターの研究組織は、スーパーレンズ・テクノロジー研究チーム、表面プラズモン光応用デバイスチーム、およびそれらの基盤をサポートしさらに新規光デバイスの創製を担当する近接場光基礎チームから構成されており、それぞれが相互に協力し合いながらテーマにおける課題の解決、推進を行う。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「大容量光ストレージ技術の開発事業」

財団法人金属系材料研究開発センター「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（Xθ型大電流電子ビームによる高密度・高速描画装置の開発）」

財団法人兵庫県国際交流協会「International Workshop on Super-RENS, Plasmons, and Surface Recording」

Science & Technology (ISPS2005)」

文部科学省 科学研究費補助金「金属酸化物薄膜のナノ爆発による金属ナノ微粒子3次元配列構造作製と特性解析」

文部科学省 科学研究費補助金「ナノヒートスポットによる低コスト・高速・大面積の微細加工法の研究」

発 表：誌上発表24件、口頭発表59件、その他6件

-----  
**スーパーレンズテクノロジー研究チーム**

(Advanced Super-RENS Technology Research Team)

研究チーム長：中野 隆志

(つくば中央第4)

概 要：

サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世代大容量光ディスク・システムの研究開発

本研究では、独自技術として開発を進めてきた光学非線形薄膜を応用した光超解像技術「スーパーレンズ」を青色レーザーを用いた最先端の DVD 光学系へ適応し、中間目標値 (60nm のマークを30dB 以上の信号強度で検出) を達成することで、サブテラバイトの記憶容量を有する大容量光ディスク・システムの実現をめざす。この目的のため、ディスク材料の開発、構造の最適化、信号検出・処理技術の最適化を共同研究企業と一体となって進めている。

研究テーマ：テーマ題目 1

**表面プラズモン光応用デバイス研究チーム**

(Applied Surface Plasmon Device Research Team)

研究チーム長：栗津 浩一

(つくば中央第4)

概 要：

貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発

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

研究テーマ：テーマ題目 2

**近接場光基礎研究チーム**

(Nano-Optics Research Team)

研究チーム長：深谷 俊夫

(つくば中央第4)

概 要：

近接場光基礎研究

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

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

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

**[研究代表者]** 中野 隆志 (近接場光応用工学研究センター)

**[研究担当者]** 島 隆之、栗原 一真、富永 淳二 (兼務)、深谷 俊夫 (兼務)、桑原 正史 (兼務)、Paul Fons (兼務)、Kolobov Alexander (兼務) (職員7名、非常勤職員2名、ポスドク1名、外部共同研究者数 (非公開))

**[研究内容]**

近接場光、表面プラズモン光、局在プラズモン光を応用して超高密度光ディスクを開発することを目的として研究を行っている。本研究は2サブテーマに分かれており、運営交付金とマッチングファンドを利用した企業との開発型共同研究と経済産業省の「大容量光ストレージ開発事業」による先端基盤技術研究からなる。近接場光応用工学研究センターでは、特にスーパーレンズと呼ばれる独自の光学非線形応答薄膜を研究の核として、光による解像限界以下の微細な記録マークを高感度で読み出すための技術開発を行っている。平成16年度の成果として、①H15年度の研究成果をさらに発展させ、青色レーザー光学系に適用し50nm で40dB 以上の信号強度を得た。②読み出し原理においては、相変化材料の二次転移現象が生み出す大きな電気双極子が超解像現象の原因であることを突き止め、強誘電体破壊モデルを提案した。また、この結果を裏付ける構造結果を EXAFS の実験から得た。

**[分野名]** 情報通信

**[キーワード]** データストレージ、先進光技術、光ディ

スク

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

【研究代表者】粟津 浩一（近接場光応用工学研究センター）

【研究担当者】藤巻 真、富永 淳二（兼務）（職員2名、非常勤職員1名、連携大学院制度による大学院生2名）

【研究内容】

平成14年度に「スーパーレンズ」の派生技術として開発された新規貴金属ナノ構造体作製技術（貴金属酸化物のプラズマ還元法）を用いて、新規光デバイスの創製、分子センシングへの応用を図っている。平成16年度は、平成15年度に引き続き、Ag ナノ粒子作製条件の検討と、ラマン分光法と組み合わせた高感度分子認識技術を応用したプロトタイプの作製と実証を中心に研究活動を展開した。その結果として、①酸化銀薄膜による表面増強ラマン分光法により、 $10^{-7}M$  の分子検出に成功した。②酸化銀薄膜をプラズマ還元することで50nm 径の銀ナノ粒子を安定に作成できる技術を開発した。③流路型酸化銀分子センサーの試作を行い、動作確認ができた。

【分野名】情報通信

【キーワード】ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス

【テーマ題目3】近接場光基礎研究（運営交付金）

【研究代表者】深谷 俊夫（近接場光応用工学研究センター）

【研究担当者】Alexander Kolobov、桑原 正史、Paul Fons（職員3名、非常勤職員1名）

【研究内容】

新規近接場光応用システム・デバイスの提案およびセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規近接場光応用システム・デバイスの探索研究を実施し、実験及びコンピューターによるシミュレーション技術を用いて、局在光の特性を正確に把握すると共に、新規光デバイスの創製を検討している。平成16年度の主な成果として、放射光利用 X 線構造解析によって、スーパーレンズ関連記録材料の原子レベルでの構造を研究し GeSbTe 相変化記録材料について、従来とは解釈が異なる結晶-アモルファス構造モデルを世界に提唱した。このモデルは Ge の Te 格子内でのスイッチング効果をその構造変化の主因とするもので GeSbTe が強誘電体材料であることを明確に示し、スーパーレンズの読み出し原理の解明への鍵を提供できた。

【分野名】情報通信

【キーワード】ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス

⑩【ダイヤモンド研究センター】

(Diamond Research Center)

(存続期間：2003.4.1～)

研究センター長：藤森 直治

副研究センター長：大串 秀世

総括研究員：山崎 聡

所在地：つくば中央第2、関西センター

人員：17 (16) 名

経費：464,929千円 (240,618千円)

概要：

1. ダイヤモンド研究センターの目的

ダイヤモンドは様々な優れた特性を有しており、その利用は広範囲になると考えられている材料である。ダイヤモンドの気相合成法が確立されて以後様々な製品開発が行われてきたが、現状では限定された製品への展開に留まっている。当センターは材料としてのダイヤモンドの可能性、とりわけ電子材料としての応用を大きく花開かせるために、物性の基礎的な研究、素材の合成から製品開発まで幅広く研究を行う。

特にエレクトロニクス分野での製品開発を通じ、日本の工業へ貢献することを第一の目的として活動を行う。このために、国として進められる各種のプロジェクトに積極的に参画すると共に、技術の企業への移転やベンチャービジネスの創設等を通じて製品化の実現を図る。

当センターはダイヤモンドに関する様々な技術課題に取り組むことで、世界のダイヤモンド及び関連技術の進歩発展に貢献する。ダイヤモンド関連技術の情報を積極的に発信すると共に、情報集積基地としての機能を持てるように、様々な機会を企画する。

2. 研究開発課題及び目標

ダイヤモンドのこれまでの研究ならびに製品開発状況から、以下の研究課題を設定する。

1) ダイヤモンドの様々な応用に適合した特性への到達する研究。とりわけダイヤモンドの特徴的な課題として n 形半導体の作製と pn 接合の形成、低電圧電子放出、紫外発光の効率向上、各種の表面修飾を可能とする表面構造制御を挙げることができる。

2) ダイヤモンドを利用した各種のデバイスを企画、設計し、製造工程を確立する。実用的なデバイスを試作することによって、その特性を評価して、要求との比較を行える開発体制を整える。ダイヤモンドに特徴的な物性を生かし、半導体デバイス、発光デバイス、真空デバイス、表面弾性波デバイス、センサー及びこれらをインテグレートしたデ

バイスを開発する。ダイヤモンドの持つ安定な表面構造を生かし、化学及びバイオ関連デバイスも重要課題として取り組む。

- 3) ダイヤモンドの応用に欠かせない単結晶基板を製造する方法を確立する。気相合成技術を用いて1インチ以上の、実用に供することができる基板の製造技術を確立する。このために合成装置の開発やホモならびにヘテロエピタキシャル成長の手法の開発を進める。

7年のセンター設置期間における製品化の目標として以下の具体例を挙げる。

- 1) 大型単結晶基板の開発→1インチ及び2インチ
- 2) 高効率紫外発光デバイスの開発
- 3) 真空マイクロ高周波デバイスの開発
- 4) バイオセンサの開発

当初2年間で具体的な製品化目標を明確にし、順次その実現に向けた検討を進める。

外部資金：

経済産業省／原子力試験研究委託費

「重イオンマイクロビームによる化学結合状態分析法に関する研究」

経済産業省／原子力試験研究委託費

「動的アニール・ソフトイオンビームプロセスによる高品質ダイヤモンド半導体基盤技術の研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノテクノロジープログラム（ナノテク実用化材料開発）ダイヤモンド極限機能プロジェクト」

独立行政法人科学技術振興機構

「高密度励起子状態を利用したダイヤモンド紫外線ナノデバイスの開発」

独立行政法人国立環境研究所

「平成16年度新たな炭素材料を用いた環境計測機器の開発委託業務」

財団法人京都高度技術研究所

「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（デスクトップイオン打ち込み装置の研究開発）」

財団法人京都高度技術研究所

「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（有機EL封止膜の製造技術および装置の開発）」

独立行政法人科学技術振興機構

「ダイヤモンドの超音波加工技術」

経済産業省／地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

「錠剤成形用精密金型の高寿命化」

発表：誌上発表20件、口頭発表33件、その他0件

#### 材料プロセス研究チーム

(Material and Process Team)

研究チーム長：山崎 聡

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンドの物性及び関連する要素を含めた特性の把握と、それらの向上を図ることを目的とする。ダイヤモンド極限機能プロジェクトの担当する「ナノドーピング」、「ナノ界面制御」の2課題について、最終目標値を達成もしくは見通しを得ることを目標とする。p、n型ダイヤモンドのキャリア濃度向上に向けて、浅い準位形成に向けた新たな手法検討を、理論と合わせ進める。BECの確認を目指し、実験データの解析を推進する。紫外発光空間領域の評価技術確立を行い、BECの確認に結びつける。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

#### デバイス開発チーム

(Device R&D team)

研究チーム長：鹿田 真一

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンドによる製品化を目指した各種デバイス（発光、電子放出、高周波、バイオセンサー等）の開発を行う。非線形光学効果を利用した235nmの紫外線発光ダイオード、負性電子親和力を利用した電子放出源、SAWやMEMS等のパッシブなデバイスや部品がダイヤモンドの物性的な特長を利用したデバイスとして考えられる。微細加工技術や電極形成等のデバイス関連基本技術についても、応用分野からの要求を踏まえた開発を行う。ナノスケールのデバイス製作能力を備え、材料プロセスチームの開発した最先端の半導体ダイヤモンド材料を使って、具体的な応用を目指した開発を実施する。ダイヤモンドの多様な機能を応用に展開するのは、需要との緊密な連携が重要であり、積極的に協業を推進する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

#### 表面デバイスチーム

(Surface Functionalized Device Team)

研究チーム長：Nebel Christoph Erwin

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンドは表面物性が特異であり、この利用が

応用の広がりにとって非常に重要と考えられる。表面デバイスチームでは表面物性の評価とこれを利用したデバイスの開発を進めている。

電子放出にとって重要な負性電子親和力の確認及び電気化学的特性評価等の表面物性研究、負性電子親和力の実現や DNA の固定を含む表面修飾技術などの研究が主体となる。また、ダイヤモンドが持つ、生体親和性と DNA 固定能力を利用してバイオセンシング応用を目指す、容量結合型バイオ検出器や、平面形ヘテロ接合トランジスタや高い感受性を付与された生体機能付加形電気化学的検出器などのような、単極性および両極性デバイスの実現を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 単結晶基板開発チーム

(Diamond Wafer Team)

研究チーム長：堀野 裕治

(関西センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 3

#### デバイス企画チーム

(Device planning team)

研究チーム長：朴 慶浩

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンド材料の特異物性を活用する応用開発・展開について、実応用の現場からのアウトカムの視点を重視した調査・企画を行う。又、特異物性のハイブリタイゼーションを推し進める事により複合機能発現化を促進し、エレクトロニクス分野を足掛りとして複合分野での新たな応用製品の創出を図る。この様な新規なデバイス応用に関して、知的財産を含む情報集積・展開の材料研究開発への知的インテグレーション機構の構築の実現も図る。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

-----  
**[テーマ題目 1] ダイヤモンド紫外発光デバイスの開発**  
 (運営費交付金、外部資金/科学技術振興機構 戦略的創造基礎研究事業

CREST)

[研究代表者] 藤森 直治 (ダイヤモンド研究センター)

[研究担当者] 大串 秀世、山崎 聡、朴 慶浩 他  
 (職員5名、他8名)

[研究内容]

ダイヤモンドの励起子の非線形紫外線発光を利用した、発光デバイスの開発を目標に、非線形現象に関連した励起子のボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) の可能性の検証から、(111)面を用いた p 形・n 形の合成、pn 接合の製作、微細加工技術の開発、デバイス構造の設計とその作製を行い、紫外線発光デバイスを試作している。発光波長が235nm と蛍光灯における水銀の発光波長に近いことから、高効率・水銀フリーの蛍光灯への応用を、また、BEC の結果生じる超放射光の応用を視野に入れている。

平成16年度の進捗としては、以下の通りである。

- ・ BEC の特徴である化学ポテンシャルがゼロになる領域を励起子系のガス温度と格子温度が一定な40K 付近で見出すことに成功し、非線形現象が BEC と強く関連することを明らかにした。
- ・ n 形アモルファスシリコンによるヘテロ pn 接合およびホモ pn 接合を製作し、これらに接合特性と EL 特性を評価した。
- ・ フォトレジスト、電子ビーム露光により微細加工技術の向上をはかるとともに、その計測技術の開発に着手した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ダイヤモンド半導体、励起子、紫外線発光、ナノデバイス

[テーマ題目 2] **ダイヤモンド伝導制御技術の開発** (運営費交付金、外部資金/NEDO ナノテクノロジープログラム (ナノテク実用化材料開発) ダイヤモンド極限機能プロジェクト)

[研究代表者] 山崎 聡 (ダイヤモンド研究センター材料プロセス研究チーム)

[研究担当者] 山崎 聡、大串 秀世、朴 慶浩、鹿田 真一、Christoph Erwin Nebel 他  
 (職員7名、他7名)

[研究内容]

電子デバイスへの応用を目指した産学官連携の国家プロジェクト“フォーカス21、ダイヤモンド極限機能プロジェクト”において、国研の立場から材料・プロセスの基盤技術開発を展開している。同時にトランジスタ・電子線源の試作や、ダイヤモンドの特異な表面機能を活用した表面機能化デバイスのための研究開発を行い、ダイヤモンドのデバイス化に必要な要素技術の確立を図っている。

平成16年度の進捗としては、以下の通りである。

- ・ p 形で  $2\Omega\text{cm}$  の低抵抗を実現し、n 形でホール測定で n 形を示し、測定値として  $10^{13}/\text{cm}^3$  のキャリア濃度を実現しているが、ホッピングの影響が見えており、さらに高品質化を目指した。
- ・ 酸素終端膜での  $10^{-5}\Omega\cdot\text{cm}^2$  以下のオーミック電極を実現した。
- ・ 電子スピン共鳴法によって検出した水素関連欠陥と CL フリーエキシトンの関連を明らかにした。
- ・ p 形ダイヤモンド表面の負の電子親和力を確認した。n 形についても明らかにする。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体デバイス、ドーピング技術、界面制御技術

【テーマ題目3】 単結晶基板開発（運営費交付金）

【研究代表者】 堀野 裕治（ダイヤモンド研究センター単結晶基板開発チーム）

【研究担当者】 堀野 裕治、茶谷原 昭義、杵野 由明、坪内 信輝 他（職員4名、他8名）

【研究内容】

ダイヤモンドによる産業化にとって最も欠かせない単結晶基板の開発を進める。単結晶基板はすでに企業で研究開発が進められているが、研究開発を促進するためには、科学的なアプローチを含めより多くのリソースが必要であり、国の立場から積極的に研究開発を展開している。

平成16年度の進捗としては、以下の通りである。

- ・  $70\mu\text{m}/\text{h}$  の単結晶安定成長条件を確立した。
- ・ 1カラット以上の単結晶合成条件を確立した。今後、種基板を選定し、5カラットの合成を行う予定である。
- ・ ダイヤモンド成長シミュレーションのための電磁場解析法の導入を完了した。原研那珂研と共同で、プロトタイプ概念設計に向け、マイクロ波を用いた大型・集中プラズマの発生条件の計算を行う予定である。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 大面積、均一、大電力、高密度プラズマ、加工技術

②【バイオニクス研究センター】

（Research Center of Advanced Bionics）

（存続期間：2003. 8. 1～）

研究センター長：軽部 征夫

副研究センター長：箕浦 憲彦、横山 憲二

総 括 研 究 員：箕浦 憲彦

所在地：つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、八王子分室

人 員：14（13）名

経 費：515,598千円（389,173千円）

概 要：

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

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

具体的には、産学官連携による二次元電気泳動を利用したプロテインシステムチップの開発、糖鎖を主成分とした分子認識素子の創製とそれを利用した有害タンパク質検出システムの構築、細胞のセンシングとその機能制御が可能な材料表面構築技術とそれを応用したデバイス・システムの開発、癌の早期診断マーカーであるブラディオンを用いた診断キットの開発を行っている。

外部資金：

経済産業省 原子力試験研究委託費

「高選択性分離膜による放射性廃液処理と放射性廃棄物エミッションの低減化の研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金

「光応答性表面を用いたセルマニピュレーションシステムの開発」

文部科学省 科学研究費補助金

「水晶振動子微小重量測定法による刺激応答性材料への細胞接着力の定量的評価技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金

「ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド同時検出試薬とその場分析用ガスセンサーの創製」

発 表：誌上発表27件、口頭発表126件、その他16件

プロテインシステムチップチーム

（Research Center of Advanced Bionics Proteomic Device Team）

研究チーム長：横山 憲二

（つくば中央第4、八王子分室）

## 概要：

プロテインシステムチップチームでは、重点研究課題であるタンパク質を分離・分析するためのプロテインシステムチップの開発、バイオメディカル標準のための標準タンパク質の開発、次世代バイオチップ等の開発を行っている。

## 1. タンパク質を分離・分析するためのプロテインシステムチップの開発

現在のタンパク質解析においては、二次元ゲル電気泳動等によりタンパク質を分離した後、これを取り出して質量分析を行うという方法が一般的である。しかし、この分離工程に長時間を要する等のために、研究効率が低く、かつ自動化が困難であるという問題点がある。この問題点を解決するためには、二次元ゲル電気泳動に代わり得る新たな原理に基づくタンパク質解析デバイスの開発が必要となっている。そこで本研究開発では、タンパク質を分離・解析するチップシステムの開発を行った。

## 2. バイオメディカル標準のための標準タンパク質の開発

前記プロテインシステムチップで使用される標準タンパク質の作製を目的とした。本年度は、システイン残基を1カ所有する大腸菌由来のタンパク質をクローニングし、このシステイン残基に蛍光色素を修飾したタンパク質を作製した。

## 3. 次世代バイオチップの開発

本研究テーマとして、エキソヌクレアーゼ III・Taq ポリメラーゼ反応を用いた転写調節因子検出デバイスの開発、ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド同時検出デバイスの開発について研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 糖鎖系情報分子チーム

(Research Center of Advanced Bionics Glyco-Informatics Team)

研究チーム長：鶴沢 浩隆

(つくば中央第5)

## 概要：

当チームでは、人にとって大変有害な蛋白質や毒素等を、高感度に迅速に検出するための研究を展開している。本年度は、毒素等の有害物が生体の細胞表層の糖鎖に結合して感染する事実に着目し、これらの有害物の認識ツールとしての糖鎖を化学的、酵素的、あるいは、ケモエンザイム的に効率よく合成する方法について検討した。

研究テーマ：テーマ題目 2

## バイオナノマテリアルチーム

(Research Center of Advanced Bionics Bio-Nanomaterials Team)

研究チーム長：金森 敏幸

(つくば中央第5)

## 概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 3

## [テーマ題目 1] タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発（運営費交付金、外部資金）

[研究代表者] 横山 憲二（バイオニクス研究センタープロテインシステムチップチーム）

[研究担当者] 横山 憲二、平塚 淳典、鈴木 祥夫、宮地 寛登、木下 英樹、碓井 啓資、福井 宏幸、始関 紀彰  
(職員4名、他4名)

## [研究内容]

二次元電気泳動は複数のタンパク質の分離に広く使われている方法である。一般には一次元目に等電点電気泳動、二次元目にドデシル硫酸ナトリウム-ポリアクリルアミドゲル電気泳動（SDS-PAGE）を行う方法が最も多用されている。近年は、生体内でのタンパク質機能解明のために二次元電気泳動を使ったプロテオーム解析が多く行われていて、二次元電気泳動のハイスループット化が求められている。しかしながら、二次元電気泳動は操作が煩雑であり、最終的なサンプルの検出までの時間が非常に長く、しかも再現性がよく得られない。その主な理由は、一次元目電気泳動と二次元目電気泳動を別々の装置で行うことである。一次元目電気泳動後に一次元目ゲルを二次元目泳動装置に移動させる必要があるため、その過程が自動化装置を用いたハイスループット化の妨げにもなっている。そこで我々は、二次元電気泳動を一つの基板上で短時間に行う二次元電気泳動チップを開発

した。二次元電気泳動チップは従来方法と同じく、一次元目電気泳動には固定化 pH 勾配ゲルを用いた等電点電気泳動を適用し、二次元目電気泳動には一次元目電気泳動方向と直角方向にスラブゲルを用いた SDS-PAGE を適用した。また、一次元目電気泳動は本プロジェクトで開発された短時間化された等電点電気泳動法を用いた。チップの開発には、二次元電気泳動の自動化装置適用を見越して操作の煩雑さを最小限にするように、以下の点を重要視して検討を行った。

- ① 二次元電気泳動チップに適用できる等電点電気泳動
- ② 一次元目ゲルと二次元目ゲルの接続
- ③ サンプルの検出も含めた短時間化二次元目電気泳動
- ④ 自動化装置に対応可能な二次元電気泳動チップ

その結果、二次元電気泳動チップで数種のタンパク質をそれらの等電点と分子量で分離することができた。従来の二次元電気泳動法と比較して、電気泳動操作を含めた全操作時間の短縮化が達成された。また、システムのスケールを小型化することで、必要とする試薬量を微量化することができた。このチップを使用することで、低コストでハイスループットなタンパク質解析を容易にすることが可能となった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質前処理、抽出、二次元電気泳動、タンパク質分離、バイオチップ、成型チップ、キャピラリー電気泳動、プラズマ重合、表面処理

### 【テーマ題目2】糖鎖系情報分子を活用した有害蛋白質検知チップの開発（運営費交付金）

【研究代表者】 鶴沢 浩隆（バイオニクス研究センター糖鎖系情報分子チーム）

【研究担当者】 鶴沢 浩隆、和泉 雅之、篠崎 由紀子、大賀 幸二、伊藤 弘規、永塚 健宏（職員2名、他4名）

#### 【研究内容】

昨年度に引き続き、生体の感染機構を巧みに利用したセンサー開発の一環として、人に有害な蛋白質・毒素を高感度に迅速に検出する研究を行っている。本年度は、高感度センサー開発のために、生体の情報分子として多彩な機能を有する硫酸化糖について、その効率的合成法について検討した。これらの硫酸糖は、細胞表層に、例えば、グリコサミノグリカン分子としてクラスター状に存在するものである。

硫酸基のようなアニオン性基は、その取り扱いが容易ではなく、従ってその合成法も困難を極めることが多い。本研究では、これまでほとんど検討されることのなかった硫酸基加水分解酵素を用い、モデル化合物に硫酸化マンノースを選び、これの特定箇所が存在する硫酸基を特異的に加水分解する反応について検討した。その結果、2級水酸基に由来する硫酸基を選択的に加水分解するこ

とを見出した。本成果は、簡便に硫酸化糖を供給する合成ストラテジーとしての利用が期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 硫酸化糖、認識ツール、酵素

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

【研究代表者】 金森 敏幸（バイオニクス研究センターバイオナノマテリアルチーム）

【研究担当者】 岩坪 隆、馬場 照彦、須丸 公雄、高木 俊之、杉浦 慎治、岡村 愛子、Samuel Priyantoro Kusumocahyo、枝廣 純一、大井 克秀、高井 克毅、山上 奏子、山口 麻奈絵、萩原 妙子、多田 裕一、小松 寛（職員5名、他10名）

#### 【研究内容】

材料表面において特定の機能を有する細胞をセンシングし、さらにマニピュレーション（特定遺伝子の発現、分化誘導、接着・増殖促進、等）する技術を確認する。当該技術をチップ上に応用することにより、細胞のセンシングとマニピュレーションを同時に行うことができるバイオチップを開発する。現在、DNA チップやプロテインチップの開発が盛んであるが、チップ上で個々の細胞を操作しようとする研究は、世界でも緒に就いたばかりである。

細胞のセンシングとマニピュレーションをチップ上で可能にするための基盤技術として、本年度は昨年度に引き続き次の3つについて重点的に取り組んだ。

- 1) 細胞（タンパク）と親和性を有する細胞膜脂質アナログの設計と合成
- 2) 光応答性高分子表面による細胞の接着・脱着の遠隔操作
- 3) 感温性高分子と抗体の組み合わせによる細胞分離

1)については、古細菌モデル脂質について安定化要素を抽出・再構成した分枝鎖型リン脂質を系統的に合成し、その会合構造評価を行った。同じ主鎖長の疎水鎖でも、直鎖型リン脂質はある鎖長以下で膜構造が不安定になるのに対し、分枝鎖を導入すると膜構造が安定化することを見出した。また物理化学的測定と計算科学的手法から、分枝鎖の安定化機構に関する仮説を提案した。他方、フッ素導入脂質については、炭素鎖18の炭化水素系脂肪酸の疎水部末端に  $\text{CF}_3$ 、 $\text{C}_3\text{F}_7$ 基を導入した二重結合（シス）体と三重結合体を新たに合成した。フッ素含量の増大に伴って界面安定性が向上することを見出した。また、 $\text{C}_8\text{F}_{17}$ 基を有する炭素数18のアルキンがエーテル結合したグリセリン脂質の合成に成功した。これは安定なベシクル膜を形成することがわかった。

2)については、光によって異性化する機能性分子デバイスを側鎖に有するビニル系モノマーを多数合成し、そ

れから得られる光応答性高分子について綿密・詳細な特性解析を行うことにより、高分子科学の面から極めて有益な知見を得ることができた。当該高分子によって作製した機能性表面上での、光による細胞の接着・脱着については、メカニズムを明らかにすることによりその性能を向上させ、対象とできる細胞の種類を格段に増やすことができた。また、当該高分子を用いた、光照射によって素早く形状が変化するゲル材料については、多孔質膜と組み合わせることにより、光によって透過性が変化する膜の開発に結びつけることができた。

3)については、昨年度より某社と共同研究契約を継続中である。これまで当チームで開発を行ってきた独自の分離材料に加え、本年度は共同研究先が開発した基材に当チームの技術を組み合わせた新たな分離材料について検討を進めている。従来から検討してきた分離材料については、血管内皮の前駆細胞のマーカーを発現しているヒト血球系細胞を高い選択性で分離できることを示し、末梢血から特定の細胞を連続的に分離することができる「セルセパレーター」の開発への道を拓いた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 セルセンシング、セルマニピュレーション、機能性脂質、刺激応答性高分子材料、セルセパレーター

## ②【ジーンファンクション研究センター】

(Gene Function Research Center)

(存続期間：2003. 9. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：多比良 和誠

副研究センター長：上田 太郎

所在地：つくば中央第4事業所

人員：15 (14) 名

経費：623, 539千円 (427, 302千円)

### 概要：

ヒトゲノムの概要配列が2001年に発表され、ヒトの遺伝子数は約2万であるとの報告も最近されましたが、このうち60%に及ぶ遺伝子は異なったスプライシングを受けるため発現するタンパク質の数は10～20万種類以上とされています。これら個々の遺伝子の機能を調べるための従来の方法として当該遺伝子をノックアウト、あるいは病変など特定の形質を発現している個体の遺伝子のポジショナルクローニングによる究明などが行われてきましたが、これには大変な労力と時間を要しました。本研究センターでは、こうした問題を解決するため独創性の高い基礎・応用研究を目指しています。外国の技術に頼りがちなバイオの分野でポストゲノム時代に通用する Made-in-Japan の独創性の高い基礎・応用技術を確立し、その有用性を実証し

ます。

### 研究内容

現在、ベンチャー企業から公的機関までの多くの組織が、ポストゲノムを念頭に置いた遺伝子探索プロジェクトを進行させています。このような流れの中で、我々は独自に開発した RNAi ベクターを用いてヒト全遺伝子に対するノックダウン siRNA ライブラリーを作製し、様々な遺伝子を網羅的に同定するシステムを構築しています。微量で有効な RNA 干渉はノックアウトのように2本の染色体上の双方の遺伝子を破壊する必要がないという特徴もあり、PCR のようにバイオの世界を変える強力な武器となりつつあります。siRNA 発現ベクターは個々の既知遺伝子の機能・役割(ジーンファンクション)の解明にも有用なツールとなりますが、逆に、着目する表現型変化に何らかの影響を与えている新規重要遺伝子を確実に同定できるので、経費や時間の大幅な短縮が可能になり、ポストゲノム時代の強力な遺伝子探索ツールになります。現在、siRNA 発現ベクターを用いて、細胞老化あるいは癌化といった細胞増殖に関連する疾患原因遺伝子や、細胞分化や運動等の重要現象に関わる新しい機能をもつ未知の遺伝子の機能解明とその利用に向けて邁進しています。siRNA を疾病の原因となる遺伝子に対して作製した場合には、遺伝子治療や医薬開発の基礎研究として位置づけられます。siRNA 発現ベクターを生体内に導入する、ドラッグデリバリーシステム開発のためには、細胞・組織特異的なベクターの導入法の確立が不可欠です。我々のグループでは、細胞表面を特異的に認識するペプチドを作製する技術を開発し、様々な受容体タンパク質に対して結合するペプチド分子の取得に成功してきました。この技術を生かして独自の遺伝子デリバリー技術を開発していきたいと考えています。また我々は小さな RNA の新しいカテゴリーとして、ニューロン新生の運命決定を制御する新規の RNA を世界で初めて発見し、スモールモジュラトリーRNA (smRNA) と命名しました。この RNA は細胞の核内に存在しタンパク質の設計図が載っていない小さな RNA (non-coding RNA) でした。ノーベル賞受賞者の Phillip A. Sharp 教授も Nature 誌のレビューで smRNA を新規の重要な RNA の一つとして分類しています。現在ジャンクと呼ばれる遺伝子領域に、これら有用な小さい RNA が多数含まれていると考えられ、これら未知の小さな RNA の解析も進めてゆきます。このように、発現プロファイル工学、マイクロ RNA 工学、遺伝子サイレンシング工学などの独自のユニークな基盤技術を活かして、有用な遺伝子の機能(ジーンファンクション)を解明します。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業・研究領域「植物の機能と制御」「シロイヌナズナ転写因子の機能解析」

文部科学省 科学研究費補助金「モーター・レール系運動制御の高分解能構造解析」

文部科学省 科学研究費補助金「テロメア配列結合タンパク質 TRF1による細胞寿命制御機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「従来型キネシン分子モーターの二足歩行モデルの直接検証」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞核にターゲティング可能な DNA 内封ナノ粒子の分子設計」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 タンパク質機能解析・活用プロジェクト「ヒトの完全長 cDNA 等を利用したタンパク質機能解析 細胞レベルの機能解析 (siRNA を用いた機能解析)」

発 表：誌上発表67件、口頭発表112件、その他0件

#### 細胞増殖制御研究チーム

(Cell Proliferation Research Team)

研究チーム長：Renu Wadhwa

(つくば第4)

概 要：

我々研究チームでは、細胞増殖が正常な条件から異常な条件まで様々な条件下でいかに調節されているかを理解することを主な目的としている。正常な条件に関しては、特に生体・組織の老化に伴う細胞複製による細胞の老衰に関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めている。一方、異常な条件下での細胞増殖制御の研究では、癌や様々な種類のストレス下での細胞増殖を対象としての研究を行っている。このような研究の中で、加齢にのみに関与する新規な機能性遺伝子を厳密に識別することができれば、癌の成長と発達がいかに調節されているかを理解し、新規の癌治療方法を開発することが可能になると考えられる。我々はこれらの目的のために、ランダムリボザイムライブラリーと siRNA ライブラリーを構築、使用している。また、目的遺伝子を異常発現させたり、特異的な siRNA を用いて遺伝子ノックダウンすることにより遺伝子機能の解明を行っている。さらに我々は、小さな RNA である miRNA の解析を進め、新しいカテゴリーとして、smRNA を発見した。ジャンクと呼ばれる遺伝子領域に、これら有用な小さい RNA が多数含まれていると考えられるので、これら未知の小さな RNA の解析も進めている。また我々は、

p53発現調節を行う ARF 結合蛋白質を新規に単離し CARF と名付けた。現在は細胞の老化・不死化・癌化経路において ARF と CARF が構造的・機能的にどのように関連しているか解明を進めている。また我々は、自然の源(植物抽出物)が新規な抗癌剤・対老化に対する薬として有用であることを明らかにし、その有効成分を単離精製して構造解析することに成功した。その他にも、試験管内でランダムなペプチド集団から任意の物質を特異的に認識して結合するペプチドを選択する新規のシステムを独自開発し、それを用いて癌細胞の表面に過剰発現する受容体タンパク質を分子認識するペプチドの創製も行った。これらの研究により、老化と癌に対する効果的な治療法の開発がより高いレベルで行われることになると考えられる。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 生体運動研究チーム

(Bio-motility Research Team)

研究チーム長：廣瀬 恵子

(つくば中央第4)

概 要：

生体運動は生命にとって必須の現象であり、これを研究することは、基礎生物学的にも臨床応用研究としてもきわめて重要である。われわれは、粘菌細胞を用いた細胞生物学的手法、組換え変異分子モーターの発現と生化学的解析および電子顕微鏡法による高分解能立体構造解析、一分子ナノ計測を含む生物物理学的手法、分子モーターや細胞を利用したナノテクノロジーなど多岐にわたる切り口から、蛋白質分子モーターをはじめとする、生体運動に関与する様々な分子の機能・構造解析を行うとともに、これらの分子を産業に応用することを目指した開発研究をおこなっている。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5、テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8、テーマ題目 9

#### 植物遺伝子機能研究チーム

(Plant Gene Function Research Team)

研究チーム長：高木 優

(つくば中央第4)

概 要：

植物機能の高度利用技術を開発するためには、関係する遺伝子の機能解明が必要不可欠である。しかし、植物のゲノムは、重複遺伝子が数多く存在し、また、主要な穀物や園芸植物の中には、ゲノムが複二倍性から構成されているものが数多くあり、それ故、遺伝子破壊や相補的な RNA の導入などの従来の方法では、遺伝子の機能解明が困難であることがわかってきた。このような植物遺伝子機能解明における重複遺伝子の困難さを克服するため、我々は強力な転写抑制因子由

来の機能性ペプチドを任意の転写因子に付加し、本来転写活性化因子であったものを強力なリプレッサーに機能変換して標的遺伝子の発現を抑制するという、キメラリプレッサーを用いた遺伝子サイレンシングシステム（CRES-T 法）を開発した。本グループの目標は、CRES-T 法を活用し、遺伝子の重複性の点から今まで不明であった植物転写因子の機能解析や有用遺伝子の同定をおこない、種々の機能性植物の創生など、産業的、農学的应用分野においても貢献できるより実践的な研究をおこなうことである。

研究テーマ：テーマ題目10

#### 遺伝子治療技術開発チーム

(Gene Therapeutics Research Team)

研究チーム長：中西 真人

(つくば中央第4)

概要：

当研究グループは、mRNA・siRNA・miRNA・Ribozyme などの機能性 RNA（あるいはこれらを作る鋳型となる核酸）を、生きている動物組織の細胞に直接導入し局所で発現させる基礎技術を開発し、その成果をさまざまな疾患の治療に応用することを目的にしている。研究手段としては、ウイルス・ファージなどの生物材料や遺伝子組換えで作成したペプチドを使ったデリバリー・システムと、その中に搭載する遺伝情報発現系の研究を平行して行っている。また、この技術に応用するための標的として、ヒト細胞の寿命・不死化能を決定しているテロメアを介した染色体の安定化機構に注目し、テロメア配列結合因子 TRF1複合体の機能を明らかにして癌治療や再生医療に貢献することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目11、テーマ題目12

#### 〔テーマ題目1〕 遺伝子に対する siRNA ライブラリーの作製（内部資金）

〔研究代表者〕 多比良 和誠

〔研究担当者〕 多比良 和誠、宮岸 真、  
澤田（吉崎）慎矢、Renu Wadha  
（職員4名）

〔研究内容〕

siRNA 発現ベクターの改良 遺伝子治療

我々は、ベクター系を用いて細胞内で遺伝子抑制活性のある二本鎖 RNA を作らせる技術を世界に先駆けて開発し、siRNA 発現ベクターとして特定遺伝子の発現抑制技術の基盤を確立してきた。独自に開発したこのノックダウン RNAi ベクターを用い、ヒトの遺伝子全てに対するノックダウン siRNA ライブラリーを作製し、ガンや HIV など難治性疾患に関連する遺伝子、あるいは細胞分化、細胞運動等の様々な生物現象に関わる機能遺伝子を網羅的に同定するシステムを構築するとともに、

それらの機能構造解析を進める。

具体的には、正常な細胞の老化に代表される細胞寿命の制御機構と、ガンなどの異常不死化細胞で見られる細胞増殖の脱制御機構を対象とし、関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めていく。このような研究の中で加齢または不死化に関与する新規な機能性遺伝子を同定できれば、ガンの発生や悪性化のメカニズムを理解し、新規のガン治療方法を開発することが可能になると考えられる。また、細胞運動や細胞質分裂がガン転移や細胞増殖に重要な機能を果たしていることから、これらに関与する新規遺伝子の探索および機能解析も行う。

また、siRNA を将来的に遺伝子治療薬として用いる場合には、生体へのデリバリー方法が重要となる。安全に細胞組織に siRNA を導入する手法として非ウイルスベクターが挙げられるが、組織特異性の面で機能性に欠ける。我々が独自に開発を進めてきたペプチド創製技術を用いることにより、組織表面タンパク質を標的としたペプチドを作製し、siRNA（発現ベクター）と架橋することによって、組織特異的な siRNA デリバリーが実現する可能性がある。本年度では組織特異的に細胞を認識するペプチドのスクリーニングを進めるとともに、siRNA のデリバリーに応用可能な系の開発を試みる。

#### 〔テーマ題目2〕 タンパク質機能解析・活用プロジェクト／ヒトの完全長 cDNA 等を利用したタンパク質機能解析／細胞レベルの機能解析（合成 siRNA を用いた機能解析）（NEDO）

〔研究代表者〕 多比良 和誠

〔研究担当者〕 多比良 和誠、宮岸 真、吉成 幸一

〔研究内容〕

ヒトゲノム解析がほぼ終了し、蛋白質をコードしているヒトの遺伝子の数が21,000個から24,000個程度であることが明らかになった。今後、個々の遺伝子の機能解析をどのように行っていくかが大きな課題となっている。このような状況の中、RNA 干渉（RNAi）とよばれる遺伝子機能抑制法が注目を集めている。RNAi を用いることにより、非常に効率よく、簡便にある特定の遺伝子の発現を抑制することができるため、RNAi を用いた網羅的な遺伝子の機能解析が期待されている。しかし、憶測に任せて siRNA を作成しても、遺伝子発現の抑制効果が得られる訳ではない。我々が独自に開発してきた siRNA の切断効率の高い配列を予測するアルゴリズムの改良に加えて、siRNA ターゲットサイトの特異性を調べるプログラムを開発する必要がある。現在、siRNA 配列の違いによる活性の影響を詳細に解析し、そのデータに基づいて、siRNA に特化した配列検索プログラム（siRNA Blast）を開発している。この技術により、他の遺伝子を抑制する可能性をより正確に除去す

ることが可能となり、siRNA 発現ライブラリーの各遺伝子に対する特異性がより高まる。また、siRNA と siRNA 発現ベクターの間の活性を多くの配列で比較し、siRNA 発現ベクターによって siRNA を発現させたときに重要となるパラメーターを特定し、それに基づいたターゲットサイト予測アルゴリズムを作製している。

新規アルゴリズムに基づいた siRNA ライブラリーの作成が順調に進行しており、これまでに作成された siRNA ライブラリーを用いた機能性遺伝子の同定が精力的に進められている。ある刺激が与える細胞の形態変化を指標に、特定の刺激が関与する遺伝子を新規に同定し、生物学的に重要なカスケードを明らかにしていく。さらに、老化や細胞運動に関連した遺伝子群の同定にも siRNA ライブラリーを積極的に利用していく。

### 【テーマ題目3】細胞増殖制御に関する様々な分子 (RNA、天然有機物、抗体、ペプチド) を用いた研究

【研究代表者】 Renu Wadhwa (ジーンファンクション研究センター細胞増殖制御研究チーム)

【研究担当者】 Renu Wadhwa, Sunil Kaul,  
吉成 幸一、藁科 知子、吉崎 慎矢  
(職員5名)

#### 【研究内容】

本研究テーマでは、細胞増殖制御に関する様々な分子 (RNA、天然有機物、抗体、ペプチド) についての詳細な検討を行い、正常な細胞増殖条件から異常な条件まで様々な条件下でいかに調節されているかを解明する。ここで言う正常な条件には生体・組織の老化に伴う細胞複製による細胞の老衰を含んでおり、特に細胞の老衰に関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めている。また異常な条件下での細胞増殖制御の研究では、癌や様々な種類のストレス下での細胞増殖を対象としての研究を行っている。このような研究の中で加齢のみに関する新規な機能性遺伝子を厳密に識別することができれば、癌の成長と発達がいかに調節されているかを理解し、新規の癌治療方法を開発することが可能になると考えられる。我々はこれらの目的のためにランダムリボザイムライブラリーと siRNA ライブラリーを使用している。また、目的遺伝子を異常発現させたり、特異的な siRNA を用いて遺伝子ノックアウトすることにより遺伝子機能の解明を行っている。siRNA を用いた研究では特にヒトの遺伝子全てに対するノックダウン siRNA ライブラリーを作製し、癌や HIV など、様々な疾患に関連する遺伝子、あるいは細胞分化等の様々な生物現象に関わる機能遺伝子を網羅的に同定するシステムの構築を行っている。本技術によって作製した siRNA ライブラリーを用いたスクリーニングシステムでは、短期間で数多くの新規機能遺伝子の同定が行えると予想される。本研究において構築する

siRNA 発現ベクターはライブラリーとして用いるのでターゲットとする mRNA 配列を効率よく切断する必要がある。しかし、実際には抑制効果が50%以上得られる配列は全体の1割しかないとも言われている。そのため、構築した siRNA 発現ベクターが実際に遺伝子抑制効果を示さない可能性もある。そこで我々は siRNA の効率的ターゲット配列を予測することが可能なアルゴリズムを開発しているが、さらに siRNA の活性データを用いることでアルゴリズムのパラメータを最適化し70%以上の切断活性を有する siRNA の配列を相関係数0.7以上の精度で予測できるように改良することに成功した。ライブラリーを用いたアポトーシス関連遺伝子の解析では、新規の知見がたくさん得られており、本研究で作成しているライブラリーの有効性を示した。そこで、改良したアルゴリズムを用いて siRNA のターゲットとしてアポトーシス関連遺伝子、キナーゼ、フォスファターゼ遺伝子などのライブラリーを構築した。そして、アポトーシス関連遺伝子のライブラリーを中心に関連遺伝子機能の網羅的な解析中である。

また我々は小さな RNA の新しいカテゴリーとして、ニューロン新生の運命決定を制御する新規の RNA を世界で初めて発見し、スモールモジュラトリー RNA (smRNA) と命名した。この RNA は、細胞の核内に存在し、タンパク質の設計図が載っていない小さな RNA (non-codingRNA) であった。現在ジャンクと呼ばれる遺伝子領域にこれら有用な小さい RNA が多数含まれていると考えられ、バイオインフォマティクスの手法による解析を積極的に取り入れながら、さらなる遺伝子探索を進めている。この他にも本研究テーマでは、自然の源 (植物抽出物由来の天然有機化合物) が新規の抗癌剤・対老化に対する薬として有用であることを明らかにした。また細胞周期に関するタンパク質 (モーター) に対する抗体が直接細胞表面に作用して、癌細胞が特異的に細胞内に取り込まれる現象を発見し、その基礎および応用研究を進めている。その他にも、試験管内でランダムなペプチド集団から任意の物質を特異的に認識して結合するペプチドを選択する新規のシステムを独自開発し、それを用いて癌細胞の表面に過剰発現する受容体タンパク質を分子認識するペプチドの創製も行った。これらの研究により、老化と癌に対する効果的な治療法の開発がより高いレベルで行われることになると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 siRNA、miRNA、smRNA、リボザイム、老化、癌、植物抽出物、試験管内ペプチド選択

### 【テーマ題目4】細胞運動制御機構の解明

【研究代表者】 上田 太郎 (ジーンファンクション研究センター)

【研究担当者】上田 太郎、長崎 晃、辻岡 政経、  
浅野 由香子、金田 雅充、小野 雄二  
(職員2名、他4名)

【研究内容】

細胞運動や細胞質分裂は、細胞増殖にとって必須のプロセスであり、それらの分子機構の理解は、基礎生物学的にも医学的にもきわめて重要な意義をもつ。しかしヒトをはじめとする高等動物細胞は構造が複雑でゲノムも大きく、細胞運動現象の基礎的理解を目指した研究対象としては不適切である。そこでわれわれは、高等動物細胞とよく似た運動や分裂様式をもちながら、ゲノムや構造が単純で分子遺伝学的解析に適している細胞性粘菌をモデル実験系として基礎的理解を進め、得られた知見を高等動物細胞にフィードバックするという方針で研究を進めている。

- 1) アメーバ運動の機構解明。高等動物のケラトサイトは、半円形の形状を保ったまま一方方向性の運動を安定に行うため、高等動物細胞のアメーバ運動やガン細胞の転移性に関する細胞生物学的実験系として盛んに用いられているが、分子遺伝学的手法が適用できないため、運動の分子機構に関する研究は停滞を余儀なくされていた。一方最近、amiB-変異をもった細胞性粘菌が、ケラトサイトとよく似た運動様式を示し、高頻度で高速直進運動を行うため、コロニーを形成しないことが明らかにされた。そこでわれわれは、amiB-細胞性粘菌細胞に対して再度変異処理を行い、運動速度が低下してコロニー形成能が回復する二重変異細胞を回収し、細胞運動に関与する遺伝子を網羅的に単離解析するというプロジェクトに着手した。すでに多数の変異体と責任遺伝子の同定に成功している。
- 2) 細胞質分裂機構の解明。真核細胞は、核分裂に引き続き起こる細胞質分裂により細胞質を分離し、細胞分裂を完結する。ウニ卵の細胞質分裂は、細胞骨格の構成因子であるアクチン繊維とミオシン-II からなる収縮環が細胞赤道面に形成され、収縮環の収縮により細胞膜を絞るようにして細胞質が分離するのだと説明されてきた(巾着機構)。そして、この巾着機構が酵母や粘菌といった下等な真核生物から高等動物細胞まで広く保存された細胞質分裂の分子メカニズムであると考えられてきた。ところが、細胞性粘菌のミオシン-II 欠損株は、浮遊培養環境では分裂できないのに対し、基質に接着した状態では、両極がそれぞれ反対方向にアメーバ運動することにより細胞中央領域を受動的に収縮させ効率的に2つの娘細胞に分裂することをみいだした(昨年度)。本年度は、高等動物培養細胞においても、同様な収縮環非依存的・基質接着依存的な分裂様式が見られることを発見した。これは、動物細胞の細胞質分裂の考え方に関して、大きな変更を迫る重要な発見であると考えている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】アメーバ運動、ガン転移、細胞質分裂、細胞増殖、走化性。

【テーマ題目5】蛋白質分子モーターの構造・機能研究

【研究代表者】廣瀬 恵子(ジーンファンクション研究センター生体運動研究チーム)

【研究担当者】廣瀬 恵子、巖 康敏  
(職員1名、非常勤1名)

【研究内容】

キネシンはタンパク質分子モーターの一種であり、ATP を加水分解して生じる化学エネルギーを利用して生体細胞内のタンパク質繊維である微小管に沿った一方方向運動をおこなう。モーター機能をもつ「頭部」の大きさはわずか数ナノメートルであり、高いエネルギー変換効率をもつため、ナノアクチュエータとしての応用も期待されている。したがって、その運動メカニズムの解明は、基礎生物学的にも産業への応用のためにも重要な意味をもつ。そこで我々は、キネシン分子モーターの運動メカニズムに関する構造学的研究を行っている。キネシン分子の微小管に沿った運動は、キネシンが微小管結合、ATP 加水分解に伴って構造を変化させることによって起こると考えられる。現在、キネシン頭部、および、微小管を構成するチューブリン分子の構造は2-3.5オングストロームの高分解能で知られているが、キネシンが微小管に結合したときの構造および、その ATP 加水分解に伴う変化については、30オングストローム程度の低分解能でしかわかっていない。そこで我々は、高性能の低温電子顕微鏡システムを用い、試料作製法、画像解析法に工夫を重ねることにより、キネシン・微小管複合体の立体構造を高分解能で得ることを目的とした研究を行っている。昨年度は、微小管の立体構造および、キネシンの一種である Kar3 を ATP 加水分解中の異なるステップに対応すると考えられる3状態で結合した微小管の立体構造を、12-15オングストロームの分解能で得ることに成功した。本年度は、これらの複合体の立体構造に、結晶構造をフィッティングした。その結果、Kar3 だけでなく、微小管を構成するチューブリン分子にも構造変化が起こっていることがわかった。この構造変化の部位をさらに詳しく調べるため、チューブリン二量体を6つのドメインに分けて、別々にフィッティングし直した。この結果、一部のドメインが他に対して、回転するような構造変化があることがわかった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞運動、分子モーター、電子顕微鏡

【テーマ題目6】蛋白質分子モーターの産業的応用に関する研究(分野戦略実現のための予算・ライフサイエンス分野「運動蛋白質を用いたナノバイオマシンの構築」および科学技術振興調整費「産総研 ナノバイオ

分野人材養成ユニット」予算により、人間系特別研究体ほか複数ユニットと共同研究)

【研究代表者】上田 太郎

(ジーンファンクション研究センター)

【研究担当者】上田 太郎、平塚 祐一、米倉 恒

(職員1名、他2名)

#### 【研究内容】

タンパク質分子モーターは、単分子または少数分子の複合体がモーターとして機能し、個々のモーターが大変小さい(5nm~25nm)。一方、蛋白質の一般的な性質としてかなり大きな構造を自己組織化的に組み上げるポテンシャルをもつ。さらに、大量生産が可能で、蛋白質工学的な性能改変の余地があるなど、人工モーターにはないさまざまな特徴がある。そこでこれらをひとつの部品と見なし、マイクロマシンなどの微小空間の駆動素子(ナノアクチュエータ)として利用しよう、という応用研究が世界中で始まりつつある。われわれも、リソグラフィ技術を応用したトラック形状を工夫することで、基板上における微小管の次元一方向性運動を実現し、キネシン・微小管系を微小輸送系として使うために不可欠なブレークスルーを達成した(Hiratsuka ら、2001)。しかし精製したタンパク質は生体外では不安定であり、容易に不可逆的に変性してしまうほか、個々のタンパク質を組み合わせる複雑なシステムを組み上げる方法論も確立しておらず、キネシン・微小管系を産業的に利用するためには今後さまざまな技術開発が必要になる。一方、ある種の細菌やアメーバ細胞は人工的な環境下でも活発な運動性を示す。もしこれらの細胞の運動を人工的に制御できるようになれば、自己複製能、自己修復能をもった運動素子、輸送素子を比較的容易に実現できる可能性がある。また、それらを遺伝子工学的に操作することにより、付加機能を内部プログラム化して大量生産することも夢ではない。われわれは、こうした観点から *Mycoplasma mobile* とよばれる滑走細菌に着目した。*Mycoplasma* 細胞は、ガラスやプラスチックなどの多くの人工的物質に接着し、高速(3  $\mu$  m/s; 普通の微小管キネシン系は1  $\mu$  m/s)で連続的に運動するという特徴がある。また *Mycoplasma* の運動のエネルギー源はグルコースであり、この点でも ATP を必要とする微小管キネシン系より扱いやすい。本年度はまず、さまざまパターン上での *Mycoplasma* の運動様式を観察・検討したところ、*Mycoplasma* は、基板上に作られた壁に沿って動く性質があり、壁がカーブしていてもカーブに沿って運動できるが、カーブの曲率半径が0.2  $\mu$  m 以下になると、カーブにそえずに直進してしまうことなどが明らかとなった。われわれは *Mycoplasma* のこうした性質を利用して、*Mycoplasma* 細胞を次元一方向運動させるパターンや、二つの領域間で密度勾配に逆らった能動輸送を行うパターンを考案し、これらが効率よく

機能することを実証し、論文発表を行った。さらに、*Mycoplasma* 細胞と MEMS 技術で作成したシリコン微小素子をくみあわせることで、バクテリアにより駆動される微小回転モーターの創製にも成功した。これは、生物により駆動される微小回転素子としては初めての成功例であり、自己複製能・自己修復能をもったナノアクチュエータとして大きな将来性があるものと考えている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ナノバイオテクノロジー、ナノアクチュエータ、自己複製、滑走細菌

#### 【テーマ題目7】ステルス細胞の開発研究

【研究代表者】上田 太郎

(ジーンファンクション研究センター)

【研究担当者】上田 太郎、北山 智華子

(職員1名、他1名)

#### 【研究内容】

患者体内を自在に動き回ることができる自立走行型の医療用マイクロマシンが実用化されれば、現状では夢物語に過ぎないさまざまな可能性が現実的なものとなる。古い例では「ミクロの決死圏」的な応用も考えられるだろうし、ガン細胞を攻撃する免疫療法での応用、成長ホルモンなどを恒常的に分泌させる等の応用も考えられる。あるいは医療用ナノバイオテクノロジーのベースとしての利用も考えられるし、細胞治療的な見地から、大量生産とストックが可能なユニバーサルな細胞系に転換できれば、劇的なコスト削減と需要に応じた迅速な供給が可能になるに違いない。しかし現状の精密機械工学では、そうしたマイクロマシンを低コストで大量生産できる見通しはなく、また材料の生体適合性についても課題が山積している。そこでわれわれは、ヒト細胞ベースの自立走行型医療用マイクロマシンを開発しようと考えている。ユニバーサルな細胞株を出発材料とし、これにさまざまな遺伝子工学的改変を加えることで新機能を付与して自己複製能をもったマイクロマシンとし、不特定多数の患者の体内に移植投与する、という考え方である。一方、ユニバーサルな細胞を利用すると、免疫学的な拒絶反応が深刻な問題となる。この問題を解決するため、われわれは、宿主(患者)の免疫系からは「見えない」ステルス細胞株の開発を試みることにした。これは、概念的には誰にでも移植できる O 型赤血球に近いが、赤血球は無核のため培養増殖ができず、機能的な発展性も限られている。これに対してステルス細胞は、実験室内で大量培養可能で、遺伝子改変操作により新機能付与ができる O 型赤血球のイメージである。今年度までに、MHCI と MHCI I を欠くダブルノックアウトマウスをベースに、脾臓細胞が可逆的に不死化するコンストラクトをもったトランスジェニック動物を作成した。さらに、このマウスが高頻度でインスリノーマを発症し、発症したインスリノーマは確かに他系統の野生型マウス

に移植可能で、薬剤により誘導した高血糖症状を改善できることを示した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】拒絶反応、細胞治療、自立走行型医療用マイクロマシン

【テーマ題目8】モーター・レール系運動制御の高分解能構造解析（科研費）

【研究代表者】廣瀬 恵子（ジーンファンクション研究センター生体運動研究チーム）

【研究担当者】廣瀬 恵子、巖 康敏  
（職員1名、非常勤1名）

【研究内容】

本研究の目的は、ナノシステムである分子モーター・レール系の複合体としての構造とその変化を、クライオ電子顕微鏡法とコンピューター画像解析法を用いてアミノ酸レベルの高分解能で捉えることにより、その力発生と制御の機構を理解することである。対象としては主に、キネシン・微小管系およびダイニン・微小管系をもちいる。微小管と分子モーター、およびその働きを制御する分子の複合体の3次元構造を高分解能で得るためにはまず、規則性の高い安定な微小管を用いることが必要である。このため16年度はまず、微小管の重合条件を再検討したが、この過程でこれまで用いていた微小管が高濃度のヌクレオチド存在下で不安定であることが判明した。そこでまず、チューブリンの精製方法を再検討し、得られたチューブリンを用いて重合した微小管を様々な条件下で電子顕微鏡観察した。また、これまでに得たキネシン・微小管複合体において、キネシン結合に伴うチューブリンの構造変化が観察されたため、結晶構造をいくつかのドメインに分けてフィッティングを行った。この結果、チューブリン分子の特定のドメインがキネシン結合にともなって回転することがわかった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞運動、分子モーター、電子顕微鏡

【テーマ題目9】従来型キネシン分子モーターの二足歩行モデルの直接検証（科研費）

【研究代表者】廣瀬 恵子（ジーンファンクション研究センター生体運動研究チーム）

【研究担当者】廣瀬 恵子、加世田 国与士  
（職員1名、非常勤1名）

【研究内容】

従来型キネシン分子モーターは、2つのモータードメイン（頭部）をもち、8nm のステップを単位に微小管上を連続的に運動する。この連続運動を説明するモデルとして広く受け入れられているのは、二頭が交互に微小管と相互作用し、ATP を加水分解して8nm の変位を生じさせるという“hand-over-hand”モデルである。本研究の目的は、運動速度の異なる二つの頭部をもつヘテ

ロダイマーキネシンを作成し、その運動を一分子ナノ計測技術で観察することにより、二つの頭部による交互のステップの有無を直接検証し、“hand-over-hand”モデルの真偽を明らかにすることである。15年度には既に、一方の頭部を動きの遅い変異体にしたヘテロダイマーを作成し、その1分子ナノ計測を行うことにより、これが速い8nm のステップと遅い8nm のステップを交互に繰り返していることを見だし、“hand-over-hand”モデルを直接証明した。この研究の過程で、単純な“hand-over-hand”モデルではヘテロダイマーキネシンの速いステップは、野生型のステップと同等であることが予想されるが、実際は野生型よりも高い運動活性を示すという、興味深い現象が新たに見つかった。16年度は、酵素反応速度論的手法を用いてこの現象の解析を行った。まず、ATPase 活性測定と微小管滑り運動速度の解析から、変異体頭部の ATP に対する親和性が極めて低いことを見いだした。さらに、蛍光標識 ATP を用いたストップフロー実験によって、変異体頭部に対する ATP の結合速度が野生型と比べて極めて遅いことを見いだした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞運動、分子モーター

【テーマ題目10】植物遺伝子の機能解析（戦略的創造研究推進事業・研究領域「植物の機能と制御」）

【研究代表者】高木 優（ジーンファンクション研究センター植物遺伝子機能研究チーム）

【研究担当者】高木 優、平津 圭一郎  
（職員2名、他6名）

【研究内容】

これまでの進展状況および成果

シロイヌナズナにおける CRES-T 法を用いた有用形質の探索をおこなうため、キメラリプレッサー発現植物体ライブラリーの作成を以下の手順で進めている。

- 1) シロイヌナズナ転写因子未単離 cDNA の収集
- 2) シロイヌナズナ形質転換体の作成およびライブラリーの作成
- 3) 有用形質のスクリーニング

個々の進展概況

- 1) シロイヌナズナ転写因子 cDNA の収集  
シロイヌナズナゲノムには、転写因子をコードしていると考えられている遺伝子が約2000個存在する。それらの内、1500個の cDNA を理研 BRC およびアラビドプシスリソースセンターより入手した。残り500個の単離されていない転写因子をリストアップし、それらの cDNA の単離を理化学研究所植物分子生物学研究室と共同で進めている。
- 2) シロイヌナズナ形質転換体の作成およびライブラリーの作成

作成したキメラ遺伝子でシロイヌナズナを形質転換し、転写因子に対するキメラリプレッサーを個々に発現する形質転換体の作成をおこなっている。キメラリプレッサーベクターで形質転換したアグロバクテリアをシロイヌナズナに感染させ、得られた種子を選択培地で生育し、それぞれ各転写因子につき25個体以上のT1植物体を単離した。さらにそれらを育成し、個別にT2世代の植物体を得て、これらを解析に用いている。

### 3) 有用形質のスクリーニング

個々のキメラリプレッサーを発現する植物体について、

- A. 生長に変異が見られるもの、
- B. 形態に変異が見られるもの、
- C. 代謝に変異がみられるもの、

の3項目にわけ、さらにその項目について詳細な観察および解析をおこなった。また、プールしてある形質転換体の種子を混合育成し、それらの中からストレス応答性および植物ホルモン感受性に特徴がある形質転換植物の単離をおこなった。

これまでにキメラリプレッサーによって誘導された形質として以下のものが上げられる。

#### A. 生長に関するもの

開花遅延、早咲き、生長の遅延、日照時間感受性異常、分裂組織の異常。

#### B. 形態に関するもの

雄蕊未形成（雄性不稔）、雌蕊・雄蕊未形成（完全不稔）、花卉の数が多・少ないもの。トリコームが形成されないもの。ロゼット葉の数が多・少ないもの、大きく伸びるもの、ギザギザになるもの。主根が短くなるもの、側根が多くなるもの。花茎が伸びるもの、分岐が多いもの。蒴が裂開しないもの。種子が大きくなったもの。分裂組織が形成されないもの。

#### C. 代謝に変異の見られるもの

アントシアニン、タンニンの生合成が抑制されたもの。リグニンの合成が抑制されたもの。種子で脂質含量が多いもの。植物ホルモン（オーキシシン、エチレン）非感受性。高塩（150mM）耐性。高濃度グルコース（6%）耐性。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 植物、遺伝子機能

【テーマ題目11】 生きている動物に応用可能な新規遺伝子導入・発現系の開発

【研究代表者】 中西 真人（ジーンファンクション研究センター遺伝子治療技術開発チーム）

【研究担当者】 中西 真人、瀬川 宏知、西村 健、江口 暁子（職員1名、他3名）

【研究内容】

当研究課題では、siRNA・miRNA・mRNA・

Ribozymeなどの機能性RNA（あるいはこれらを作る鋳型となる核酸）を、生きている動物組織の細胞に直接導入し局所で発現させる基礎技術を開発し、その成果をさまざまな疾患の治療に応用することを目的にしている。平成16年度は、大きく分けて、1）センダイウイルスを材料とした膜融合リポソームの開発と遺伝子デリバリー機構の解明、2）大腸菌ラムダファージをベースにしたペプチド・ディスプレイシステムのPolyplexモデルとしての応用、3）細胞内で安定に存在し持続的に遺伝子発現をする新しいRNAレプリコンの開発を行った。

1)においては、コドンをもとに変換したmT7 RNA polymerase 遺伝子の開発を行い、従来の細菌型コドンを持つT7 RNA polymerase 遺伝子に比べ動物細胞での発現が有意に高いことを見いだした。この発現系は膜融合リポソームを使って鋳型DNAを導入するだけでsiRNAを細胞質で直接合成する系への発展が期待されるとともに、3)で述べるRNAレプリコンの開発にも非常に有用な手段となる。また、膜融合リポソームやセンダイウイルスの遺伝子導入特異性を決定している膜融合に必須な細胞側因子のクローニングを進め、幾つかの候補遺伝子cDNAを単離した。2)においては、昨年に引き続き、頭部（直径55nm）の表面にSV40・T抗原由来の核移行シグナルSVLT32を発現させたラムダファージをベースにSVLT32の置換変異体を多数作成し、細胞質にマイクロインジェクションしたファージ粒子の核移行活性を指標に、ナノ粒子を核に標的化するために必要な核移行シグナルの最適化を行い、ファージ粒子の精製法を改良することにより不純物を除去して細胞毒性を減弱し、さらに移行活性を再現性よく10%まで上昇させることに成功した。また、同じファージ粒子を使った系で細胞膜を通過できるPTDペプチドの遺伝子デリバリーにおける機能を検討し、我々がこれまで有用性を示したTat PeptideではN末端が外部に出ている場合とC末端が外部に出ている場合で導入効率に差がないが、VP16ペプチドではN末端が外部に出ているものが高活性でC末端が外部に出ている場合の約1000倍に達し、方向性があることを世界で初めて明らかにした。3)においては、細胞と共存しながら遺伝子発現を行う（持続感染）センダイウイルス変異株cl.151のゲノムRNA全長に相当するcDNAから、元のウイルスを再構成することに成功した。再構成したウイルスは持続感染能を保持しており、持続感染しない親株（Nagoya株）との比較から、52個の点突然変異のうちその表現型に必須であるのは10個以内であることを確認した。現在、このウイルスのゲノムに外来遺伝子を挿入して安定に発現させる研究を計画中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子治療、センダイウイルス、ウイルスベクター、非ウイルスベクター

〔テーマ題目12〕 テロメア配列結合因子 TRF1によるヒト細胞の寿命決定機構の解明

〔研究代表者〕 中西 真人（ジーンファンクション研究センター遺伝子治療技術開発チーム）

〔研究担当者〕 中西 真人、岡部 潤  
（職員1名、他1名）

〔研究内容〕

分化したヒト体細胞は、分裂可能な回数が決まっている。これを細胞寿命という。例えば、胎児から単離した線維芽細胞は比較的長い寿命を持っているが、それでも50回から70回の細胞分裂後に増殖が停止し、ガラクトシダーゼなど老化のマーカーを発現してやがて死に至る。この細胞寿命は遺伝的に厳密に制御されており、これが破綻して無限の細胞寿命を持った細胞が癌であると理解されている。そのため、細胞寿命の決定機構とその破綻のメカニズムを理解することは、癌の予防と治療の両面から大きな意味を持っている。また、再生医療では最終目標を胚性幹細胞（ES 細胞）から臓器を作ることにおいているが、胚性幹細胞が無限の寿命を持っているのに対し、最終分化した組織の細胞は有限寿命にしておかないと癌化の可能性が高い。このため、細胞寿命の決定機構の解明とその人工的調節は、再生医療の安全性を確保するためにも必須である。ヒト細胞の寿命を調節する機構として最も有力なのが、染色体末端のテロメアを介した寿命の決定機構である。ヒト染色体の末端にあるテロメアは（TTAGGG） $n$  という単純な繰り返し構造を持つ DNA（テロメア DNA）とそれに結合するテロメア配列結合タンパク質 TRF1、TRF2からできている。テロメアが細胞寿命と深く関わっていることを示唆するデータは、1）不死化している癌細胞や幹細胞は例外なくテロメア配列を伸長する機構（テロメラーゼという酵素や組換えによる ALT という伸長メカニズム）を持っている、2）線維芽細胞のテロメア配列の長さは細胞分裂のたびに短くなり、約5キロ塩基対になったところで増殖が停止する、の2つがある。一方で、寿命を持たない癌細胞の多くは非常に短いテロメア配列を持つことから、テロメア配列の長さが単純に細胞の寿命を決定しているわけではないことも明らかである。我々のこれまでの研究から、テロメア配列結合因子の一つ TRF1の細胞内の量がテロメア構造の維持を決定する因子であることが明らかになっていた（Okabe, et al., 2000）。本年度は、TRF1と細胞の不死化の関係を解析するために、ヒト細胞に感染して TRF1を大過剰に発現することができるレトロウイルスベクターを作成し、これを使って正常な寿命を持つヒト由来初代培養線維芽細胞に TRF1を過剰発現させた細胞株を樹立して解析した。その結果、1）TRF1の過剰発現は細胞の分裂寿命を4から20回伸ばし、老化を遅らせること、2）過剰発現している TRF1のテロメア維持に関わる機能は細胞によって異なり、不死化細胞では TRF1の発現量がこの機能の律速段階となっ

ているのに対し、初代培養線維芽細胞では TRF1を過剰発現させてもテロメア維持の機能は上昇しないこと、3）過剰発現させた TRF1の核膜への局在と細胞の不死間との間には相関があり、不死化している細胞では TRF1は高塩濃度でもしっかりと核膜に結合しているのに初代培養線維芽細胞では結合できないこと、4）3）において、TRF1自体のタンパク質としての性質（等電点・分子量）には変化がなく、不死化細胞内でも初代培養線維芽細胞でも同一の性質を持つことが明らかになった。これらの事実は、TRF1の寿命の調節と直接的に関わっているが、不死化細胞ではさらに TRF1を核膜に結合する因子が誘導されていることを示している。現在、この新規因子のクローニングを予定している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 テロメア、細胞寿命、癌、再生医療

②③【太陽光発電研究センター】

（Research center for photovoltaics）

（存続期間：2004. 4. 1～）

研究ユニット長：近藤 道雄

副研究センター長：仁木 栄

所在地：つくば中央第2

人員：26（25）名

経費：1,363,341千円（483,197千円）

概要：

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

現在、日本は太陽光発電産業で世界一の座にあるが、そのフロントランナーとしての地位を維持し続けるために次世代に向けた技術開発が必要であり、産総研がその先導的役割を果たすことを目標とする。

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

(1) 新規太陽電池材料およびデバイスの開発

- (2) 太陽電池の標準化技術、評価技術の開発
- (3) 太陽光発電システム運用技術、評価技術の開発
- (4) 太陽光発電を通じた国際協力

外部資金：

経済産業省 電源多様化技術開発等委託費「太陽光発電技術研究開発」

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電技術研究開発／革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／超高率薄膜太陽電池用ナローギャップ材料の研究開発 (30,406千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電システム／革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／ファイバ型太陽電池の研究開発 (26,593千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電技術研究開発／先進太陽電池技術研究開発／シリコン結晶系薄膜太陽電池モジュール製造技術開発 (微結晶シリコン高品質化技術開発) (96,759千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電技術研究開発／革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／シリコン系太陽電池の次世代技術先導研究 (114,982千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電技術研究開発／革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／高効率カルコゲナイド系太陽電池の研究開発 (40,997千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電技術研究開発／革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／ワイドギャップ CIS 系太陽電池の高効率化技術 (高効率セルプロセス／新バッファ層) (20,668千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電技術研究開発／大量導入に向けた共通基盤技術の研究開発及び調査／太陽電池評価技術の研究開発 (379,515千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電システム／革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／太陽光発電システムのリサイクル・リユース処理技術等の研 (28,642千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電技術研究開発／大量導入に向けた共通基盤技術の研究開発及び調査／太陽光発電システム評価技術の研究開発/太

陽光発電システム総合支援技術の研究開発 (99,981千円)

新エネルギー・産業技術総合研究開発機構太陽光発電技術研究開発／革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発／自律度向上型太陽光発電システム先導研究開発 (21,424千円)

発 表：誌上発表39件、口頭発表65件、その他4件

### 結晶シリコンチーム

(Advanced Crystalline Silicon Team)

研究チーム長：坂田 功

(つくば中央第2)

概 要：

高効率化の理論的シナリオを提示して、「アルミナ基板上の極薄膜結晶 Si セル (数 $\mu\text{m}$ )」と「接着接合極薄膜結晶 Si セル」の2種類の光閉じ込め型の極薄膜結晶 Si 太陽電池の試作研究を行っている。この試作研究を通して、結晶 Si 太陽電池の高効率化の可能性追求と新コンセプトの提案を行うことが研究目標である。同時に、太陽電池解析評価・制御技術の確立・グローバルスタンダード化も目標としている。厚さ数 $\mu\text{m}$ の極薄膜結晶 Si セルの研究は、結晶 Si セル薄膜化研究の世界レベルの先駆的な働きをしている。

平成15年までの研究成果 (低温100°Cエピタキシャル成長に成功、効率13.54%低温エピタキシャル接合セルの試作) を踏まえて、高 Voc の極薄膜結晶シリコン太陽電池のセル構造設計と要素技術の整備を図る。また、ヘテロ接合のバンド不連続性などを利用した極薄膜結晶シリコン太陽電池の高効率化に向け、ワイドバンドエミッタ等として、シリコン基板上にシリコンと格子整合する高品質 GaPN 膜形成に着手する。極薄膜結晶シリコン太陽電池の製造技術への的確なフィードバックを目指して、従来、開発してきた太陽電池材料の各種評価手法のさらなる高度化を行う。

年度進歩：

結晶シリコン薄膜太陽電池の作成において、p 型シリコン基板の背面に、低温 (200°C) でプラズマ CVD 法で p+層を形成する際、原料ガス中のドーピング濃度を増やし、p+層の構造がエピタキシャルからアモルファスになると、裏面 (p 型結晶シリコン基板と p+層の界面) での少数キャリア界面再結合速度が従来の $10^6\text{cm}^2/\text{s}$  から $10^3\text{cm}^2/\text{s}$  以下に低減されること (BSF (Back Surface Field) 効果が顕著になること) を見出した。この理由のひとつが、伝導帯側に存在するバンド不連続のため、少数キャリアである電子がシリコン基板側からやってきてもこのヘテロ接合で追い出されるためであることを内部光電子放出測定から明らかにした。

シリコンに格子整合した GaPN 膜のシリコン基板上への形成に成功した。

過度光電流測定法における ITO-SiO<sub>x</sub> 2重ゲートの妥当性が確認され、多様な測定対象への適用可能性が開かれた。少数キャリア寿命・拡散長・低抗率の評価技術の共通化を図り、キャスト Si に適用した。

キンヒドロン/メタノール系溶液でウェハ表面の不活性化を行う、キャリア寿命評価法を厚さ50μm以下のウェハに適用できるように、装置改造に着手した。

### シリコン新材料チーム

(Novel Silicon Material team)

研究チーム長：近藤 道雄

(つくば中央第2)

概要：

アモルファスシリコン太陽電池において光劣化抑制因子を明らかにし、光劣化を抑制し、変換高率の向上を図る。安定化高率10%を目標とする。また、微結晶シリコンの高速化技術を開発し、毎秒3nm/s以上の製膜速度で10~16cm<sup>-3</sup>以下に欠陥密度を低減し10%以上の変換高率を達成する。また、これらの要素技術を組み合わせて薄膜多接合太陽電池を開発する。

アモルファスシリコン太陽電池において効率および安定度を向上させるため、i層をトライオード法およびナノ構造制御法を適用するとともに p/i 界面の最適化を行う。微結晶シリコンにおいて高圧枯渇法をホールカソードと組み合わせて高速化を図るとともにホールカソードの効果を物理的に明らかにする。薄膜シリコン太陽電池の高効率化のために p/i 界面観察、制御法を開発、p/i 界面の光学ロスを抑制する。

年度進歩：

アモルファスシリコンにおいては劣化率を5%程度まで抑制することができた。高効率化との両立は課題であるが、劣化後変換効率で9.4%の値を達成した。今後効率の評価精度を向上させる。微結晶シリコンでは8nm/sの製膜速度で目標の欠陥密度を達成した。単接合セルでは9.2%の効率を達成し(世界最高)、新聞でも報道された。これらの高効率化においてはTCO/P、p/i 界面のその場観察技術が活用され、p/i 界面での光学ロスを抑制する新技術が開発された。

### 化合物薄膜チーム

(Thin Film Compound Semiconductor Team)

研究チーム長：仁木 栄

(つくば中央第2)

概要：

2030年セル効率25%、モジュール効率22%という目標の実現に向けて20%超の CIGS 太陽電池実現のための要素技術の開発を行う。平成16年度末までに禁制帯幅1.3eV以上の CIGS 太陽電池で変換効率18%の

実現を目指す。そのためには以下の技術開発を行う。

- 1) 変換効率20%超の CIGS 太陽電池の開発を目指し、高開放電圧で高 FF を実現するための太陽電池プロセスを開発する。特に禁制帯幅1.3eVのワイドギャップ CIGS 太陽電池で変換効率18%の実現を目指す。
- 2) バッファ層/CIGS の伝導帯の不連続の Ga 濃度依存性を精密に測定する。
- 3) ZnO 透明導電膜の高品質化を図るとともに、低抵抗な Zn<sub>1-y</sub>Mg<sub>y</sub>O 系薄膜の製膜技術を確立することで、透明導電膜の分野においてバンドギャップやバンド接続の制御などの新機能を開拓する。

年度進歩：

- 1) 禁制帯幅1.34eVのワイドギャップ CIGS 太陽電池で変換効率16.9%という世界最高レベルの効率を実現した。V<sub>oc</sub>=0.728V、J<sub>sc</sub>=31.8mAcm<sup>-2</sup>で FF=0.728と高開放電圧と高 FF の両立を可能にするプロセスの開発に成功した。
- 2) 正・逆光電の子分光法によってバッファ層/CIGS の伝導帯の不連続を精密に測定する技術を開発した。Ga 濃度 x=24%では伝導帯の不連続は正であるが x の上昇に伴ってその値は減少し、x=40-50%で0に、さらに x が増加すると負になることを実験的に初めて明らかにした。(鹿児島大学との共同研究)
- 3-1) ZnMgO 系の透明導電膜で禁制帯幅3.6-4.0eVで抵抗率 ρ ≤ 1x10<sup>-3</sup>Ωcm を実現した。またそれを太陽電池に用いるプロセスを開発した。
- 3-2) ZnO 薄膜を透明電極として用いることで InGaN 系 LED の外部量子効率を2倍向上することに成功した。

### 評価チーム

(PV characterization Team)

研究チーム長：仁木 栄

(つくば中央第2)

概要：

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

- 1) 世界の主要な研究所・機関が参画する基幹国際比較において日本の Qualified Lab として高い技術レベルを示すとともにその維持・向上を図る。
- 2) 準太陽電池の校正を実施するとともに、その技術

の高度化を目指す。

- 3) 結晶 Si 太陽電池とスペクトル感度の異なる新型薄膜太陽電池の高精度な評価を可能にするために、1100nm より長波長まで太陽光との合致度の高いソーラーシュミレーターを開発する。
- 4) 当研究チームが提案した二重封止型モジュールの耐候性を検討する。さらに回収率を正確に評価し、この手法の有効性を明らかにする。

年度進歩：

- 1) 日本の **Qualified Lab** として基準電池の国際比較に参画し、性能評価に関する日本の高い技術レベルを示した。国際比較のホスト研究機構である **PTB** と良い一致を得た。
- 2) 基準太陽電池の校正を着実に実施した。また、測定技術の高度化を目指して、光学インテグレータの平行度の向上を図り、世界で始めて光線平行度  $< 2^\circ$  という性能向上を達成した。
- 3) 広い波長範囲 (350-1300nm) で太陽光との合致度が高い超高近似的ソーラーシュミレーターを開発し、各種新型太陽電池の評価法の開発に着手した。
- 4) 当研究チームが独自に開発した二重封止型モジュールが高い耐候性を有することを確認した。また、9セルモジュールからのセル回収試験を行い、回収成功率は91%、電気特性まで考慮した回収成功率は84%と高い回収率を実現した。

## システムチーム

(PV Systems and Applications Team)

研究チーム長：加藤 和彦

(つくば中央第2)

概 要：

太陽光発電システムの大量導入時代に向けて、太陽光発電システムの設計段階から施工、運用に至るまでの総合支援技術を開発する。大規模発電施設に対して発電量予測を行い、系統連係への負担を低減する技術を開発する。

住宅用太陽光発電システムを模した実規模の検証実験設備を用いた各種実験により、動作点移動解析モデルによる太陽電池アレイ構成最適化手法の妥当性検証を進めるとともに、詳細な気象観測によるシュミレーションのための典型的気象パターンの検討等の改良型システム設計ツールのための要素技術を整備していく。また、本設計ツールの利用に必要なシステム構成機器に関する技術仕様データベース整備を進める。また、システム性能診断手法に関しては、システム運転データをもとに、外部の気象データなどから得られる発電量推定値との比較による施工時および運転時における故障・不具合の判定原理を考案する。アレイ性能診断手法に関しては、検出すべきアレイ側の故障・不具合要因と電気的特性変化との関連づけを行い、個々の要

因に適した検出手段を整理するとともに、住宅用太陽光発電システムを模した実規模の検証実験設備を用いた各種実験により、その実用面からの有効性検証を進める。

年度進歩：

PV システム評価技術の実規模検証用実験設備および多機能気象観測装置の導入を行い、システム設計支援技術として開発を進めている PV アレイ動作点移動解析モデルの有用性を数値解析で示すとともに、実規模検証設備での運転性能評価試験を行った。ストリング構成の最適化によりアレイ出力が数%から20%程度まで向上することが明らかとなった。施工時の性能評価の基礎となる典型的気象パターン抽出のため、住宅用 PV システムの運転データおよび当所での気象観測データを用いて日射強度の回帰分析を進めた。運用時の評価技術については、当所で開発した発電量シミュレーションを用いてメガソーラタウンのピークカット効果を予測する一方で、発電性能診断モニタ端末を用いてメガソーラタウンの運転データ計測を行い、メガソーラタウンによる産総研構内電力の電力需要のピークカット効果が最大需要の約2%になることを確認し、開発したシミュレーション技術と実測結果がよく一致することを示した。さらに、住宅用 PV システムの運転データの収集も続けており、サイト特有の性能低下要因の抽出を行った。PV セル、モジュール、アレイの電気的特性の変化から故障部位の特定を行う手法についても技術的な検討を進め、明状態におけるインピーダンスの変化を検出する手法を開発した。

## ④【システム検証研究センター】

(Research Center for Verification and Semantics)

(存続期間：2004. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：木下 佳樹

副研究センター長：高橋 孝一

所在地：関西センター尼崎サイト、千里サイト

人 員：8 (7) 名

経 費：252, 230千円 (202, 633千円)

概 要：

情報処理システムによる制御が宇宙航空、原子力から金融、通信、計量器にまで遍在化 (ubiquitous) した結果、システムのバグ (誤動作) の社会に及ぼす影響がますます深刻になっている。現状では、実機を稼働させて動作を観察し、バグを発見する、動作テストによる方法がいまなお主流だが、すべての場合を尽くせないための見落とし、再現困難なバグへの対処などの信頼性に関する問題と、上流工程では適用できない、実機の稼働後でない適用できないなどのシステム開

発の生産性に関する問題があり、もっと強力な検証法が求められている。本研究センターでは、数理的技法（形式的技法、formal methods）による検証法（数理的検証法）の研究を行なっている。

科学研究とフィールドワークの二本立てで研究を推進し、コアメンバーには、両方のプロジェクトに携わらせ、このことによって最新の科学研究の成果をフィールドワークをとおして社会に移転し、かつ社会の現状を観察した上で科学研究のテーマを選ぶ、という双方向のインタラクションを生むべく活動している。

フィールドワークでは、企業や産総研内の計算センターなど、実際に情報処理システムを開発している場所をフィールドとして、そこで抱えている問題を、システム検証の科学技術によって解決するべく試みる。この仕事では、必ずしも我々自身が生んだ科学研究上の成果を応用することにはこだわらない。この分野で研究しているおかげで、この分野に関する深い専門的知識を研究員は持ち合わせており、その知識をフィールドにおける問題解決に利用する。科学上の価値観よりもフィールドにおける価値観を優先させるのである。具体的には、二つの企業と、それぞれ数理的検証法導入に関する共同研究を行ったほか、計量標準へのソフトウェア認証導入（ソフトウェア改竄検出法）に関して、計測標準部門に協力している。

科学研究のテーマによって、算譜科学、自動検証法、対話型検証法などの研究チームを設けている。実際の研究活動は、プロジェクト毎に班を構成し、必要なメンバーがプロジェクト毎に離合集散する、という形をとっている。理論研究のために用いる手法は、数理論理学、圏論（とくに Lawvere による函手意味論）、関係代数、計算論（とくに項書換系）などで、現在の研究対象は一階様相  $\mu$  計算、余代数、不動点付様相論理の函手意味論、Kleene 代数の一般化、等式付木構造オートマトン、不動点付様相論理の充足可能性算法などである。また、Chalmers 工科大学（瑞）で行なわれてきた、Martin-Löf の構成的型理論に基づく対話型証明支援系 Agda の開発に参加し、この上で、Agda をユーザインターフェイスとして種々の自動検証系を呼び出すことを可能にするような統合検証環境の構築を目指したシステムの研究開発を行なっている。Agda の記述言語を高速で簡約化するコンパイラ Agate の開発も進めており、依存型を持つ関数型作譜言語応用の基盤を築きつつある。

#### 外部資金：

- ・(独) 科学技術振興機構  
 グラント名：戦略的基礎研究推進制度 (CREST)  
 テーマ名：「検証における記述量爆発問題の構造変換による解決」(木下佳樹)
- ・(独) 科学技術振興機構

グラント名：戦略的創造研究推進事業 (PRESTO)  
 さきがけ研究21「機能と構成」領域  
 テーマ名：「刺激応答型実時間システムの自動検証技術：安全性・信頼性技術の開発」  
 (大崎 人士)

- ・文部科学省  
 グラント名：若手任期付研究員支援 (継続1)  
 テーマ名：「システム詳細化・抽象化の数理モデルの確立」(渡邊 宏)
- ・文部科学省  
 グラント名：科学研究費補助金  
 テーマ名：「操作的意味を保存するプログラム変換の研究」(渡邊 宏)
- ・資金提供型共同研究3件

発表：誌上発表18件、口頭発表34件、その他0件

#### モデル検査研究チーム

(Model Checking Research Team)

研究チーム長：高橋 孝一

(関西センター千里サイト)

#### 概要：

数理的検証技法の一つであるモデル検査に基づく検証に関する研究を行う。モデル検査における解決すべき一番の課題は計算機を使っても扱うことが不可能な状態数のシステムをいかにして取り扱い可能な形にするかである。我々は状態数が一般には非常に多いポインタデータを扱うシステムの抽象化支援ツールの設計および試作を行う。また、そのために必要な理論的研究を行う。我々が開拓した、ポインタシステムの性質を時相論理で記述して検証するアプローチのために、時相論理式の充足可能性判定が必要である。充足可能性判定算法で効率的に満足できるものを考案し、これに基づいてポインタシステム抽象化方式を考案、試作システムの評価を行う。また、ポインタシステムの本質を抽出した算譜言語を設定、その性質を時相論理式で記述し、これに関して述語抽象化を行う支援ソフトウェアの設計を行う。プロトコルも状態数が多く、これを検証するために等式付きツリーオートマトンの研究も行う。この理論に基づいた統合計算支援ツール ACTAS の内外への普及を行う。また、異なる種類の等式について、高速演算アルゴリズムの提案を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

#### 定理証明研究チーム

(Theorem Proving Research Team)

研究チーム長：武山 誠

(関西センター尼崎サイト)

#### 概要：

モデル検査での検証の限界を越えるには、強力な定

理証明による技法の開発が不可欠である。職人芸に依存する現状を脱すべく、確実・高効率な定理証明適用の技術開発と、基礎となる検証の数理の解明とを目的に、三班構成で研究を進めている。定理証明班は、型理論に基づく証明支援系 Agda を中核に個別の検証論理・外部ツール群を統合する検証環境を構築する。今年度は、Chalmers 大学との組織的協力体制確立と要素技術の開発に進展をみた：様相  $\mu$  計算形式化、外部ツールプラグイン機構、Agda 言語解釈実行系。数理モデル班は、抽象化の統一的数理の解明と記述量爆発問題の解決に向けて、論理の圏論的・代数的研究手法を深化させた：基盤理論 Lawvere A-theory 設定、様相  $\mu$  計算抽象解釈の圏論的代数構造解明、一階様相述語  $\mu$  計算の意味づけと公理化、「非古典構造値の層」による層意味論の拡張、テスト付クリーニ代数自由生成の圏論的構成。数理的手法班は、実際の事例研究と数理モデル研究を結び付けてニーズに合った検証手法としてまとめ、有効性を実証・アピールすることに成功した：Web システムの上流設計仕様書を Kripke モデル化するレビュー手法、詳細設計書との整合性の refinement map によるモデル検査手法。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

-----  
**【テーマ題目 1】システム検証の数理的技法に関する研究（運営費交付金、（独）科学技術振興機構戦略的基礎研究推進制度（CREST）および戦略的創造研究推進事業（PRESTO）、文部科学省 若手任期付研究員支援および科学研究費補助金）**

**【研究代表者】** 木下 佳樹（システム検証研究センター）

**【研究担当者】** 木下 佳樹、高橋 孝一、大崎 人士、渡邊 宏、古澤 仁、武山 誠、中原 早生、西原 秀明、岡本 圭史、西澤 弘毅、佐藤 憲太郎、池上 大介、高井 利憲、田辺 良則、永山 操、関澤 俊弦（16名）

#### 【研究内容】

##### <研究目的、手段>

情報処理システムのバグ検出技術の研究を行い、開発の生産性、信頼性の向上に資する。また、開発計画のコストおよびリスク評価の基盤を提供する。特にスケーラビリティを実現するための抽象化方式の研究、対話型検証方式、自動検証方式などの要素技術研究、要素技術を総合する統合検証環境の研究開発などを進める。

##### <年度進捗>

- リアクティブシステムの抽象化に関する研究  
抽象化の数理モデル構築（代数構造論に基づくアプローチ） リアクティブシステムの論理体系として様相

$\mu$  計算の自然な拡張である高階様相  $\mu$  計算を採り、これがリアクティブシステム検証に有効なものであることを確認した。具体的には、不定個プロセスの排他制御問題など、二つの問題の記述で、量化記号（quantifier）を本質的に含む検証項目が現れた。

抽象化方式の研究開発（ポインタシステムの抽象化方式など） 我々が開拓した、ポインタシステムの性質を時相論理で記述して検証するアプローチのために、時相論理式の充足可能性判定が必要である。充足可能性判定算法で効率的に満足できるものを考案し、これに基づいてポインタシステム抽象化方式を考案、試作システムの評価を行った。また、ポインタシステムの本質を抽出した算譜言語を設定、その性質を時相論理式で記述し、これに関して述語抽象化を行う支援ソフトウェアの設計を行った。

- 対話型定理証明支援系 Agda のマニュアル開発、Agda 上での様相  $\mu$  計算の実装、SMV プラグインの開発

Chalmers との共同研究体制を整えた。Agda 上で様相  $\mu$  計算の検証を可能にする  $\mu$  NK および Agda からモデル検査器 SMV を起動する plug-in Agda-SMV を開発し、CTL あるいは LTL（いずれも様相  $\mu$  計算の部分系）の検証で、対話型検証と自動検証を局面に応じて使い分けることを可能にした。今年度末までに、Agda のマニュアルを拡充する。

- 等式付木構造オートマトンによる受理言語に関する研究、検証支援ツール ACTAS の内外への普及交換則・結合則付（AC）正則木構造オートマトンおよび交換則・結合則・冪等則・単位元付（ACIU）正則木構造オートマトンおよび木構造オートマトンに関して、それらの受理言語間の集合演算の算法を Parikh の定理を用いて考案した（イリノイと共同）。ACTAS の暗号プロトコルの秘匿性の検証への応用研究を開始した（LSV と共同）。

抽象化方式の数理モデル研究は、抽象化の対象となるリアクティブシステムの定式化に着手した段階。ポインタシステムを対象とする抽象化は、重要だが困難で、CVS の仕事が世界にさきがけている。Agda 開発は5月より体制づくり、10月に初のワークショップを成功させ、既に CTL の検証の統合環境の一部を開発して、よいスタートを切った。木構造オートマトンの受理言語に関する研究は CVS が世界に先行しており、これに基づく検証方式の開発が成功すれば CVS の強みとなる。

**【分野名】** 情報通信

**【キーワード】** リアクティブシステム、抽象化、ポインタシステム、等式付木構造オートマトン、Agda

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

〔研究代表者〕木下 佳樹（システム検証研究センター）

〔研究担当者〕木下 佳樹、高橋 孝一、大崎 人士、古澤 仁、渡邊 宏、松岡 聡、山形 頼之、尾崎 弘幸、水口 大知、崔銀 恵、河本 貴則、渡邊 宏（12名）

〔研究内容〕

技術移転活動を通じて、科学的研究成果がどのように利用されるかを観察し、問題点を解決しようとするフィールドワークを行う第二種基礎研究を進める。具体的な各事例で用いたノウハウを科学的に分析し、別の事例にも適用可能な形に体系化し、研修コースやコンサルテーション事業としてまとめる。

<年度進捗>

・フィールドワーク1：システム検証技術の実用化に関する研究

共同研究相手先の社内業務システムの上位仕様書と下位仕様書との整合性を、とくに入出力画面遷移の仕様についてモデル検査した。相手先の設計担当者に検査結果の価値などに関して聞き取り調査を行った。今後今年度中に、ソースコードやテストなどの下位の仕様を対象とした検査についても同様の聞き取り調査を続ける。

・フィールドワーク2：車載ソフトウェアのモデル検査に関する研究

相手先が過去にプロトタイプとして製作途中の燃料計制御ソフトウェア一式を対象にして、ソースコードレビューとモデル検査を併用して検査した結果、以前に発見できなかったバグや問題点をいくつか指摘し、数理的技法の効果のある程度説得した。

上記作業の過程で我々が考案した手法が有効なものかどうかを調べるため、*in vitro* の実験を行った。ある開発記録に含まれるバグの報告を、我々の手法によって再発見することを試みた、100%発見することができ、報告にない問題点まで指摘できた。

この結果がアピールしたのか、共同研究計画を半年延長して17年3月末までとし、相手先企業の製品ソフトウェア開発に数理的技法を適用する実験を開始した。

・フィールドワーク3：組込ソフトウェアのセキュアな自動アップデート・システムおよび無線 IC タグの安全性に関する研究

8月より開始したプロジェクトであり、現在、VPN などを使ったセキュアなソフトウェア更新方式の検討を行っている。

・フィールドワーク4：産総研における知識情報基盤の構築に関する研究

情報技術研究部門と共同で、仕様記述の設計と検証を関連させながら進めている。検討の結果、仕様の動的な部分を $\pi$ 計算に基づく仕様記述言語を用いて記述し、検証することとした。 $\pi$ 計算を対象にした論理体系がなかったため、これを開発した。年度末までにこの論理体系の証明器を Agda 上に実装する。

・研修コース研究開発

15年度共同研究相手先にモデル検査を教えた事例を活用し、カリキュラムの原案と研修テキスト「モデル検査初級」の草稿を作成し、さらに研修実施の計算機環境を開発した。Linux 上の SMV を用いたもので、研修テキストの内容とも連動させている。さらに、この教材システムの SMV を Spin に入れ替えたものも完成させ、研修コースの試行を、共同研究相手先の技術者などを対象として12月から開始した。さらに、モデル検査研修コース中級編上級編を計画。

現在三企業との資金提供型共同研究を実施しており、いずれも二～三年間にわたって連携活動を更新してきたので、相手からの信用が増し、より重要な資料提供を得つつあるのは重要である。これらの経験から、我々独自の適用技法が芽生えつつあり、一部ではその有効性の確認実験を始めた。また、経験を研修コース研究開発という形に結晶させつつある。いずれにしても息の長い活動を要する方向の研究なので、第一歩を良好に踏み出したところと考える。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕フィールドワーク、適用事例、研修コース

㊸【ナノカーボン研究センター】

(Research Center for Advanced Carbon Materials)

(存続期間：2001. 4. 11～2008. 3. 31)

研究ユニット長：飯島 澄男

副センター長：古賀 義紀

総括研究員：湯村 守雄

所在地：つくば市東1-1-1 第五事業所

人員：17 (15) 名

経費：323,398千円 (258,699千円)

概要：

ナノチューブやナノホーンなどに代表される炭素系物質・材料は、そのナノスペースにおいて他の物質・材料に見られないユニークな構造や機能を持っている。当センターでは、炭素の究極の物性を明らかにすると共に、炭素系物質・材料が作り出すナノスペースの科

学の構築を行い、これらをベースに環境に適合しやすい炭素系材料の特徴を生かした環境・エネルギー材料及び情報通信材料の開発を目指す。このため、ナノスペースを利用した新炭素系材料の開発と産業化の可能性を明らかにするとともに、ナノチューブなどの炭素系材料により、我が国の21世紀の基幹材料としての位置づけを確立し、さらに実用化に向けて企業との連携により、産業育成の実現を計る。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）ナノカーボン応用製品創製プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「地球温暖化防止新技術プログラム 低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発プロジェクト DLC系皮膜技術」

文部科学省 科学研究費補助金 「熱フィラメントCVD法による金属内包フラーレンの合成」

財団法人 日本科学協会 平成16年度海外発表促進助成  
「Synthesis and tribological properties of fluorinated amorphous carbon films by reactive magnetron sputtering」

発 表：誌上発表40件、口頭発表50件、その他6件

#### ナノカーボンチーム

(Nano-Carbon Materials Team)

研究チーム長：飯島 澄男（兼任）

（つくば中央第5）

概 要：

ナノ領域での構造、原子配列を制御したナノカーボン材料の合成、構造制御、構造・物性解析を行い、ナノテクノロジー等への適用を目指したナノカーボン応用技術の開発を行う。ナノメータ領域で原子結合・構造制御されたナノチューブや、異原子が配列制御されたナノカーボン材料は、多くの優れた特性を有しており、より高度な構造制御等を行うことにより、さらに潜在的な特性の発現も期待される。そのため、ナノカーボン材料の工業材料化に不可欠な量産技術の開発を行うとともに、成長・形態制御、結晶制御、コーティング、微細加工技術を開発して構造評価、電気的特性、機械的特性評価を行うことにより、新規な機能を発現する材料化基盤技術を確立する。本チームでは、世界に先駆けて超微粒子触媒による多層ナノチューブの量産技術の開発に成功したほか、単層ナノチューブの合成触媒の開発、成長制御技術について、世界トップレ

ベルの成果を得ており、本テーマは、世界をリードする位置にある。

研究テーマ：テーマ題目1

#### 表面機能制御材料チーム

(Surface-Modified Materials Team)

研究チーム長：田中 章浩

（つくば中央第5）

概 要：

ナノレベルで表面機能を制御した炭素系材料の合成とそれらの構造・物性・機能評価によるトライボロジー機能等に優れた新材料開発、およびそれらの機能発現機構の解明等を目標とする。水圧機器部品への適用のために、摩擦係数0.1以下、比摩耗量 $10^{-9}\text{mm}^3/\text{Nm}$ 台を目標に、優れた DLC 系膜の開発を行う。この目標は世界のトップレベルのものであり、対象材料は水圧機器等の省エネルギー・環境対応機器実用化の核となる。また、成膜面積・透明性・密着性の点で優れたナノ結晶ダイヤモンド合成技術の開発を行う。ナノ結晶ダイヤモンド膜は、産業応用上極めて有望である。さらに、炭素系材料の表面制御を行うことにより、化学的、電気的な新機能の発現を図ると共に、新材料の評価を行う。また、光反応により極めて容易な表面機能のための制御技術の確立を目指している。

研究テーマ：テーマ題目2

#### カーボン計測評価チーム

(Nano-Scale Characterization Team)

研究チーム長：末永 和知

（つくば中央第5）

概 要：

超高感度電子顕微鏡装置開発を通じ、これまで困難であった新炭素系物質における原子レベルでの元素同定や構造解析法を実現する。それと共に、これら評価技術を駆使した新炭素系物質のナノスペース科学の構築とその応用を目指した研究開発を行う。高感度元素分析装置の開発において当チームは世界でもトップクラスのポテンシャルを有しており、とくに微量元素検出感度においては世界最高のパフォーマンス実現を目指す。また高精度構造解析においても世界に先駆けて単分子・単原子の精緻な直接観察を実現してきた。今後、原子分解能を持つナノカーボン材料分析法の確立を目指し、それを応用した新規物性の出現を目指す。

研究テーマ：研究テーマ題目3

【テーマ題目1】ナノカーボン材料の開発（運営費交付金）

【研究代表者】飯島 澄男（ナノカーボンチーム）

【研究担当者】飯島 澄男、湯村 守雄、大嶋 哲、  
島 賢治、斎藤 毅、内田 邦夫、

水野 耕平、生井 竜紀、Futaba Don、  
大塚 厚子、山田 幸子、塚本 健郎、  
池田 佳子、佐久間 理子、吉田 理佐、  
小澤 和巳、水野 まり子、早水 裕平、  
松浦 宏治（職員6名、他13名）

#### 【研究内容】

単層ナノチューブの合成について、気相流動法プロセス用の触媒として Fe 系ナノカプセル触媒を開発し、フェロセン触媒を開発し、炭素収率7.5%を達成した。基板上でのナノチューブの新規な成長モードを発見し、基板から垂直に2.5mmの配列構造体の合成に成功した。従来法にくらべ500倍、時間効率で1500倍を達成し、金属触媒を含まない高純度単層ナノチューブの合成に世界で初めて成功した。パターン化された単層ナノチューブの垂直配列構造体、高い導電性、高い透明性をもつ透明フィルムの開発に成功した。また、単層カーボンナノチューブ薄膜を用いて、電場による結合の変化を利用する人工筋肉の開発に成功した。

#### 【テーマ題目2】表面機能制御材料の開発（運営費交付金）

【研究代表者】田中 章浩（表面機能制御材料チーム）

【研究担当者】田中 章浩、古賀 義紀、長谷川 雅考、  
中村 拳子、大花 継頼、石原 正統、  
津田 統、津川 和夫、鈴木 雅裕、  
湯原 夏紀、鹿又 美紀彦、田家 哲重、  
棚村 大作、奥山 正光  
（職員6名、他8名）

#### 【研究内容】

大面積ガラス面に透明なナノ結晶ダイヤモンド保護膜を作製する技術の高度化のために、膜の均一性の向上と成長速度の向上を図った。特にガラス基板の前処理法を開発し、均一性が著しく向上し、成膜速度は昨年度にくらべ、5倍以上向上した。水環境適用型 DLC 系膜の合成と評価を行った。プラズマ CVD 法により、水中で高負荷下でも剥離せず、摩擦係数0.1以下、比摩耗量 $10^{-9}\text{mm}^3/\text{Nm}$ を示す優れた皮膜を得た。さらに、水中で耐剥離性を向上させるには、皮膜の残留応力を大きくする必要であることを明らかにした。また、従来法より緩和かつ簡便な条件下で、単層カーボンナノチューブ側壁へのフッ素官能基修飾に成功した。本方法は、副生成物の発生や欠陥の生成を伴わず、非常に優れた方法である。

#### 【テーマ題目3】カーボン計測制御技術の開発（運営費交付金）

【研究代表者】末永 和知（カーボン計測評価チーム）

【研究担当者】末永 和知、佐藤 雄太、劉 崢、  
瓜田 幸幾、若林 秀明、橋本 綾子、  
湯村 尚史、本田 敦子  
（職員3名、他5名）

#### 【研究内容】

超高感度元素分析技術開発においては、単原子識別における SN 比は、従来「3」から「10」に向上し、Gd 単原子の検出の信頼性は、99.99%という極めて高い信頼度で実現した。これは、現状で世界最高感度である。高精度解析においては、軽元素であるカーボン（原子番号6）の観測に成功した。また、これに伴いナノカーボン物質中にある様々な欠陥を世界で最初に捉えた。これにより、ナノカーボン物質中の欠陥は、物質内原子の移動・拡散に大きく寄与していることが明らかになった。

#### 2) 研究部門

##### ①【計測標準研究部門】

(Metrology Institute of Japan)

(存続期間：2001.4.1.～)

研究部門長：田中 充

副研究部門長：小柳 正男、松本 弘一、千葉 光一、  
三木 幸信

総括研究員：岡本 研作、大嶋 新一、小池 昌義、  
吉田 春雄

所在地：つくば中央第3、第2、第5、つくば北、関西センター大阪扇町サイト

人員：237 (234) 名

経費：3,551,151千円 (1,958,637千円)

#### 概要：

計量標準及び法定計量

第一期の目標：

##### (A) 計量の標準

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

- (1) 国家計量標準の開発・維持・供給
- (2) 特定計量器の基準適合性評価
- (3) 次世代計量標準の開発
- (4) 国際計量システムの構築
- (5) 計量の教習と人材の育成

##### (B) 革新的基盤的技術の涵養

多分野にまたがる共通基盤技術である計測分析技術について、先導的、先進的に研究開発を進める。

##### ○研究業務の方向付け

- (A) 標準整備計画に基づき、信頼される計量標準を早期に供給開始する。
- (B) 計量標準の確実かつ継続的な供給体制を構築する。
- (C) 国際協力のもと、計量標準・法定計量の国際相互承認を進める。

## 研 究

(D) 計量標準と計測分析技術において世界をリードする研究成果を挙げる。

外部資金：

経済産業省 電源多様化技術開発委託費「計量標準基盤技術研究」

経済産業省 石油生産合理化技術開発等委託費「計量標準基盤技術研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「原子力構造材の遠隔検査技術に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「低エネルギーX線精密回折分光技術の開発に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「先端領域放射線標準の確立とその高度化に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「RI廃棄物のクリアランスレベル検認技術の確立に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「自動車排ガス現場計測用超音波流量計の実用化に関する研究」

経済産業省 環境技術研究開発推進事業（実用化研究開発）新規「ディーゼル微粒子計測における校正・試験技術の開発」

経済産業省 基準認証研究開発事業「産業技術研究開発委託費（歯車のナノレベル形状評価のための計測器の校正原理及びその原理に基づく校正方法の研究とその標準化）」

文部科学省 先導的研究等の推進「ブロードバンド光シンセサイザの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「光コムを利用したスーパーヘテロダイン測長技術に関する研究」

財団法人三豊科学技術振興協会 研究助成「光周波数コムによる絶対周波数測定を用いたピコメートル不確かさの変位計測に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「分子イオンの振動励起にみる光イオン化における断熱近似の破れ」

文部科学省 科学研究費補助金「エネルギー分散型回折による結晶構造解析システムの研究」

文部科学省 科学研究費補助金「ラジアルラインスロットアンテナによる特殊媒質中の電磁界解析に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「位置選択的抗体固定化法を利用した環境水中の多種汚染物質の同時センシング」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術） ナノ計測基盤技術」

独立行政法人科学技術振興機構「アジア地域における標準物質開発ネットワークの構築」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテクノロジープログラム／ナノ加工・計測技術／3D ナノメートル評価用標準物質創成技術プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「水素安全利用等基盤技術開発 水素インフラに関する研究開発 充てん機用流量計の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「計量器校正情報システムの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構「即発ガンマ線検出器系の応答関数評価実験支援」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）「LC・GC用高性能気体資料捕集管の研究開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）「均一化ビームによる周期加熱法放射測熱物性計測装置の開発」

発 表：誌上発表308件、口頭発表628件、その他351件

### 時間周波数科

(Metrology Institute of Japan, Time and Frequency Division)

研究科長：大嶋 新一

(つくば中央第3)

概 要：

時間周波数標準及び光周波数・波長標準は、計測標準の中で最もファンダメンタルで精度の高い物理標準であり、これらの研究・開発を積極的に推進することは、計測技術の基盤を揺るぎないものにするだけでなく、我が国の産業・科学技術の高度化の上でも極めて重要である。当科では、これらの高精度標準の開発・運用と関連技術の開発・普及、それらの標準の高精度な比較技術の開発、信頼性と利便性に優れた標準供給技術の開発とそれらによる校正サービスなどを行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

### 長さ計測科

(Metrology Institute of Japan, Lengths and Dimensions Division)

研究科長：松本 弘一

(つくば中央第3)

概要：

長さ・幾何学量の標準供給は、産業・科学技術の要であり、大きな期待が寄せられている。この場合、高精度な上位の標準から、下位の幅広い標準まで求められる。この達成には信頼性の高い長さ測定技術の開発が不可欠となっている。当科では、既に JCSS が整備されている6量に加えて、平成16年度までに産業界から求められ、また国際比較などが求められている長さや幾何学量に関して15量の標準の確立とそれらの供給体制の整備を行った。この場合、民間との連携によって、階層構造に基づく我が国のトレーサビリティ体系を構築した。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7

### 力学計測科

(Metrology Institute of Japan, Mechanical Metrology Division)

研究科長：大岩 彰

(つくば中央第3)

概要：

当力学計測科の活動は、質量、力、トルク、重力加速度、圧力、真空の各量にわたる。各量において、標準から現場計測までのトレーサビリティの道筋を確保することが主たるミッションである。質量においては、標準分銅から質量計へ、力・トルクにおいては、力・トルク標準機／力・トルク計から各種試験機へ、圧力／真空においては圧力／真空標準器から圧力計／真空計へと現場計測器に繋がるトレーサビリティを実現する。当科においては既に、質量（分銅の校正）、質量計、力（力計の校正）、試験機、圧力（圧力標準器の校正）、圧力計について JCSS 認定が整備されている。

また、新たにトルク標準及び真空標準について JCSS のための標準供給を開始した。これらの供給業務に加え技術開発については、超高压標準、低压標準、リーク標準、安定な質量 artifact、高精度・高安定な力計の研究開発を進めた。また、質量計のためのロードセルの性能試験に関する技術開発を行った。併せて品質管理文書の整備については、法定計量に係わる質量計、ロードセルの試験方法に関して品質管理体制を整備した。外部協力としては、JCSS 認定制度に対して、標準供給及び認定審査への審査員派遣、質量、力、圧力、トルクの各技術分科会の運営などの協力を行った。また、ISO、OIML 等の技術規格文書の作成への協力を行った。国際協力では JICA-NIMT プロジェクトに協力し、専門家の派遣、研修生の受け入れを行った。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

### 音響振動科

(Metrology Institute of Japan, Acoustics and Vibration Metrology Division)

研究科長：佐藤 宗純

(つくば中央第3)

概要：

音響、超音波、振動、強度の標準は、環境、医療、機械診断、材料評価など広い分野にわたって必要とされており、その重要性も増している。JCSS 体制の構築、整備を出口とする研究を行うことで、主要量について世界的なレベルに到達し、先導することが当科の急務である。

JCSS 告知した音響標準、振動加速度標準及び硬さ標準については、標準供給体制を整備するとともに、その範囲の拡大、不確かさの低減および新しい標準器の開発をめざす。超音波標準は超音波パワーと超音波音圧の校正技術の開発研究を通して、早急に供給体制の確立を目指す。材料強度の標準、固体材料の特性評価を目的とする研究を実施する。また、産業技術の高度化に応じて、従来にない先進的な標準開発を進める。

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

### 温度湿度科

(Metrology Institute of Japan, Temperature and Humidity Division)

研究科長：三木 幸信

(つくば中央第3)

概要：

温度・湿度の計測は、最先端の科学やハイテク産業から、通商、環境、安全、人の健康を支える活動、日常生活に至るまでほとんどあらゆる場面で必要とされ、その標準供給体制の整備は急務である。現行の標準供

給の種類・範囲を国際的同等性及び技術上のニーズに応じて拡大するために、設備・体制を整え、標準の設定・維持・供給に必要な研究開発及び関連の計測技術の研究を行う。さらに、国際温度目盛（ITS-90）改正への提案などの国際的寄与をめざし、基礎的な研究開発を進める。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19、テーマ題目20、テーマ題目21、テーマ題目22、テーマ題目23、テーマ題目24

### 流量計測科

(Metrology Institute of Japan, Fluid Flow Division)

研究科長：高本 正樹

(つくば中央第3)

概要：

流量計を用いた石油や天然ガス等の取引は、経済産業活動の中でも最も大きな取引であり、また、水道メータ、ガソリン計量器等の流量計は国民生活に最も密接している計量器の一つである。さらに、最新の半導体製造技術、公害計測技術、医療技術等の先端技術分野や環境・医療技術分野においてもより困難な状況下での高精度の流量計測技術が求められている。当科では、これら広範な分野で必要な流量の標準を開発し、その供給体制の整備を進める。既に JCSS が整備されている気体小流量、気体中流量、液体大流量、気体中流速、微風速、および依頼試験による標準供給を行っている体積に加え、平成16年度末までに液体中流量、石油大流量の標準確立と供給体制の整備を目指す。また、移転標準器等の高精度流量計測技術の開発も行い、産業の基盤整備に寄与する。

さらに、計量法に基づき法定計量業務を適切に遂行すると共に、実施する試験業務に関する品質システムを整備する。また、要素型式承認等の型式承認試験技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目25、テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目28

### 物性統計科

(Metrology Institute of Japan, Material Properties and Metrological Statistics Division)

研究科長：馬場 哲也

(つくば中央第3)

概要：

エネルギー、石油化学産業等で求められる密度、粘度の標準、エネルギー分野、エレクトロニクス産業、素材産業等で求められる熱物性の計測技術と標準物質、半導体や材料産業等で求められる微粒子や粉体の計測技術と標準物質の開発、供給を行う。これらの標準に関する技術は、密度におけるアボガドロ定数の決定、

粘度の世界的な標準の確立に寄与するものである。また開発された熱物性計測技術と標準物質を礎として得られる信頼性の高い熱物性データを、分散型熱物性データベースに収録しインターネットを介して広く供給する。

研究テーマ：テーマ題目29、テーマ題目30、テーマ題目31、テーマ題目32、テーマ題目33、テーマ題目34、テーマ題目35、テーマ題目36

### 電磁気計測科

(National Metrology Institute of Japan, Electricity and Magnetism Division)

研究科長：吉田 春雄

(つくば中央第3)

概要：

電気標準のうち直流・低周波分野を担当。①直流電圧・直流抵抗標準、低周波インピーダンス標準の研究開発と供給、②交流電流比標準、交流電力、交直(AC/DC)変換標準の研究開発と供給

研究テーマ：テーマ題目37、テーマ題目38

### 電磁波計測科

(Metrology Institute of Japan, Electromagnetic Waves Division)

研究科長：小見山 耕司

(つくば中央第3)

概要：

高周波・電磁界標準、レーザ標準および光放射標準の高周波から光までの電磁波を対象とし、高周波電力、減衰量、インピーダンス、雑音、各種アンテナ、電界・磁界、レーザパワー、分光放射照度、分光応答度および分光反射率等の標準に関し、精密計測と校正技術の研究・開発を実施した。標準供給とトレーサビリティの整備の推進ならびに維持・供給を行った。研究・開発の進展は、新規に標準供給を開始した10MHz～26.5GHz 同軸減衰量、30kHz～18GHz のインピーダンス、10MHz～26.5GHz 雑音温度、150kHz～30MHz のループアンテナの依頼試験、波長1550nm のレーザ減衰量の依頼試験、50μW～200mW レベルのレーザパワーの JCSS 供給、極低温放射計をトレーサビリティ体系の頂点とする高精度分光応答度(可視域、レーザ波長点)がある。拡張として導波管電力標準60GHz、ホーンアンテナ校正の1.7GHz～2.6GHz の周波数範囲、分光放射照度・輝度の紫外域(200-250nm)がある。これまでの標準供給開始と拡張に関して高周波とレーザ分野でそれぞれピアレビューを行い、ASNITE 認定を取得した。

研究テーマ：テーマ題目39、テーマ題目40、テーマ題目41、テーマ題目42

## 量子放射科

(Metrology Institute of Japan, Quantum Radiation Division)

研究科長：鈴木 功

(つくば中央第2)

## 概要：

放射線、放射能および中性子標準に関連し、MRA対応の国際基幹比較、CMC登録およびピアレビューを実施するとともに、標準の立ち上げおよび高度化等の研究開発を行った。放射線標準研究室では、軟 X 線および中硬 X 線の照射標準の再設定を行い、不確かさの向上を行うとともに、技術マニュアルを作成しピアレビューを受けた。β線標準はβ線照射装置および外挿電離箱を製作するとともに、放射光 X 線用イオンチェンバーと軟 X 線計測のカロリメータの相互比較を行った。放射能中性子標準研究室では、放射能標準に関して、BIPMの実施したMn-54とI-125放射能の絶対測定国際比較に参加するとともに、APMP地域でのCe-139放射能測定国際比較を、産総研が幹事となり実施した。また、RI廃棄物クリアランス検認技術の確立およびγ線核種放射能標準のリモートキャリブレーション手法の開発を実施したほか、依頼試験による環境レベル放射能標準の供給を開始した。中性子標準に関しては、Am-Be線源の中性子放出率の異方性に関する実験的評価を実施したほか、高速中性子用の世界最高レベルの高エネルギー分解能スペクトロメータを試作し、21MeV領域にまで亘る、広範囲の中性子フルエンスの標準確立に向けた機器整備を実施した。

研究テーマ：テーマ題目43、テーマ題目44、テーマ題目45

## 無機分析科

(Metrology Institute of Japan, Inorganic Analytical Chemistry Division)

研究科長：千葉 光一

(つくば中央第3)

## 概要：

標準物質は研究開発および産業発展を支える知的基盤として、その加速的整備が国策のもとに推進されている。当科では平成13年～平成16年までにバナジウム標準液など新規無機標準物質12種類、RoHS指令規制対応標準物質など工業材料標準物質、有機スズ分析用底質標準物質など環境組成標準物質10種類を開発して、化学分析あるいは化学計量を支える標準を供給するとともに、併せて、関連するCCQM、APMP国際比較に参加する。また、電量滴定法等の基本分析手法の高度化、同位体希釈質量分析法などの高感度元素分析法の高精度化を行い標準物質の値付け、環境・生体計測の高度化等に使用するとともに、我が国の産業の高度

化及び科学技術のテクノインフラに寄与する。

研究テーマ：テーマ題目46、テーマ題目47、テーマ題目48

## 有機分析科

(Metrology Institute of Japan, Organic Analytical Chemistry Division)

研究科長：加藤 健次

(つくば中央第5)

## 概要：

標準ガス、有機標準、高分子標準、バイオ・メディカル標準の標準供給について、社会ニーズに即した化学標準を供給して行くことを第一の目標としてとらえ、そのためのベースとなる高度な分析技術を開発しつつ、技術面での整備とそのレベルアップを行った。また、グローバルMRAに基づく国際比較に積極的に参加して行くことにより、化学標準分野の国際相互承認の推進に協力した。さらにISOガイド34に基づく品質システムの整備を行うことにより、Appendix Cへの登録と国際的なピアレビューを通して我が国のCMCが国際的にも高いレベルで承認されることを目指して、活動を行ってきた。今年度も、先に挙げた分野における標準物質の開発を行い、関連する技術文書類の整備を行うなど、品質システムの構築をした。一方で、化学情報基盤整備の一環としてスペクトルデータベースの継承、整備そして拡充を継続的に行った。

研究テーマ：テーマ題目49、テーマ題目50、テーマ題目51

## 先端材料科

(Metrology Institute of Japan, Materials Characterization Division)

研究科長：小島 勇夫

(つくば中央第5)

## 概要：

標準の開発・維持・供給においては、EPMA用標準物質に関して、均質性に優れたステンレス鋼や高ニッケル合金系作製法を検討するとともに、既供給Fe-C標準物質に対して重量法による分析について基礎的検討を行った。多層膜標準物質に関して、すでに供給を開始したものについては経年変化のチェックを行うとともに、膜厚が10nm以下の多層膜構造評価法の高精度化を行った。次世代計量標準開発においては、微細空洞計測用標準物質およびイオン注入標準物質について、基礎的検討を加えた。また、膜厚が10nm以下の多層膜構造評価法について種々の手法を用いて高精度化を行った。分野横断・革新的計測分析技術開発においては、透過電子顕微鏡や表面分析装置による物質・材料のマイクロ領域の評価技術、薄膜材料の構造と機能の関係に関する研究を行うとともに、高純度基準

物質調製のために、革新的向流クロマトシステムの試作・改良を進めた。

研究テーマ：テーマ題目52、テーマ題目53、テーマ題目54、テーマ題目55

#### 法定計量技術科

(Metrology Institute of Japan, Legal Metrology Division)

研究科長：小島 孔

(つくば中央第3)

#### 概 要：

- 1) 経済産業大臣から委任される計量法に基づく型式承認及び試験並びに基準器検査（力学計測科、流量計測科及び計量標準技術科で実施されるものを除く。）を適切に実施する。
- 2) 特定計量器の型式承認では、要素型式承認の導入や試験所認定制度の活用による外部試験制度の導入についての調査研究を行い、制度の合理化を図る。
- 3) 国際法定計量機関（OIML）が推奨する、試験・検定に使用する標準設備に対するトレーサビリティを確立するための制度について調査研究を行う。
- 4) 我が国の法定計量システム整備計画案を策定し、経済産業省に対して企画・立案の支援を行う。
- 5) 型式承認実施機関として、ISO/IEC17025及びガイド65に適合した品質システムにより認証・試験業務を実施し、透明性を保ずる。
- 6) OIML 適合証明書発行及び二国間相互承認を推進し、国内計量器産業の国際活動に貢献する。
- 7) 計量法に規定する特定計量器の検定・検査に係る技術基準の JIS 化に関する調査研究を継続すると共に数種類の計量器に対する JIS 原案素案の作成を行う。
- 8) 耳式体温計及び CNG ディスペンサーの基準適合性評価試験に必要な技術の調査・研究を行い、耳式体温計に関しては、JIS 原案の作成を行う。
- 9) OIML の TC 活動に積極的に参加し、国際勧告の策定に貢献する。
- 10) アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）事務局活動の支援を実施する。

#### 計量標準技術科

(Metrology Institute of Japan, Dissemination Technology Division Dissemination Technology Division)

研究科長：根田 和朗

(関西センター)

#### 概 要：

当科の主要業務は、経済産業大臣から委任された計量法に基づく法定計量業務の適切な遂行である。法定計量業務は、国内の様々な分野における商取引及び客

観的かつ適正な計量証明行為に不可欠な業務である。

これらの業務の他、リング・プラグゲージ、フラスコ、ガラス製温度計の校正技術の開発と校正における不確かさを評価し、それらの標準供給体制の整備を行い、信頼性のある校正結果を提示することにより、産業界のトレーサビリティ体系の構築に寄与する。

研究テーマ：テーマ題目56、テーマ題目57、テーマ題目

58

#### [テーマ題目1] 時間・周波数標準の高度化に関する研究（運営費交付金）

[研究代表者] 池上 健 計測標準研究部門 時間周波数科 時間標準研究室長

[研究担当者] 萩本 憲、渡部 謙一、柳町 真也、古賀 保喜（職員4名、他1名）

#### [研究内容]

平成15年度に引き続き光ポンピング方式周波数標準器の不確かさの再評価を進め、不確かさの主な原因と考えられる分布位相の低減を図るため、リング共振器の実験モデルを製作した。原子泉方式周波数標準器において、主要な不確かさの要因を測定する方法を確立し、国際的な時系である国際原子時との予備的な比較を行った。原子発振器の高性能化のために必要な低雑音マイクロ波発振器については、液体ヘリウムで動作するサファイア共振器に入射するマイクロ波のパワーの制御を行い、平均時間500秒で $6 \times 10^{-15}$ の周波数安定度を実現させた。商用原子時計による当所の UTC (NMIJ) の維持、GPS 等による比較データの BIPM への報告、標準供給業務などについて、平成16年7月1日付で新たに設置された周波数システム研究室への引き継ぎを行った。

[分野名] 標準

[キーワード] 時間周波数、原子時計、セシウム一次周波数標準器

#### [テーマ題目2] 光周波数（波長）標準の開発と光周波数計測技術の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 大苗 敦 計測標準研究部門 時間周波数科 波長標準研究室長

[研究担当者] 石川 純、洪 鋒雷、黒須 隆行、平野 育、稲場 肇、大嶋 新一、松本 弘一、Jie Jang（職員8名、他1名）

#### [研究内容]

モード同期レーザを利用した「光周波数測定技術」を高度化し、よう素安定化 YAG レーザなどの周波数計測を行った。1オクターブの光周波数コムを用いた依頼試験（広帯域光周波数）については、1年前倒しすることにし今年度開始した。また、アセチレン安定化レーザと光コムを用いた C バンドでの安定化レーザ校正の依頼試験（通信帯光周波数）を開始した。産総研で光周波数

標準の開発を開始するにあたり、どのような原子・イオンが適しているか調査、検討した。また東大・香取研の Sr 光格子時計の光周波数計測を行い、その性能を評価した。よう素安定化 He-Ne レーザのユーザーの技術レベル向上を目指して研修用レーザを開発した。よう素安定化 He-Ne について国際比較 (K-11) に参加し、6件の JCSS 校正を行った。

【分野名】標準

【キーワード】フェムトコム、光周波数計測、国際比較、よう素安定化レーザ、アセチレン安定化レーザ、光通信帯

【テーマ題目3】時系・時刻比較の高度化に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】今江 理人 計測標準研究部門 時間周波数科 周波数システム研究室長

【研究担当者】雨宮 正樹、福山 康弘、鈴山 智也、藤井 靖久 (職員4名、他1名)

【研究内容】

商用原子時計 (セシウム原子時計、並びに水素メーザー周波数標準器) による当所の UTC (NMIJ) を代表時計法から周波数微調整の可能な装置を用いたステアリング法に変更し、UTC (NMIJ) の UTC に対する維持性能を向上させた。GPS 衛星や衛星双方向方式による比較データを BIPM に報告した。標準供給については平成15年度に引き続き、計量法に基づく時間 (周波数) の供給を実施し、周波数遠隔校正の信頼試験化を実現した。また、国際的な活動として、APMP の TCTF 議長を務め、域内の MRA 活動に貢献した。

【分野名】標準

【キーワード】時間周波数、時系、時刻比較、標準供給

【テーマ題目4】光波干渉による長さ標準の開発に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】松本 弘一 計測標準研究部門 長さ計測科 長さ標準研究室長

【研究担当者】美濃島 薫、平井 亜紀子、尾藤 洋一、寺田 聡一、鍛島 麻理子、藤間 一郎、岩崎 茂雄、藤本 安亮、吉森 秀明、佐々木 薫、渡邊 敦史 (職員9名、他3名)

【研究内容】

ブロックゲージ (長さ-4番) に関しては環境温度の精密化に対処するとともに、特殊ブロックゲージ (クリアセラム製の低膨張率材料) の標準供給の立ち上げを行った。また、APMP 国際比較の幹事所を勤めた。ブロックゲージ (長さ-5番) に関しても、特殊ブロックゲージの標準供給の範囲拡大を行った。標準尺 (長さ-8番) は装置の改修を行い、CCL 国際比較に参加し良い結果を得た。また、昨年度に積み残したデジタルスケー

ル (マクロ) の標準供給を開始した。距離計 (長さ-10番) は JCSS 制度による標準供給の検討を開始し、依頼試験を行うと共に、干渉測長器 (長さ-9番) の品質システムを完成させた。

【分野名】標準

【キーワード】ブロックゲージ、標準尺、距離計、干渉測長器、長さ標準

【テーマ題目5】フェムト秒テクノロジー (知的光計測制御技術) (運営費交付金)

【研究代表者】松本 弘一 計測標準研究部門 長さ計測科 長さ標準研究室長

【研究担当者】美濃島 薫、Thomas R. Schibli、大門 雄太 (職員2名、他2名)

【研究内容】

フェムト秒モードロックファイバーレーザーの光周波数コムにおける精密な繰返し周波数を用いた、フェムト秒コム距離計の高度化を引き続き行った。特に、実用化のための要素技術として、距離の測定精度限界の要因を明らかにし、高精度化の実験を行った。

【分野名】標準

【キーワード】フェムト秒レーザー、光コム、変調測距、距離計、空気屈折率

【テーマ題目6】空間光制御素子を用いた波面制御技術の計測応用に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】松本 弘一 計測標準研究部門 長さ計測科 長さ標準研究室長

【研究担当者】尾藤 洋一 (職員2名)

【研究内容】

平成15年度に開発した、液晶回折格子による二色位相シフト干渉計の高度化 (システムの簡便化)、及び白色干渉計への適用を図った。二色干渉計では、干渉信号が二色の合成波長を基準として得られるため、干渉計の測定範囲を大幅に広げることができた。さらに、白色干渉計へ適用することにより、ブロックゲージ干渉計等、段差測定への応用が期待できる。また、光源として波長走査型半導体レーザーを用い、波長走査技術と併用することにより、平面度干渉計等、高精度干渉計へ応用した。

【分野名】標準

【キーワード】液晶、空間変調器、干渉計

【テーマ題目7】幾何学量の高精度化に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】黒澤 富蔵 計測標準研究部門 長さ計測科 幾何標準研究室長

【研究担当者】高辻 利之、土井 琢磨、藤本 弘之、渡部 司、大澤 尊光、直井 一也、三隅 伊知子、権太 聡、周 泓、

前澤 孝一（職員9名、他2名）

【研究内容】

AFM 方式段差測定（幾何学量-5）の校正技術開発と不確かさ評価を行って、依頼試験を開始した。依頼試験については平面度（幾何学量-13）8件、ロータリーエンコーダ（幾何学量-6）4件、ポリゴン鏡（幾何学量-7）1件、触針式粗さ（幾何学量-1）3件、CMM による幾何形状測定（幾何学量-12）3件、ボールプレート（幾何学量-9）2件の計21件を実施した。これまで標準供給を宣言した14項目に対して円滑に標準供給できるように設備及び測定環境を整備した。

【分野名】標準

【キーワード】幾何寸法、微小寸法・微細形状、角度標準

【テーマ題目8】質量力関連標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】上田 和永 計測標準研究部門 力学計測科 質量力標準研究室長

【研究担当者】山口 幸夫、孫 建新、植木 正明、前島 弘、大串 浩司、水島 茂喜、林 敏行（職員8名）

【研究内容】

質量標準に関しては、国際相互承認を得るために不可欠なピアレビューを完了させた1mg～5200kg の範囲で、標準を安定的に供給すると共に、大質量分銅の密度の評価装置を開発した。分銅等の表面状態が質量変化に及ぼす影響に関する研究では、シリコン酸化膜表面への水蒸気等の気体の吸着・脱着を秤量法により評価した。

力標準に関しては、ピアレビューを完了させた10N～20MN の範囲における標準供給を着実に実施した。高精度・高安定な仲介用力計の開発では、音叉式力計を試作し安定性の評価を進めた。アジア太平洋地域での力標準の基幹比較の一プログラムで幹事所を引き受け仲介器の評価を行った。また、当所で開発した力計校正における不確かさ評価方法を ISO 規格に附属させるべく ISO の技術委員会分科会に継続して参加し討議を行った。

トルク標準に関しては、前年度までに拡大・整備した20kN・m 以下の範囲でのトルクメータ校正および1kN・m 以下の範囲での参照用トルクレンチ校正について、特定標準器としての指定を受け JCSS のための校正を開始した。トルクのトレーサビリティ制度の確立に向けて、トルク計測機器の校正に関する技術基準の整備を関連業界と協力しつつ進めた。

重力加速度標準に関しては、来年度に実施される予定の絶対重力計の国際比較の手順を定める議論に参加した。

JCSS トレーサビリティ制度に関しては、質量及び力の分野で、技術分科会に参加し技術基準の作成や改定並びに技術的諸問題の解決に協力すると共に、認定審査・定期検査への技術アドバイザーの派遣、力計の JCSS

技能試験の運営支援や参照値の提供など多方面から JCSS 認定機関に協力した。

また国際協力の一環として、タイ等の標準研究機関からの研修生の受入（大質量分野）や技術相談（大質量および力分野）に対応した。

【分野名】標準

【キーワード】質量、力、トルク、重力加速度

【テーマ題目9】圧力真空標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】秋道 斉 計測標準研究部門 力学計測科 圧力真空標準研究室長

【研究担当者】大岩 彰、小島 時彦、杉沼 茂実、城 真範、新井 健太、小島 桃子（職員7名）

【研究内容】

特定標準器の光波干渉式標準気圧計が、国際的に最高の性能を実現・維持できるように整備を進めた。特定副標準器の重錘型圧力標準器は、JCSS 認定事業者の特定二次標準器の校正と依頼試験による校正を進めると共に、高効率化と高精度化を目指した。液体高圧力（10MPa～100MPa）の APMP 基幹国際比較（APMP. M. P-K7）を幹事所として運営し結果を取りまとめ報告した。また、同圧力レンジの世界規模での基幹比較（CCM. P-K7）にも参加し、良好な結果を得た。液体高圧力標準（～1GPa）と高真空標準（1μPa～0.1mPa）については依頼試験、中真空標準については JCSS による標準供給を物理標準委員会に申請した。微差圧標準（1Pa～10kPa）の二国間比較の実施のため技術的打ち合わせを進めた。中真空領域の二国間比較を米国およびイタリアとの間で実施した。標準リーク標準の研究を進め基準リーク発生用精密流量計を整備した。JCSS 認定制度に関する協力として、認定審査への技術アドバイザーの派遣、技能試験への参照値の提供、などを行った。

【分野名】標準

【キーワード】光波干渉式標準気圧計、重錘型圧力標準器、微差圧標準、膨張法

【テーマ題目10】法定計量器の基準適合性評価に関する業務（運営費交付金）

【研究代表者】堀田 正美 計測標準研究部門 力学計測科 質量計試験技術室長

【研究担当者】福田 健一、長野 智博、薊 裕彦（職員4名）

【研究内容】

質量計に関する法定計量業務（型式承認試験及び基準器検査）及びはかりの OIML 勧告に従った性能試験を円滑に業務として実施すると共に試験・検査の信頼性の確保を図った。非自動はかりの品質管理を整備すると共に、質量計用ロードセルの性能試験に関する技術開発と

整備を行い、更に品質管理も整備した。また、使用設備の整備及び ISO/IEC17025に準拠した品質システムの整備を行った。OIML 等が主催する会議、技術委員会への積極的参加及び海外研修を取り入れ、常に国際基準・規格に対応した技術基準の確保に努めた。JCSS 認定については、認定機関・産業界との連携のもと技術的な協力をを行った。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 法定計量、型式承認、OIML、基準器検査、天びん、分銅

〔テーマ題目11〕 音響標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 菊池 恒男 計測標準研究部門 音響振動科 音響超音波標準研究室長

〔研究担当者〕 堀内 竜三、高橋 弘宜、藤森 威、  
蘆原 郁、佐藤 宗純  
（職員4名、他2名）

〔研究内容〕

音響測定器の JCSS 体制の確立に向け NMIJ における校正結果の信頼性を確保する一方で、認定申請事業者の審査1件を実施した。国際的には I 形標準マイク・音圧感度国際比較 APMP. AUV. A-K1について、幹事研究所として国際比較を予定通り実施し、参加機関から返送された仲介器の安定性チェックを定期的に行い国際比較の遂行上問題ないことを確認した。また超低周波領域を含む I 形標準マイク音圧感度国際比較 CCAUV.A-K2については、校正結果の信頼性向上のために静電アクチュエータを用いた測定系の構築と基礎データの収集を行った上で国際比較に参加し、仲介器の校正を終了した。本測定系は超低周波領域（20Hz 以下）への校正周波数範囲の拡大に関する研究・開発の一部としての役割を同時に果たすものである。また空中超音波領域（20kHz 以上）に関しては、無響箱を用いた校正装置の設計・試作に着手し、電気回路の整備等を行った。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 音響標準、標準マイクロホン、空中超音波、超低周波音

〔テーマ題目12〕 高精度超音波校正技術の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 菊池 恒男 計測標準研究部門 音響振動科 音響超音波標準研究室長

〔研究担当者〕 吉岡 正裕、佐藤 宗純、松田 洋一  
（職員4名）

〔研究内容〕

超音波パワー標準については、17年度中の依頼試験による標準供給開始に向けて、一次校正装置である“超音波振動子の放射コンダクタンス校正装置”をほぼ完成さ

せるとともに、不確かさ評価、装置の改良を行った。特に受圧板形状に起因する不確かさ要因について検討を行い、この結果に基づいて、NMIJ では吸収型受圧板を一次標準に採用することとした。

超音波音圧標準についても17年度中の依頼試験開始に向けて、一次校正装置となる“マイクロホン感度校正装置”をほぼ完成させた。またユーザマイクロホンを校正するための二次校正装置として比較校正装置の設計試作を開始した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 超音波パワー、放射コンダクタンス、天秤法、超音波振動子、マイクロホン、レーザ干渉計、超音波生体安全性、医用超音波

〔テーマ題目13〕 振動加速度標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 臼田 孝 計測標準研究部門 音響振動科 強度振動標準研究室長

〔研究担当者〕 大田 明博、石神 民雄（職員3名）

〔研究内容〕

振動測定は航空宇宙、自動車、建設、プラント、地震等、広範囲で行われ、その測定に用いられる振動加速度計はレーザ干渉計と加振器による校正装置により校正サービスが行われている。校正サービス供給済みの中・高周波領域（1Hz～5kHz）において、不確かさの低減、校正の自動化に向けた研究開発を行った。平成17年度から校正サービス開始予定である低周波領域（最低0.1 Hz）の校正装置について不確かさの見積もりを行い、結果を国際会議等で報告するなど、標準供給開始に向けた見通しを得た。一方、特定の振動数で偏差が認められる問題を見だし、この点の改良を行った。JCSS 校正を2件行い、事業者1社が認定された。研究成果を国際会議および国内学会に発表した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 振動加速度、地震計、振動試験、レーザ干渉計

〔テーマ題目14〕 硬さ標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 臼田 孝 計測標準研究部門 音響振動科 強度振動標準研究室長

〔研究担当者〕 石田 一、高木 智史、服部 浩一郎、  
清野 豊（職員5名）

〔研究内容〕

硬さ試験は機械部品等の強度特性を簡便に評価できる工業試験法であり、鉄鋼・自動車・航空を始め、幅広い産業分野で利用されている。硬さ標準の校正サービスとしてロックウェル硬さおよびピッカース硬さの校正業務を行った。JCSS 校正は、ロックウェル硬さに関して2

件実施し、認定事業者の審査も行った。ピッカース硬さ標準の不確かさを再検討するため、くぼみ測定の実定性的評価を行った。また、ロックウェル、ピッカース、ブリネル各硬さについて国際比較に参加、その一部は幹事所を務めた。マルテンス硬さのパイロットスタディ比較に向け、軽負荷からナノインデンテーションレベルにおけるトレーサビリティ体系について検討し、硬質薄膜の予備測定等を行った。ロックウェル圧子先端形状を顕微干涉計により評価する方法およびピッカース圧子形状の広範囲検証を検討し、良好な見通しを得た。これら一連の成果を国際会議、国内学会で報告した。

【分野名】標準

【キーワード】金属材料、材料試験、ロックウェル硬さ、ピッカース硬さ、極微小硬さ、ナノインデンテーション

【テーマ題目15】シャルピー衝撃値標準維持供給（運営費交付金）

【研究代表者】白田 孝 計測標準研究部門 音響振動科 強度振動標準研究室長

【研究担当者】山口 幸夫、高木 智史（職員3名）

【研究内容】

シャルピー衝撃試験は衝撃荷重に対する材料の破壊強度を測定する材料試験法として、産業界で広く用いられているものである。金属材料のシャルピー衝撃試験の標準は当研究室で維持されており、依頼試験を通じて産業界に供給されている。平成16年度は、依頼試験を1件実施した。国際整合性を保証するためのアメリカ、ベルギー、フランス及び日本の標準研究所4機関（NIST、IRMM、LNE、NMIJ）により4年間継続した国際比較を完了し結果を国際会議で報告した。依頼試験を継続するとともに、測定値の信頼性を向上させるために品質システムの構築を行った。

【分野名】標準

【キーワード】金属材料、材料試験、シャルピー衝撃試験、シャルピー衝撃値

【テーマ題目16】抵抗温度計標準の維持供給並びに領域拡大及び校正の高度化・効率化に関する技術開発（運営費交付金）

【研究代表者】新井 優 計測標準研究部門 温度湿度科 高温標準研究室長

【研究担当者】岸本 勇夫、山澤 一彰、佐藤 公一、原田 克彦（併任）、Januarius V. Widiatmo、坂井 宗雄、安曾 清（職員6名（うち1名併任）、他2名）

【研究内容】

供給中の抵抗温度計の温度範囲－40～420℃については、特定副標準器の校正及び技能試験参照値の供給を行

った。660℃アルミニウム定点における特定二次標準器の校正を行った。962℃銀定点について、標準供給のシステムを整備し、不確かさ評価を行い、供給を開始した。CCT-K7（水の三重点）、APMP.T-K4（660℃及び962℃）の国際比較に参加した。温度定点の供給精度の向上のためのセル間比較及び校正作業効率化のための整備を行った。

【分野名】標準

【キーワード】標準、温度、抵抗温度計、温度定点、校正技術

【テーマ題目17】熱電対標準の確立に関する技術開発（運営費交付金）

【研究代表者】新井 優 計測標準研究部門 温度湿度科 高温標準研究室長

【研究担当者】井土 正也、小倉 秀樹、沼尻 治彦、増山 茂治、成島 弘一（職員3名、他3名）

【研究内容】

熱電対温度定点1085℃銅点、962℃銀点において特定二次標準器の校正を行った。安定性に優れた白金パラジウム熱電対を開発し、研究成果普及品として頒布を行った。温度定点1554℃パラジウム点の定点実現装置の整備を行い、R熱電対校正の不確かさ評価を行った。熱電対校正用共晶点実現炉の整備を行い、これを用いた鉄-炭素共晶点、コバルト-炭素共晶点、パラジウム-炭素共晶点における熱電対校正法の評価を行った。HIMERTプロジェクトにおいてこれらの共晶点及び銅点の国際比較を行った。熱電対校正業務の品質システムを立ち上げた。

【分野名】標準

【キーワード】標準、温度、熱電対、温度定点、校正技術

【テーマ題目18】次期 ITS 白金抵抗温度計目盛の高精度化に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】新井 優 計測標準研究部門 温度湿度科 高温標準研究室長

【研究担当者】岸本 勇夫、山澤 一彰（職員3名）

【研究内容】

開発を行っている高温用白金抵抗温度計の1085℃銅点における安定性評価を行った。絶縁リークの影響を除去するアルミナディスク型白金抵抗温度計を製作し、銅凝固点における安定度を調べた。同型の白金抵抗温度計について660℃～1085℃の間の絶縁リーク評価を行った。

【分野名】標準

【キーワード】温度標準、白金抵抗温度計、次世代

【テーマ題目19】低温度標準の開発（運営費交付金）

【研究代表者】田村 収 計測標準研究部門 温度湿度科 低温標準研究室長

〔研究担当者〕 島崎 毅、中野 享、中川 久司、  
櫻井 弘久、鷹巣 幸子、豊田 恵嗣  
(職員4名、他3名)

〔研究内容〕

カプセル型白金抵抗温度計の84K~273K の標準供給を開始し、供給温度範囲の拡張のため酸素・ネオンの三重点の経年変化・試料依存性・再現性を調べた。ロジウム鉄抵抗温度計標準供給装置の第一段冷却部の特性試験と第二段冷却部の部品の試験を行った。気体温度計の圧力計の不確かさ成分を低減して再現性を調べた。ヘリウム3蒸気圧温度目盛を下限温度0.65K まで、より高精度に実現できるインサート(低温槽内蒸気圧試料容器系)を製作した。CIPM 基幹比較 CCT-K1の解析・報告に協力した。PLTS-2000 (0.9mK~1K の温度標準)の実現技術に関する調査研究を行い、ヘリウム3融解圧温度計の操作システムと冷凍機の基本設計を行った。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 カプセル型白金抵抗温度計、気体温度計、ヘリウム蒸気圧温度目盛、温度定点、PLTS-2000

〔テーマ題目20〕 高温域放射温度標準の開発と研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 佐久間 史洋 計測標準研究部門 温度湿度科 放射温度標準研究室長

〔研究担当者〕 山田 善郎、馬 菜娜  
(職員2名、他1名)

〔研究内容〕

JCSS 制度による標準供給では、特定副標準器の銅点、銀点、亜鉛点黒体各1台の校正を行った。0.9 $\mu$ m 放射温度目盛の APMP 補完比較では、パイロットラボとして報告書草案(ドラフトA)の作成を行った。また、定点黒体空洞の放射率評価を行った。更に、0.9 $\mu$ m 標準放射温度計の開発を企業と協力して行った。その他、衛星搭載放射計 ASTER の機上校正の監視を行った。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 放射温度標準、APMP 国際比較、高温域

〔テーマ題目21〕 中低温域放射温度標準技術及び耳式体温計校正技術の研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 佐久間 史洋 計測標準研究部門 温度湿度科 放射温度標準研究室長

〔研究担当者〕 石井 順太郎、清水 祐公子、福崎 知子(併任)、金子 由香、皆広 潔美  
(職員4名(うち1名併任)、他2名)

〔研究内容〕

中温域においては、定点黒体炉を用いた中温域赤外線標準放射温度計校正技術の開発を進め、目盛設定技術の確

立、不確かさ評価を行った。常温域においては、品質システムに基づく依頼試験業務を円滑に実施すると共に、校正技術の高度化を図った。35 $^{\circ}$ C~42 $^{\circ}$ Cの体温域に関しては、品質システムに基づく依頼試験業務を円滑に実施するとともに、英国 NPL、ドイツ PTB との国際比較測定結果の取り纏め及びアジア太平洋地域での国際比較測定の計画立案などを進めた。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 中温域定点黒体炉、赤外線標準放射温度計、常温域比較黒体炉、耳式体温計

〔テーマ題目22〕 次世代高温標準に関する研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 佐久間 史洋 計測標準研究部門 温度湿度科 放射温度標準研究室長

〔研究担当者〕 山田 善郎、笹嶋 尚彦、王 云芬  
(職員3名、他1名)

〔研究内容〕

金属-炭素共晶点の定点温度値の再現性向上・不確かさ評価法の確立を目指し、Fe-C (1153 $^{\circ}$ C)、Co-C (1324 $^{\circ}$ C)、Pd-C (1492 $^{\circ}$ C) 各共晶点を題材に共晶凝固・融解現象の実験的検討をした。その結果、凝固時に形成される共晶組織の大きさはその後の融解温度に与える影響が高温になるにしたがって小さくなり、Pd-C ではほとんど確認できないことが明らかになった。HIMERT 諸国とのつば間国際比較(第2回)を行い、比較した5個の定点全てで産総研の定点が他より優れた性能を持つことを確認した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 高温標準、金属-炭素共晶、高温定点、不純物、放射温度計、熱電対

〔テーマ題目23〕 湿度標準の開発と供給(運営費交付金)

〔研究代表者〕 北野 寛 計測標準研究部門 温度湿度科 湿度標準研究室長

〔研究担当者〕 越智 信昭、横田 富夫(職員2名、他1名)

〔研究内容〕

湿度標準供給の範囲拡大の研究を進めている。高温用湿度発生装置を改良して発生湿度の不確かさを再評価した。露点+23 $^{\circ}$ Cから+85 $^{\circ}$ Cまでの特定標準器による校正を開始した。校正業務は、12件。湿度国際比較 CCT-K6に参加している(進行中)。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 湿度、高湿度、低湿度、露点

〔テーマ題目24〕 次世代微量水分標準の開発(運営費交付金)

〔研究代表者〕 北野 寛 計測標準研究部門 温度湿度

科 湿度標準研究室長

〔研究担当者〕 阿部 恒（職員2名）

〔研究内容〕

半導体製造をはじめとする先端技術分野で必要とされる気体中の微量水分の標準発生技術の開発を進めている。蒸発速度をその場測定（in situ 測定）できる気体中微量水分発生装置を作った。キャピティリングダウン分光装置（CRDS）を導入し、その性能を評価した。CRDSに、水分計測の信頼性を向上させる改造を行った。微量水分発生槽に温度安定化装置を組み合わせ、安定した微量水分の発生が可能となった。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 微量水分、拡散管、低湿度

〔テーマ題目25〕 気体流量・気体流速標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 中尾 晨一 計測標準研究部門 流量計測科 気体流量標準研究室長

〔研究担当者〕 石橋 雅裕、栗原 昇、森岡 敏博、田辺 公三、櫻井 真佐江（職員4名、他2名）

〔研究内容〕

平成15年度に引き続き特定標準器による校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また、技術アドバイザとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。

気体流量に関しては、5mg/min 以下の標準設定および標準供給体制の整備が終了した。また、超精密加工音速ノズルのデータが ISO 規格の基礎データとして採用された。

気体流速に関しては、国際基幹比較のパイロットラボとして基幹比較に用いられるトランスファスタンダードの特性試験とプロトコルの作成を完了し、比較試験の準備を整えた。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 気体流量・気体流速標準

〔テーマ題目26〕 液体流量体積標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 寺尾 吉哉 計測標準研究部門 流量計測科 液体流量標準研究室長

〔研究担当者〕 佐藤 浩志、古市 紀之、福岡 重治、中村ソメコ（職員3名、他2名）

〔研究内容〕

平成15年度に引き続き特定標準器による校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また液体（水）の標準設備を増強し、20～50m<sup>3</sup>/h の範囲での標準供給を開始した（液体中流量）。これにより、これまで標準供給を行っていた範囲と併せて、20～3000m<sup>3</sup>/h の範囲での標準供給を可能にした。また、水流量の国際基幹比

較に参加した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 液体流量標準、体積標準

〔テーマ題目27〕 石油流量標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 寺尾 吉哉 計測標準研究部門 流量計測科 液体流量標準研究室長

〔研究担当者〕 嶋田 隆司、土井原 良次、佐々木 貞義、畑仲 武博、武田 一英、浦井 章（職員3名、その他4名）

〔研究内容〕

平成15年度に標準を整備した15～300m<sup>3</sup>/h の範囲に対して、品質システムの運営を開始し、ピアレビューを受け、第三者認定を完了した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 石油流量標準

〔テーマ題目28〕 特定計量器の適合性評価に関する研究開発・試験検査（運営費交付金）

〔研究代表者〕 山口 詩希鬼 計測標準研究部門 流量計測科 流量計試験技術室長

〔研究担当者〕 小谷野 康宏、菅谷 美行、大谷 怜志、高橋 豊、島田 正樹、武内 昭雄、草間 あゆみ（職員6名、他2名）

〔研究内容〕

水道メーター、燃料油メーター用の検査用タンクの検査設備を整備した。法定計量型式承認試験装置のうち、水道メーター試験装置の校正を行った。また、平成15年度に引き続いて積算体積計、熱量計の法定計量関連試験についての、品質マニュアルの整備を進めている。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 特定計量器の適合性評価

〔テーマ題目29〕 磁場中測温技術の開発と評価（運営費交付金）

〔研究代表者〕 馬場 哲也 計測標準研究部門 物性統計科長

〔研究担当者〕 奈良 広一（職員2名）

〔研究内容〕

Cernox、PRT 薄膜温度計について水の三重点での評価を行った。磁場の影響に異方性のないセンサを作成し水の三重点での評価を行った。磁気抵抗の小さなサーミスタセンサについて、試作し水の三重点における評価を行って15T まで4mK の影響しないことを実証した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 磁場中測温技術

〔テーマ題目30〕 固体熱物性標準の整備（運営費交付金）

〔研究代表者〕 加藤 英幸 計測標準研究部門 物性統計科 熱物性標準研究室長

〔研究担当者〕 山田 修史、竹歳 尚之、渡辺 博道、阿子島 めぐみ（職員5名）

〔研究内容〕

固体熱物性の計測技術と標準物質ならびにデータベースを日本の科学技術を支える重要な知的基盤と捉えその標準整備を行っている。主に固体材料の熱膨張率、熱拡散率、熱伝導率、比熱容量を対象とし室温を中心に高温や低温への標準（依頼試験や標準物質）の整備拡充を進めている。平成16年度は単結晶シリコン材料で開発した300K-1000Kの温度範囲で使用可能な熱膨張率標準物質の供給開始の申請をするとともに、レーザフラッシュ法による熱拡散率の高温域1200K-1500Kの依頼試験による標準供給開始の申請をした。前年度に立ち上げた室温熱膨張率標準（5℃-35℃）の品質システムの整備（技術マニュアルの作成）を行った。またCCLのゲージブロックの熱膨張率の国際比較にパイロットラボとして参加し、持ち回り標準器となるゲージブロックに値付けし参加機関に輸送し、測定結果の取りまとめを進めた。翌年度以降の立ち上げを予定するその他の標準整備項目においては計測装置の開発、不確かさ評価や標準物質の開発を中心とした研究業務（レーザフラッシュ法熱拡散率標準物質の開発、低温／超高温熱膨張率測定技術の開発、示差走査熱量法比熱容量測定技術の開発、断熱型カロリメータの開発、定常法熱伝導率計測装置の開発、パルス通電加熱法の開発、ピコ秒サーモリフレクタンス法薄膜熱拡散率測定技術の開発）を行った。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 固体熱物性標準

〔テーマ題目31〕 分散型熱物性データベースに関する研究（運営費交付金RIO-DB）

〔研究代表者〕 馬場 哲也 計測標準研究部門 物性統計科長

〔研究担当者〕 粥川 洋平、佐々木 緑（職員2名、他1名）

〔研究内容〕

分散型熱物性データベースマネジメントシステムに関しては、相関式、推算式を設定し、式で用いられるパラメータを決定するとともに、熱物性データを評価する機能を開発した。また、熱物性データの収録に関しては、主要流体の熱物性データの調査、収録した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 熱物性データベース

〔テーマ題目32〕 密度標準の開発と供給に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一 計測標準研究部門 物性統計科 流体標準研究室長

〔研究担当者〕 増井 良平、竹中 正美、早稲田 篤、倉本 直樹、粥川 洋平、清水 忠雄、狩野 祐也（職員6名、他2名）

〔研究内容〕

従来、浮ひょうの基準器検査のみによる標準供給を行ってきたが、近年、固体及び液体の密度計測へのニーズが増大し、特に振動式密度計の校正技術とトレーサビリティ制度の確立が強く要望されるようになった。このような背景から、シリコン固体密度を基準とするトレーサビリティ体系の整備を進めてきた。

平成16年度は、固体密度、密度標準液、密度浮ひょうについての標準供給を継続し、密度標準液については国際度量衡委員会（CIPM）の基幹比較CCM.D-K2に参加し、液体密度の校正能力の国際的同等性評価を行った。PVT性質については磁気浮上式密度計の主要部分を試作し、液体の屈折率の標準については光波干渉式の屈折率計を設計した。国際度量衡委員会に関連する活動としては、単位諮問委員会（CCU）、CODATA基礎定数タスクグループ（TG）、CCMアボガドロ定数WGなどに出席し、SI単位の改訂、国際比較の加速、基礎物理定数の改訂のための作業を行った。

2004年4月から当所NMIJ、ドイツPTB、イタリアIMGC、EUのIRMM、英国NPL、豪州CSIRO、米国NIST、国際度量衡局BIPMなど8つの標準研究機関がMOUを締結してアボガドロ国際プロジェクトを開始した。シリコン28同位体を濃縮した単結晶を製造してアボガドロ定数を高精度化し、原子質量標準を実現するための研究計画（～2010年）を策定した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 密度標準、密度標準液、アボガドロ定数、PVT性質、屈折率、国際比較

〔テーマ題目33〕 粘度標準の開発と供給に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一 計測標準研究部門 物性統計科 流体標準研究室長

〔研究担当者〕 倉野 恭充、菜嶋 健司、藤田 佳孝（職員4名）

〔研究内容〕

粘度標準は、石油・アルコール産業などで用いられる基礎的な物性標準であり、その国際的同等性を確保して、信頼性の高いトレーサビリティ制度を確立することが求められている。平成16年度は、細管式粘度計による粘度標準液の校正業務については依頼試験を継続し、品質マニュアルを整備し、ISO17025に基づく審査（Peer Review）を受け、製品評価技術基盤機構によるASNITE-NMIの認定を取得し、国際相互承認（MRA）の基礎を構築した。回転粘度計については不確かさの評価を行い、複雑系流体については非ニュートン流体の粘弾性評価などを行った。

〔分 野 名〕 標準

〔キーワード〕 粘度標準、粘度標準液、細管粘度計、回転粘度計

〔テーマ題目34〕 次世代粘度一次標準の開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一 計測標準研究部門 物性統計科 流体標準研究室長

〔研究担当者〕 倉野 恭充、藤田 佳孝、倉本 直樹（職員4名）

〔研究内容〕

落球法による粘度の絶対測定を行い、現在の粘度の国際的基準となっている水の粘度の絶対値を見直し、次世代の粘度標準を確立することを目標とする。平成16年度は、CCD カメラと追尾システムによる落下速度の絶対測定、球面フィゾー干渉計による落球形状の絶対測定のための装置を準備し、落球回収機構の試作、恒温槽の性能評価などを行い、液体中を落下する直径2mm の単結晶シリコン球体の位置を検出するための画像処理検出などを行った。

〔分 野 名〕 標準

〔キーワード〕 落球法、粘度の絶対測定、次世代粘度一次標準

〔テーマ題目35〕 不確かさ評価における統計的問題と体系化に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 榎原 研正 計測標準研究部門 物性統計科 応用統計研究室長

〔研究担当者〕 田中 秀幸、松岡 聡（職員3名）

〔研究内容〕

不確かさ評価の事例として、穀物の水分量計の不確かさ評価、はすば歯車形状測定の実験シミュレーションによる不確かさ評価例を作成した。また、回帰分析に関わる不確かさ評価のための技術指針を作成した。さらに初心者向け不確かさ教習プログラムを作成し、HPを通じて配布するなど、産業技術総合研究所内外への不確かさ評価の技術支援と普及活動を行った。

〔分 野 名〕 標準

〔キーワード〕 不確かさ評価

〔テーマ題目36〕 校正用標準粒子および粉体の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 榎原 研正 計測標準研究部門 物性統計科 応用統計研究室長

〔研究担当者〕 高畑 圭二、佐藤 輝幸（職員3名）

〔研究内容〕

ミリカンセル用電極表面について、湿度一定の環境下での仕事関数評価装置を作成し、仕事関数の予備的データを得た。標準粒子メーカーからの粒径値づけ依頼試験に対応した。トナー粒子を対象に、粒子輪郭のフラクタル

次元が、粉体の流動性など粉体特性とどのような相関を有するかを調べた。

〔分 野 名〕 標準

〔キーワード〕 粒径標準

〔テーマ題目37〕 直流電圧・抵抗標準、インピーダンス標準の開発、供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 桐生 昭吾 計測標準研究部門 電磁気計測科 電気標準第1研究室長

〔研究担当者〕 中村 安宏、坂本 泰彦、村山 泰、西中 英文、岩佐 章夫、金子 晋久、浦野 千春、堂前 篤志、米永 暁彦、櫻庭 俊昭、小野 欽子、伊藤 弥生美（職員10名、他3名）

〔研究内容〕

我が国の電気電子情報産業を含む広い産業界に電気標準（直流、低周波）の供給をするために、標準の維持、供給、研究開発を行っている。特に、ジョセフソン電圧標準、量子化ホール抵抗標準を起点とし、直流電圧標準、直流抵抗標準、インピーダンス標準の整備を行っている。近年は、特に産業界から強い要請があるインピーダンス標準の整備を重点的に行っている。2004年度までに、直流分圧器標準1件、直流抵抗標準3件、キャパシタンス標準6件、誘導分圧器標準4件、交流抵抗標準1件、インダクタンス標準2件を開発・供給した。また、直流分圧器標準、直流抵抗標準、キャパシタンス標準、誘導分圧器標準に関して、それぞれ国際比較に参加した。対外的には、TCEM 議長、国際貢献、JCSS 制度に対する技術委員などの貢献を行っている。さらに、日本電気計器検定所および株式会社サンジェムより、各1名の技術研修員を受け入れ、低周波インピーダンス標準に関する技術指導を行った。部門内部については、品質システムの内部監査などの貢献を行っている。

2004年度は、以下の業務を行った。

(1) 直流電圧・直流抵抗標準

直流電圧標準について、6件の特定二次標準器の校正を行った。直流抵抗標準について2件の標準を立ち上げ、産業界への供給を開始した。また直流抵抗について7件の特定二次標準器等の校正業務を行った。さらに、次年度に予定している1mΩ標準の立ち上げに向け研究開発に着手した。

(2) 低周波インピーダンス標準

キャパシタンス標準について2件、誘導分圧器標準について1件、交流抵抗標準について1件、インダクタンス標準について1件、それぞれ標準を立ち上げ、産業界への供給を開始した。また、キャパシタンス標準について2件の特定二次標準器の校正、およびインダクタンス標準について1件の依頼試験を行った。さらに、次年度以降の標準の新規立ち上げと供給範囲の拡大に向け、キャパシタンス、損失角、誘導分圧器、交

流抵抗器、インダクタンスのそれぞれの標準について研究開発を進めた。キャパシタンス標準については品質システムを構築した。

[分野名] 標準

[キーワード] 直流電気標準、低周波インピーダンス標準、直流・低周波

[テーマ題目38] 交流電気標準- 交直変換器 (AC/DC)、交流電力標準の供給 (運営費交付金)

[研究代表者] 高橋 邦彦 計測標準研究部門 電磁気計測科 電気標準第2研究室長

[研究担当者] 藤木 弘之、山田 達司、中嶋 春菜 (職員3名、他1名)

[研究内容]

(1) AC/DC 標準

本研究は交流電圧及び電流の精密計測のための交直差標準の整備を目的としている。ここで用いられる交直変換器では、トムソン効果、ゼーバック効果などの熱電効果に起因した交直差、ヒータ線インピーダンスの周波数特性に依存した交直差、熱リップルに起因した交直差等が発生する。産総研では、交直変換器の交直差をファスト・リバース DC 法等により精密に評価し標準を確立している。平成16年度は、これまでに整備した試験電圧 (2V-1000Vz) を、低電圧域に広げるための研究に着手した。交直差標準1件の校正業務を行った。

(2) 交流電流比、交流電力標準

本研究は、電力の精密計測、変流等の試験、検査を目的とした交流電流比標準を整備し、それを産業界に供給することを目的としている。産総研では交流電流比を実現するためにバイナリ形自己校正電流比較器を開発し、試験電流、周波数においてその (同相及び直角相) 誤差を決定している。平成16年度は、試験周波数範囲を400Hz、試験電流比を1/10,000に拡張した。交流電流比標準2件の校正業務を行った。交流電力標準については、平成17年度のシステムの完成に向け研究を実施した。

[分野名] 標準

[キーワード] 交流電圧、交流電流、交直差、電力、電力量、変流器、省エネ

[テーマ題目39] 高周波計測標準に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 小見山 耕司 計測標準研究部門 電磁波計測科 高周波標準研究室長

[研究担当者] 井上 武海、アントン・ウイダルタ、島岡 一博、島田 洋蔵、飯田 仁志、堀部 雅弘、信太 正明、猪野 欽也、山村 恭平、石田 佳子、飯村 知子、宮本 睦子、川上 友暉、加藤 吉彦

(職員7名、他8名)

[研究内容]

10MHz~26.5GHz の広帯域同軸減衰量、30kHz~500MHz の PC-7コネクタでのインピーダンス、500MHz~18GHz の PC-7コネクタでのインピーダンス、10MHz~26.5GHz 雑音温度の各標準の依頼試験による供給を新規に開始した。導波管電力標準は周波数を拡張して、新たに60GHz を依頼試験により供給した。品質システムの整備について、高周波電力7mm 同軸(10mW, 10MHz)、7mm 同軸(1mW)、2.9mm 同軸(1mW 及び10mW, 40GHz)、減衰量は10MHz~18GHz の可変減衰器と30MHzピストン減衰器の校正、および、雑音温度 (PC7コネクタ) は150K~12000K の温度範囲の校正に関し、ピアレビューを受けて ASNITE 認定を取得した。高周波電力について2.4mm コネクタの40GHz までの範囲で CIPM 国際比較 (GT-REFS1.CL) に参加し、次年度以降の標準供給計画の段階的準備を実施した。

[分野名] 標準

[キーワード] 高周波、マイクロ波、ミリ波、標準

[テーマ題目40] 電磁界・アンテナ計測標準に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 廣瀬 雅信 計測標準研究部門 電磁波計測科 電磁界標準研究室長

[研究担当者] 森岡 健浩、黒川 悟、石居 正典、山本 哲也 (職員5名)

[研究内容]

計量法に基づきダイポールアンテナ標準の JCSS 供給を開始した。技能試験の準備を進め、依頼試験により3件の校正を実施した。150kHz から30MHz の直径10cm ループアンテナについて依頼試験を開始した。ホーンアンテナ校正の依頼試験を拡張し、1.7GHz から2.6GHz までの周波数領域を拡張した。広帯域アンテナとしてログペリアンテナによるアンテナ係数の標準開発に関して、次年度の供給に向けて時間領域を利用した校正法の研究開発を進めた。

[分野名] 標準

[キーワード] 電磁界、アンテナ

[テーマ題目41] レーザ標準に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 遠藤 道幸 計測標準研究部門 電磁波計測科 レーザ標準研究室長

[研究担当者] 向井 誠二、福田 大治、木村 眞次 (職員3名、他1名)

[研究内容]

波長488nm、633nm および1550nm、50μW~200mW レベルのレーザパワーは JCSS による供給を10件実施した。波長1550nm、0dBm を基準とした90dB までの光減衰量は計量法に基づき JCSS 供給する為の委員会と

ワーキンググループでの審議を行い、校正の体制整備を完了した。中赤外域、1~10W レベルのレーザパワーおよび10 mJ レーザエネルギーは標準測定装置を開発して供給を開始した。光ファイバパワーは特定標準器を整備して50 $\mu$ W~1mW レベルで依頼試験による標準供給を開始した。高出力レーザパワーなど次年度以降に標準供給を予定している項目は整備計画に沿って段階的な準備を実施した。

【分野名】標準

【キーワード】レーザパワー、光ファイバ

【テーマ題目42】光放射標準の開発と供給(運営費交付金)

【研究代表者】齊藤 一郎 計測標準研究部門 電磁波計測科 光放射標準研究室長

【研究担当者】齋藤 輝文、座間 達也、市野 善朗、薮 洋司、神門 賢二(職員6名)

【研究内容】

極低温放射計に基づく分光応答度高精度仲介検出器として透過型・反射型のトラップ検出器の評価を行い、10<sup>-4</sup>台の不確かさを確保するとともに供給開始時期前倒しの要請を受け、予定を1年繰り上げ高精度分光応答度(可視域、レーザ波長点)の依頼試験による標準供給を開始した。高温黒体炉による分光放射照度・輝度の紫外域(200-250nm)への拡張に向け、校正装置に新たに輝度光学系を組み込むことにより不確かさを最大1.6%改善した。分光応答度(真空紫外)、分光応答度(紫外・可視・近赤外)、分布温度の3件の品質システム整備を行い、ピアレビューを完了した。全光束の特定副標準器の校正を3件実施した。分光応答度(紫外、可視、近赤外)のJCSS 特定二次標準器の校正を10件、依頼試験での校正を13件実施した。発光ダイオードの校正用評価装置を試作し、不確かさ要素の検討ならびに一部の不確かさ評価を行った。

【分野名】標準

【キーワード】測光、光放射

【テーマ題目43】線量標準の開発、設定、供給(運営費交付金)

【研究代表者】高田 信久 計測標準研究部門 量子放射科 放射線標準研究室 主任研究員

【研究担当者】小山 保二、黒澤 忠弘、納富 昭弘、齋藤 則生、鈴木 功、荒井 奈穂子、松本 健、(職員6名、他2名)

【研究内容】

$\gamma$ 線標準のBIPM との相互比較結果に基づいて、壁効果に対する補正係数を、計算による値に変更するとともに、技術マニュアルを作成し、ピアレビューを受けて、ASNITE 認証を取得した。軟 X 線照射線量はBIPM との国際比較を行うとともに、散乱光の影響等を調べた。

中硬 X 線および軟 X 線照射線量は、減弱係数、各種補正係数を再決定し、QI シリーズの標準を再設定し、不確かさを向上させた。さらに、技術マニュアルを作成し、ピアレビューを受けた。 $\beta$ 線吸収線量標準については、 $\beta$ 線照射装置および外挿電離箱を製作した(181-185、187-0)。また、25件の放射線線量計の校正依頼を受け、認定事業者等に標準供給を行った。

【分野名】標準

【キーワード】線量標準、ASNITE、軟 X 線、中硬 X 線、 $\gamma$ 線

【テーマ題目44】単色 X 線の照射線量絶対測定手法の開発に関する研究(運営費交付金)

【研究代表者】鈴木 功 計測標準研究部門 量子放射科 放射線標準研究室長

【研究担当者】小池 正記、齋藤 則生(職員3名)

【研究内容】

気体と X 線の相互作用定数の検討を行い、放射光 X 線用イオンチェンバーでのアルゴンガスを用いた X 線測定の高精密化を図るとともに(187-2)、SPring-8において、1keV 以上の X 線と極低温カロリメータとの相互比較を行った。

【分野名】標準

【キーワード】単色 X 線、イオンチェンバー、放射光

【テーマ題目45】放射能特定標準器群の維持・向上、および中性子標準の開発・供給(運営費交付金)

【研究代表者】檜野 良穂 計測標準研究部門 量子放射科 放射能中性子標準研究室長

【研究担当者】瓜谷 章、原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、片野 元、下山 哲矢(職員4名、他3名)

【研究内容】

- (1) 放射能標準に関して、依頼試験や特定二次標準器の校正を通じて放射能標準の供給を行い、新規に依頼試験による $\gamma$ 線放出核種の環境レベル放射能標準の供給を開始した(190)。また、CMC に関して、195項目の登録が行われ、これらの項目維持のため、BIPM/CCRI が主催した Mn-54、I-125などの放射能測定国際比較に参加するとともに、APMP 地域での国際比較を産総研が幹事となって実施した。
- (2) 中性子標準に関して、Am-Be 線源の中性子放出率の異方性に関する実験的評価を実施し、ピアレビューへの対応を完了したほか、高速中性子フルエンス(199)の精密エネルギー測定のため、世界最高レベルの高エネルギー分解能スペクトロメータの開発、超小型の中性子検出器の開発などを進めるとともに、NIST に代わって PTB が実施することとなった熱中性子フルエンス標準の国際比較に参加するための機器

整備等の準備を行った。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 放射能、BIPM/CCRI、中性子、速中性子フルエンス

〔テーマ題目46〕 無機標準物質に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 日置 昭治 計測標準研究部門 無機分析科 無機標準研究室長

〔研究担当者〕 野々瀬 菜穂子、三浦 勉、鈴木 俊宏、大畑 昌輝、西 緑、桜井 文子、吉田 和恵（職員5名、他3名）

〔研究内容〕

平成16年度には、Be 標準液の開発のために原料物質の純度決定および各標準液の調製法および濃度測定法の開発を行い、さらに、Se、Au の各標準液の開発に着手した。また、欧州 RoHS 指令の規制に対応した重金属分析用プラスチック標準物質の開発に着手し、2種類のペレットについて同位体希釈質量分析法等による値付けを行い、認証標準物質として供給を開始した。複数のCCQM 国際比較に参加し、特に低合金鋼の国際比較を幹事ラボとして完成させた。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 無機標準物質

〔テーマ題目47〕 pH および電気伝導度の標準確立（運営費交付金）

〔研究代表者〕 日置 昭治 計測標準研究部門 無機分析科 無機標準研究室長

〔研究担当者〕 中村 進、大畑 昌輝、イゴール・マクシモフ（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

Harned セル法による pH 測定システムの改良を引き続き進めた。このシステムを用いて6種類の pH 緩衝液に対するの保存安定性の測定を開始した。関連のCCQM 国際比較に参加した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 pH 標準

〔テーマ題目48〕 環境分析用組成標準物質および微量分析技術に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 高津 章子 計測標準研究部門 無機分析科 環境標準研究室長

〔研究担当者〕 鎗田 孝、黒岩 貴芳、稲垣 和三、沼田 雅彦、成川 知弘、青柳 嘉枝、恵山 栄、山本 葉子、仲間 純子（職員6名、他4名）

〔研究内容〕

平成16年度は、PCB および塩素系農薬類分析用底質

標準物質（低濃度）（NMIJ CRM 7305-a）と有機スズ分析用底質標準物質（NMIJ CRM 7306-a）を開発した。PCB および塩素系農薬類分析用底質標準物質（低濃度）については、加圧流体抽出法やマイクロ波加速抽出法、超臨界流体抽出法など複数の抽出法と、同位体希釈ーガスクロマトグラフ質量分析法との組み合わせによる複数の分析法による値付けを行い、PCB 同族体14種類と塩素系農薬類4種類の濃度を認証した。また、有機スズ分析用底質標準物質の開発にあたっては、ICP 質量分析法、ガスクロマトグラフ質量分析法及び液体クロマトグラフ ICP 質量分析法をベースとした同位体希釈法を確立するとともに、超音波抽出法やマイクロ波加速抽出法、加圧流体抽出法と組み合わせることで値付けに適用し、ブチルスズ化合物3種類とフェニルスズ化合物2種類の濃度を認証した。また、CCQM 国際比較には、マグロ中の水銀、セレン、鉛、ヒ素及びメチル水銀分析（CCQM-K43）と、生物組織中 PCB 分析（CCQM-P57及び67）に参加した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 環境分析用組成標準物質

〔テーマ題目49〕 有機化学標準の開発・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 加藤 健次 計測標準研究部門 有機分析科 有機標準研究室長

〔研究担当者〕 石川 啓一郎、渡邊 卓朗、清水 由隆、松本 信洋、下坂 琢哉、岩澤 良子、内田 直子、大塚 聡子、大手 洋子、岡本 理千子、小見波 好子、新 重光、綾戸 勇輔、野口 文子、鮑 新努、樋口 勝彦、堀本 能之（職員6名、他12名）

〔研究内容〕

メタン、プロパン、SF<sub>6</sub>CF<sub>4</sub>混合標準ガス、亜酸化窒素標準ガス（高濃度）、コレステロール、6種の PCB 標準液およびこれら6種の混合標準液の開発を行った。このほか、JCSS 有機標準液の基準物質のクロロホルム等については、純度の値付けに必要な準備を行った。このため、高純度物質（CRM および基準物質）の純度測定法、濃度標準の調製法の検討を行い、関連した国際比較2件に参加した。この他、すでに技術開発を終えているJCSS 標準ガス、標準液について基準物質の供給を行うための準備として標準液の安定性試験、不純物分析のための設備の整備などを引き続き行った。手法開発としては、標準ガス、標準液の測定法の高度化、動的発生法などの装置類の整備を行った。また、大気中 PCB を捕集濃縮し、還元して塩化水素として検出する簡易 PCB モニター装置の試作に関しては、15年度に行ったセルなどの改造部分の試験、代替標準物質となる有機ハロゲン化合物を用いた評価を行った。

[分 野 名] 標準

[キーワード] 有機標準液、標準ガス、有機標準物質

[テーマ題目50] 高分子標準物質の開発供給（運営費交付金）

[研究代表者] 衣笠 晋一 計測標準研究部門 有機分析科 高分子標準研究室長

[研究担当者] 齋藤 剛、松山 重倫、島田 かより、岸根 加奈（職員4名、他1名）

[研究内容]

高分子標準物質については、ポリスチレン認証標準物質1種の開発を行い供給を開始し、定量 NMR 標準物質の候補物質検討、臭素系難燃剤含有標準物質の分析法に関する研究を開始した。高分子計測技術の研究においては、オリゴマーの平均分子量に対する各種計測法における不確かさ評価、MALDI-TOFMS の Mass Discrimination の検討、サイズ排除クロマトグラフィー／多角度光散乱検出器（SEC/MALS）法の国内共同測定、MALDI-TOFMS の ISO 規格化に関する国際協力研究、作成に向けて独 BAM および米 NIST との間で作業を行った。

[分 野 名] 標準

[キーワード] 高分子標準、NMR、質量分析

[テーマ題目51] 有機化合物のスペクトルデータベースシステム（SDBS）の整備と高度利用化（運営費交付金）

[研究代表者] 衣笠 晋一 計測標準研究部門 有機分析科 高分子標準研究室長

[研究担当者] 齋藤 剛、前田 恒昭、滝澤 祐子、和佐田 宣英、浅井 こずえ、鍋島 真美（職員3名、他4名）

[研究内容]

農薬などの新規化合物184件について、質量分析スペクトルは481件、<sup>1</sup>H-NMR スペクトルは100件、<sup>13</sup>C-NMR は91件、赤外分光スペクトルは422件の新規スペクトルの公開を行った。より利便性を高めた新規 SDBS ホームページの開発を行い公開した。また、日本語化合物辞書を導入し日本語検索機能を開発系ホームページに追加した。

[分 野 名] 標準

[キーワード] 有機化合物のスペクトルデータベース

[テーマ題目52] 表面分析用標準物質の開発（運営費交付金）

[研究代表者] 小島 勇夫 計測標準研究部門 先端材料科長

[研究担当者] 藤本 俊幸、福本 夏生、東 康史（職員4名）

[研究内容]

平成12年度に開発・認証した GaAs/AlAs 超格子標準物質の経時変化測定を行った。膜厚が10nm 以下の多層膜構造評価法の高精度化を試みた。すなわち、薄膜構造評価に関して、X 線反射率測定法、エリプソメトリー測定法、X 線光電子分光法、透過電子顕微鏡法等の比較研究を行い均質性や表面汚染物が薄膜構造評価に及ぼす影響について検討した。更に透過電子顕微鏡による微細構造の寸法評価の可能性について検討した。

[分 野 名] 標準

[キーワード] 表面分析、薄膜計測

[テーマ題目53] マイクロビームによる材料局所分析と標準物質開発に関する研究（運営費交付金）

[研究代表者] 梅原 博行 計測標準研究部門 先端材料科 材料分析研究室長

[研究担当者] 寺内 信哉、小島 勇夫（職員3名）

[研究内容]

平成15年度までの技術を基に実用合金により近い組成を持つ Fe-Ni-Cr 系合金 EPMA 分析用標準物質の開発を行うために、ステンレス鋼や高ニッケル合金などの均質性に優れた合金作製法の検討を行った。さらに、既供給標準物質である Fe-C 合金について、重量法による鉄鋼中の炭素分析法の検討、SI トレサブルな値付けのための基礎的知見を得た。

[分 野 名] 標準

[キーワード] マイクロビーム、材料局所分析

[テーマ題目54] 荷電粒子による材料分析およびプラズマ計測の標準化（運営費交付金）

[研究代表者] 小島 勇夫 計測標準研究部門 先端材料科長

[研究担当者] 富樫 寿、平田 浩一、小林 慶規、伊藤 賢志（職員5名）

[研究内容]

イオン注入標準物質開発のために、蛍光 X 線法の予備的な検討を行い、砒素イオン注入量均一性評価のための最適測定条件を明らかにした。平成15年度に構築したデジタル陽電子寿命測定装置の性能評価を行い、超微細空孔標準物質の値決めに十分な時間分解能が得られることを示した。さらに、マトリックス支援レーザー励起質量分析におけるイオン信号強度への試料膜厚による影響について考察した。

[分 野 名] 標準

[キーワード] 材料分析、イオン注入標準物質、微細空孔標準物質、質量分析

[テーマ題目55] 高純度基準物質の開発に関する研究（運営費交付金）

[研究代表者] 小島 勇夫 計測標準研究部門 先端材

料科長

〔研究担当者〕川原 順一、小林 慶規（職員3名）

〔研究内容〕

代表的環境ホルモンと考えられるフタル酸エステル類の2液あるいは3液系溶媒における各液相への分配を調べた。その結果、溶媒組成を変えることにより、フタル酸エステルの分配係数を制御でき、フタル酸エステルを向流クロマトグラフィーにより高精度で分離可能であることがわかった。また、HPLC 分析により種々の良溶媒中でフタル酸エステルが会合体を形成する可能性を示した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕高純度基準物質、環境ホルモン、フタル酸エステル類、分離精製、向流クロマトグラフィー、分析 HPLC

〔テーマ題目56〕特定計量器の基準適合性評価に関する業務（運営費交付金）

〔研究代表者〕上田 升三 計測標準研究部門 計量標準技術科 型式承認技術室長

〔研究担当者〕木村 守男、西川 賢二、池上 裕雄、分領 信一（職員5名）

〔研究内容〕

型式承認業務は、当科が担当するアネロイド型血圧計、抵抗体温計、環境計量器に当たる振動レベル計、濃度計（大気）及び濃度計（pH）等の特定計量器について、概ね60型式について国内技術基準への適合性を評価し、型式の承認をするとともに、型式承認軽微変更届出約120件の審査業務を実施した。また、つくばで承認行為を実施する特定計量器の事前審査約100件を実施した。

また、計量標準総合センター全体で活用できる特定計量器の型式の承認に関わる認証システム（ガイド65）のドキュメントの作成、システムの構築に寄与した。今後、個別の認証審査に関するマニュアルを順次整備するものである。

その他、国際的に認められる技術基準と JIS 規格の整合化を図るため、改訂 JIS 作成に寄与し、特定計量器検定検査規則の JIS 化を図った。（非観血式電子血圧計他）

〔分野名〕標準

〔キーワード〕特定計量器の基準適合性評価

〔テーマ題目57〕法定計量業務及び計量標準供給業務（運営費交付金）

〔研究代表者〕中村 勉司 計測標準研究部門 計量標準技術科 校正試験技術室長

〔研究担当者〕田中 彰二、田中 洋、上田 雅司、戸田 邦彦、浜川 剛、三倉 伸介、井上 太、西川 一夫、木村 二三夫、矢野 省三

（職員9名、その他2名）

〔研究内容〕

当科が担当する基準器検査（長さ計、ガラス製温度計、圧力計、浮ひょう、ガラス製体積計）1,895件及び計量器の型式承認試験（抵抗体温計、電子血圧計）42件、比較検査（酒精度浮ひょう）64件、検定（ベックマン温度計）19件及び依頼試験（ガラス製温度計、ガラス製体積計）4件を実施した。また、実施業務に関する試験・検査品質マニュアル（23品目）の2品目の出張検査を除きすべての運用を開始した。さらに、密度浮ひょう、ガラス製温度計、フラスコ・ビュレットの ASNITE-NMI 認定を取得した。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕法定計量

〔テーマ題目58〕長さゲージへの標準供給に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕中村 勉司 計測標準研究部門 計量標準技術科 校正試験技術室長

〔研究担当者〕三倉 伸介、浜川 剛（職員3名）

〔研究内容〕

直径標準の供給を目的としてリングゲージ及びプラグゲージの校正装置整備を進め、目標とした不確かさ 0.4 $\mu$ m 以内でリングゲージは20mm～200mm、プラグゲージは200mm 以下の校正範囲で ASNITE-NMI 認定を取得した。また、CIPM へ CMC 登録を完了した。依頼試験実績は4件であった。持ち回り前の確認として他国と測定能力の同等性について確認した。APMP 内での国際比較についてはパイロットラボの関係で次年度以降となった。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕長さゲージ

## ②【地圏資源環境研究部門】

(Institute for Geo-Resources and Environment)

(存続期間：2001.4.1.～)

研究ユニット長：松永 烈

副研究部門長：矢野 雄策、山口 勉

総括研究員：奥田 義久

所在地：つくば中央第7、第5、つくば西

人員：70 (68) 名

経費：973,372千円 (412,091千円)

概要：

地圏資源環境研究部門は、地熱・燃料・鉱物資源を含む天然資源の安定供給のための調査・研究・技術開発、また、地圏の利用や地圏環境の保全のための地圏環境に関する調査・観測及び利用技術の開発・研究を行うことを、ミッションとして研究を実施している。

本研究部門は、産業や我々の社会生活に欠かせない天然資源の安定供給を目指して、地熱、化石燃料、鉱物など地圏に存在する基盤的天然資源の探査、評価・計画、開発、利用に関する研究を行う。また、地下空間の利用に関する研究も行う。さらには、これらの開発、利用行為によって生じる地圏環境への環境予測、保全計画、開発時保全、稼行時保全に関する研究を行う。これらは、地圏システムにおける資源及び環境の研究と総称することができる。

本研究部門の研究範囲はこのように、広く多岐にわたっているが、その中で、これまでに培った技術や情報の蓄積を基に、特に国や社会からの要請が高く、他に比べ優位性の発揮できる部分に研究を重点化させる。これらの研究は、研究分野の専門性という点では、地球科学や地圏工学（資源工学、岩盤工学など）に基盤を置いている。国や社会の要請に応えるため、重点研究の立脚点である地球科学や地圏工学の基礎を高度に保つことや、そこから有望なシーズを産み出すことにも配慮する。

重点研究課題としては、次の三つを設定している。それぞれの重点課題は、下記のサブテーマを含む。

- I. 天然資源の安定供給の確保
  - ・地熱貯留層評価管理技術の開発
  - ・石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発
  - ・大規模潜頭性熱水鉱床の探査手法の開発
- II. 地圏の利用及び地圏環境の保全
  - ・地圏利用のための地圏特性評価とモニタリングシステムの開発
  - ・地圏環境汚染評価手法の開発
- III. 地圏資源環境に関する知的基盤の整備
  - ・地圏資源環境に関する知的基盤情報の整備・提供

外部資金：

経済産業省 原子力試験研究委託費「地層処分岩盤特性評価のための高分解脳物理探査イメージング技術の研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「光音響分光法を用いた地下水センサーの開発と適用に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「地下深部岩盤初期応力の実測」

経済産業省 原子力試験研究委託費「放射化コンクリート構造物の環境負荷解体に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「放射性廃棄物地層処分における岩石の長期変形挙動解明と地層構造評価技術の開発に関する研究」

経済産業省 原子力試験研究委託費「放射性廃棄物処分施設の長期安定型センシング技術に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「GISによる騒音源周辺環境を考慮した騒音伝搬予測に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「地下水汚染における科学的自然衰退（MNA）に関する研究」

経済産業省 メタンハイドレート開発促進事業「メタンハイドレート開発促進事業（生産シミュレータ開発に関する研究開発）」

経済産業省 地層処分技術調査等「地層処分技術調査等（塩淡水界面形状把握調査）（沿岸域断層評価手法の開発に関する研究調査）」

財団法人日本鉱業振興会 平成16年度試験研究助成「熱水性鉱物の化学組成変化を利用した鉱床探査法（元素比マッピング法）の開発」

財団法人石炭エネルギーセンター「石炭鉱山におけるマンロケーションシステムの研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構「メタンガスの生成・集積に関するバイオマーカー分析によるメタン菌の活動記録の解析」

国立大学法人山梨大学「地下水の収支・循環機構解明のためのモニタリングと地下水循環モデルの構築」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発事業地球環境産業技術に係る先導研究「最適モニタリング設計技術に関する先導研究」

原子力発電環境整備機構「熱・熱水の影響評価手法に関する検討」

日本鉱業協会「潜頭性熱水鉱床を対象とした比抵抗探査技術の研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構「H15年度「メタンハイドレート資源開発研究 資源量評価」（地化学探査手法の適用検討・開発に関する研究）」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構「地化学調査の有効性検討に関する研究：地化学分析・解析」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構「日本周辺海域 MH 集積場の地質学的研究」

発表：誌上発表153件、口頭発表286件、その他78件

#### 地熱資源研究グループ

(Geothermal Resources Research Group)

研究グループ長：村岡 洋文

(つくば中央第7)

概要：

本研究グループは、未利用地熱資源の開発を目指して、未利用地熱資源の実態解明と資源量評価に関する基礎研究を行っている。特に先第三系基盤岩・貫入岩に賦存する地熱系、カルデラに伴う地熱系、平野部に賦存する地熱系を対象に、それぞれの開発にとって鍵となる透水性断裂系、カルデラに関わる熱・水理構造、地中熱利用の最適化のための地下水水理に焦点を合わせている。今まで蓄積されたデータ等を取りまとめて論文として公表するとともに、今後の未利用地熱資源開発にとって必要不可欠な新技術開発や知的基盤形成などの成果を上げている。また地熱研究の応用分野として、地下の水熱環境に関する研究や、社会的要請の強い高レベル放射性廃棄物地層処分の研究も開始した。本研究グループでは、各研究者が自由裁量で萌芽的研究を行えることを重視している。成果の公表についても、論文はもちろん、それ以外に各種地球科学図の作成、Web サイトからの情報提供、技術相談、学会活動、委員会活動、講演会やシンポジウムの開催、共同研究等も行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

#### 燃料資源地質研究グループ

(Fuel Resource Geology Research Group)

研究グループ長：棚橋 学

(つくば中央第7)

概要：

石油、天然ガス、石炭等燃料鉱床探査技術の高度化のために、資源探査の基礎となる鉱床成因モデルを構築し、燃料資源探査法、資源ポテンシャル評価技術の研究開発を行う。特に、クリーンエネルギーとして期待される天然ガス資源確保をめざして、資源有機地化学研究グループと共同して重点研究課題「石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発」を実施する。堆積地質学、海洋地質学、地球物理学の専門家からなる燃料資源探査評価に関する幅の広い専門家集団であり、資源有機地化学研究グループと密接に共同して、燃料資源に関する探査法、鉱床形成機構、評価法の総合的な研究を行っている。当研究部門の重点課題「石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開

発」において、資源地質学分野を分担している。資源エネルギー庁、石油公団、石油開発企業等の国内石油資源政策、事業、探鉱活動に協力している。1) 石炭起源ガス評価技術に関しては、三陸沖堆積盆周辺において地質調査等により資源ポテンシャル評価に貢献する。2) 南海トラフ、カナダマッケンジーデルタ等におけるハイドレート賦存状況に関する基礎データの取得と解析、地化学探査法の研究、物性実験研究、ハイドレート堆積体の賦存状況の総括等の諸研究をすすめ、国家的課題であるハイドレート研究の一翼を担う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

#### 資源有機地化学研究グループ

(Fuel Resource Geochemistry Research Group)

研究グループ長：坂田 将

(つくば中央第7)

概要：

石油、天然ガス、石炭等の化石燃料鉱床探査および評価技術の高度化に貢献するため、炭化水素の起源と生成機構、濃集機構を解明し、地球化学的な鉱床形成モデルを構築する。特に、クリーンエネルギーと期待される天然ガス資源の確保をめざし、燃料資源地質研究グループと共同して、重点研究課題「石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発」を実施する。有機・生物地球化学、石油地質学、石炭岩石学の専門家集団であり、燃料資源を対象として、炭化水素の起源や鉱床成因等を検討し、資源量予測や鉱床探査に必要な理論とデータを提供する。また当研究部門の重点課題「石炭起源ガス・ガスハイドレート資源評価技術の開発」の地化学分野を分担し、成因や資源としての可能性の検討を行う。資源としての微生物起源メタンの地球化学的、鉱床学的研究を行っている点を特徴とする研究グループである。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

#### 鉱物資源研究グループ

(Mineral Resources Research Group)

研究グループ長：渡辺 寧

(つくば中央第7)

概要：

現在の私達の生活は、地球上の様々な地下資源の利用の上に成り立っている。このような原料は、鉱物の形で地下に存在しているものを採掘して使う。鉱物資源研究グループはこの鉱物資源について研究しているグループである。鉱物資源研究グループでは、現在まで知られている国内の鉱床の位置、鉱床の種類、埋蔵量、品位や地質の特徴について情報収集と調査を行い、どのような地質条件の場所に鉱床が存在するか研究している。また、世界の鉱床についても研究の対象を広げている。鉱物資源の利用と開発の第一段階は、鉱床

がどこにあるか探すことである（鉱床探査）。地下深くにある鉱床を探査するためには高度な技術が必要である。鉱床が地下のどの深さの、どんな場所に、どのような原因で形成されるのか、鉱床のでき方をしらべて、最も有効な探査法を開発すべく研究を行っている。有用な鉱物が生成されるメカニズムは様々である。日本は環太平洋のマグマ活動の活発な地質帯の中にあり、火山や温泉が数多く存在する。このような場所には金・銀・銅などの金属鉱床や珪石、粘土、陶石などの非金属鉱床が形成される。火山や温泉地帯における金属元素の沈殿や鉱物生成のメカニズムは、鉱物の合成実験や化学分析などによって知ることができる。鉱物資源研究グループはこのような実験に基づく鉱床の研究にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

### 物理探査研究グループ

(Exploration Geophysics Research Group)

研究グループ長：内田 利弘

(つくば中央第7)

概 要：

地熱・石油・金属等の資源探査、廃棄物処分場や人工構造物周辺の岩盤・地盤評価などでは、物理探査法を用いた物性の空間分布及び時間変化の高精度な把握が不可欠である。当研究グループでは、これらの分野における物理探査技術の高精度化を目指し、地震探査、電磁気探査、NMR 計測、熱物性計測等の測定・解析技術の研究開発、及び、関連する物性解釈手法の研究を行っている。地熱貯留層変動探査、メタンハイドレート探査、放射性廃棄物地層処分場評価等に関連する研究開発を通じて、地震波の重合前3次元マイグレーション法（散乱重合法）の研究、パーカッションドリル SWD の基礎実験、ランダム不均質媒質中の波動伝播実験、人工信号源電磁探査法測定システムの開発、MT 法3次元モデリング法の開発、可搬型 NMR 計測装置の開発、NMR 計測値から拡散係数を推定する拡散シミュレーションプログラムの開発、液化化ポテンシャル評価のための比抵抗振動貫入試験プローブの開発等を実施している。また、国内関連機関・学会における協力活動や、韓国地質資源研究院、オランダ・デルフト工科大学等と海外機関との共同研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

### 開発安全工学研究グループ

(Research Group for Geo-Resource Development and Safety)

研究グループ長：青木 一男

(つくば西)

概 要：

開発安全工学研究グループでは、資源・エネルギーの安定的供給確保に資するため、開発、保安・安全に係る研究を行っている。開発に係る研究では、掘削技術の高度化、爆薬の高度利用技術の確立等を目的として、振動等を用いた新しい高効率掘削システムの開発、コンクリート切断用成形爆薬の実用化等の研究を実施している。保安・安全に係る研究では、鉱山における災害リスク評価等の研究を通じ鉱山における保安確保への寄与を目的とする。さらに、これまでのポテンシャルを活かし、メタンハイドレート生産手法開発、屋外騒音伝搬予測等、新分野の研究も実施している。わが国の鉱山は急激に減少しているが資源の安定供給の面から考えると開発や保安・安全に関する研究は今後も必要である。また地盤環境などは開発により一度破壊されるとその修復には多大な費用と長い年月を要する。このため、開発にあたっては環境への影響を考慮して行うことが不可欠であり、当グループで実施してきた研究の果たすべき役割は大きいと考えている。

研究テーマ：テーマ題目1

### 地下水資源環境研究グループ

(Water Environment Research Group)

研究グループ長：石井 武政

(つくば中央第7)

概 要：

地下水は人間や陸上の動植物にとって最も有用な資源のひとつであるが、周囲の環境に左右されやすい脆弱なものである。次世代に美しい地球環境を残すためにも、また上手に無理なく水資源を利用するためにも、地下水資源環境研究グループは最先端の技術で地下水を研究する。黄河流域の地下水循環機構解明に関する国際共同研究では、地下水の収支・循環機構解明のためのモニタリングと地下水循環モデルの構築を実施している。国際共同研究の枠組みの中で野外のデータを集め、表流水や地下水を分析し、乾燥・半乾燥地域の水文環境をより良く理解するという目的意識を持ち、地下水収支の定量化、地下水循環モデルの構築を通じて、黄河流域全体の水文環境変化を明らかにする研究を進めている。中国側のカウンターパート機関は中国地質調査局である。また、都市の水文環境では水文環境図の作成を実施している。地下水汚染や地下水の過剰な揚水等による地盤沈下あるいは海岸部での塩水侵入などの地下水問題に適切に対処し、また地下水の質と量を守るためには基礎的な地下水研究を行う必要がある。地下水の涵養地域と排出地域の区分あるいは地下水の流動系を解明することが基本であり、そのため水質分析、同位体分析、地下水位と地下水温の経時変化資料の収集などを、仙台平野、関東平野、濃尾平野などを対象に実施し、得られた成果を「水文環境図」などを通じて地方自治体や地域住民に公開する。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

#### 貯留層ダイナミクス研究グループ

(Reservoir Dynamics Research Group)

研究グループ長：石戸 恒雄

(つくば中央第7)

概要：

当研究グループは、地球物理学的モニタリング手法ならびに貯留層工学的モデリング手法を用いた地殻内流体挙動の解明・予測に関する研究を行っている。地熱発電所の出力減衰を未然に防ぎ、経済性のある持続的開発を将来にわたって行うためには、発電開始後の早い時期に貯留層の変動を捉え、将来挙動を予測して“最適生産シナリオ”を作成することが必要である。このため、“システム統合化”では、予測のベースとなる貯留層モデル構築に関して、複数のモニタリング項目を同時に実施することで、ヒストリーマッチングによるモデル構築の精度を飛躍的に向上させることを目指す。また、定期点検時の集中観測など貯留層変動把握にとって費用対効果に優れた手法を実用化したいと考えている。個々の要素技術についても、地熱デベロッパーとの共同研究を継続し、手法の改良と普及を図る。また、これまでに開発したポストプロセッサ等ソフトウェアについては、体系的な例題計算により実用化可能性の評価を進めるとともに、ユーザー会を組織しその普及を図る。また、新たに、地圏環境の諸問題解決への寄与を目的として、CO<sub>2</sub>地中貯留に係わる先導研究などを実施し、これまでに培ってきた貯留層シミュレーション技術、地球物理モニタリング技術などの展開を図りたい。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

#### 地圏資源工学研究グループ

(Geoenergy and Environment Research Group)

研究グループ長：當舎 利行

(つくば西)

概要：

当グループは、NEDO「高温岩体発電システムの技術開発」プロジェクトが終了した現在においても国際的な高温岩体プロジェクトの研究・情報の発信・集積基地となっており、高温岩体に関する学術的成果を論文等で公表するなど我が国で得られた成果の国際的な発信や研究協力を担ってきた。また、エネルギーの多様化に鑑みメタンハイドレートなどの新資源開発への貢献や地層処分における岩盤特性などこれまでの知見を生かした研究を幅広く実施している。地層処分研究としては、長期安定性評価に必要なデータ整備を実施して地層処分に影響を及ぼす長期岩盤強度および変形特性の予測手法の開発を行い、また、堆積岩か

らの地下応力評価を実施している。一方、メタンハイドレートを経済的に生産するための手法についての研究開発を行い、メタンハイドレートを含む地層の力学的特性を明らかにするとともに、生産挙動を予測するための数値シミュレータの開発では、室内実験レベルでの生産シミュレーションを実施した。さらに、岩盤の力学的特性など基礎的な資源工学の研究も継続して研究を実施するとともに、積極的な国際展開を図る。学術的成果については、国際誌、国内学術誌その他に積極的に論文報告を行うとともに、国際シンポジウムでも発表を行う。また、収集した高温岩体実験データによるデータベースを作成するとともに技術別に体系化してWEB上で公表する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

#### 地圏環境評価研究グループ

(Geo-Analysis Research Group)

研究グループ長：駒井 武

(つくば西、つくば中央第5)

概要：

当研究グループでは、土壌・地下水環境における汚染評価、環境影響評価および対策技術に関わる理学的、工学的な研究開発を実施する。また、これまでの地圏環境における解析・評価技術の研究を発展させて、有害化学物質の将来予測に関するシミュレーション、地層中における水とガスの混相流体の解析、多孔質体における流動性・反応性連成解析手法の開発、二酸化炭素の地層処分の解析・評価などの検討を行っている。一方、近年新しいエネルギー資源としてメタンハイドレートが注目されている。当研究グループでは平成14年度よりメタンハイドレートを経済的に生産するための手法についての研究開発に本格的に着手した。メタンハイドレートを含む地層の浸透特性を明らかにするとともに、産出挙動を予測するための生産シミュレータの開発を行う。当研究グループは、グループ員の緊密な連携を図りながら、地圏環境評価に関する学術的成果を論文等で公表するとともに、積極的な対外活動を実施する。また、得られた成果をもとに、本分野のみでなく他の分野に関しても萌芽的研究から実用化研究まで幅広く研究を実施する。特に、汚染調査手法やリスク評価モデルなどの研究成果を一般に普及させ、社会的、経済的な各種のニーズに対応するとともに、土壌・地下水汚染や廃棄物処分場などの問題解決に寄与することを目指す。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

#### 地質バリア研究グループ

(Geo-Barrier Research Group)

研究グループ長：楠瀬 勤一郎

(つくば中央第7)

## 概要:

本グループでは、地質バリアなど環境課題の解決に必要な水文学・岩盤力学および地下の開発・利用に係る技術に関する調査・研究を実施している。地球環境に悪影響を及ぼす物質を生活圏から長期間隔離するため、地下深部にこれら「有害物質」を閉じ込めることが考えられている。特に、放射性廃棄物のように時間の経過とともに有害性が小さくなるものや、地下からの漏洩速度が十分小さければ生活環境に与える影響が無視できる二酸化炭素などに対して有効な対処法と言える。地質バリア研究グループでは、岩盤の物理的性質や地下水の流れについて研究を行っているが、これは、地下に閉じ込められた有害物質が地表に到達する時間や速度に大きな影響を与える要因を特定するためである。また、今後、産業や生活の多方面で必要となる地下の開発・利用に係る技術についても調査・研究を行う。

研究テーマ：テーマ項目2、テーマ項目3

-----  
[テーマ項目1] (天然資源の安定供給の確保)

[研究代表者] 山口 勉 (地圏資源環境研究部門総括研究員)

[研究担当者] 石戸 恒雄、當舎 利行、村岡 洋文、  
内田 利弘、棚橋 学、坂田 将、  
駒井 武、青木 一男、渡辺 寧、ほか  
(職員30名、他22名)

## [研究内容]

本研究の研究目的は以下。1) ヒストリーマッチングに地球物理学的なモニタリング手法を適用した地熱貯留層評価管理技術の開発を行う。また、システム統合化を地熱ディベロッパーとの共同研究として行い、実用的システムを提案する。2) メタンハイドレート鉱床(MH)等に関して、その成因・形成機構の解明、資源ポテンシャル評価技術の開発や堆積層の変形特性や、相対浸透率を考慮した数値解析による生産手法の開発を行う。3) 各種鉱物資源の安定供給に必要な学術研究・鉱物資源開発のための技術開発として潜頭性鉱床の金属鉱化作用と探査手法の研究を実施する。

このため、平成16年度計画としては以下を掲げて実施した。1) システム統合化の共同研究として、奥会津地域において、重力・SPの同時モニタリングを実施し、定期修繕時データとの比較を行う。また、奥会津、大霧両地域とも、これまでに取得したデータに基づいて、より詳細なモデルを設定し統合ヒストリーマッチングを行い、貯留層モデルの予測精度を向上させる。これらの結果をベースに統合モニタリングとヒストリーマッチングについてマニュアルを作成し、実用的システムとして提案する。2) MH資源評価技術の研究として、南海トラフ海域における本格的な地化学調査を実施、熱流量調査、

地質構造解析を報告書としてまとめ、タービダイト貯留岩の三次元鉱床推定手法の開発に着手、またメタン生成消費微生物活動の解析結果の取りまとめ等を実施する。また、MH生産手法開発では、メタンハイドレート堆積層の変形に関して浸透・応力・熱連成解析に加え、メタンハイドレートの分解を考慮できるモジュールへ改良する。浸透率特性に関しては、メタンハイドレートの分解に伴う浸透率特性の変化に関する各種パラメータを取得し、相対浸透率の定式化およびシミュレータへの組み込みを行う。3) 北海道無意根-豊羽熱水系の研究成果を総合報告書として出版し、若い火山に伴う大規模潜頭性熱水鉱床の探査指針を報告書としてとりまとめ出版する。

この結果、平成16年度は以下の成果を得た。1) 奥会津地域では、5月の定期点検時にSP変動を検出し、SP変動データを組み込んだ統合ヒストリーマッチングを実施した。また大霧地域では、昨年度までに取得した重力変動データ等も使用して統合ヒストリーマッチングを実施した。これらの結果に基づき、多岐にわたるデータの統合方法、ならびに確度の高い将来予測手法についてまとめを行い、マニュアル化を図るとともに国際学会等での成果発信を行った。2) MH資源評価技術では、東部南海トラフにおいて表層堆積物、海水等の試料を採取し、地化学的分析および解析を実施した。また、熱流量長期観測装置の設置を行い長期観測を開始した。堆積物・海水の新しい分析データを加え東部南海トラフのメタンハイドレート集積域としての地質特性が明らかになった。また、房総半島のタービダイト層の地質調査、海域における海洋地質地球物理データの堆積学的解析法の検討を実施した。その結果3次元的なタービダイト堆積相とBSR分布の関係が明らかになり、3D地震探査データ解析における堆積学的観点の重要性が確認された。さらに、炭化水素ガスを含む混合ガスハイドレートの相平衡条件を測定し、統計熱力学理論モデルの高精度化を進めた。基礎試錐「東海沖-熊野灘」コア試料のバイオマーカー分析、RIトレーサー実験を行った結果、メタン菌のバイオマスの分布が有機炭素量に強く依存すること等が推定された。メタンハイドレート堆積層の変形に関しては、メタンハイドレート相平衡特性等の組込によって、浸透・応力・熱に加えメタンハイドレートの分解を連成解析可能なモジュールへ改良し、モジュールの基本形を完成した。浸透率特性解析手法の開発についてはメタンガスと水の混相流動とハイドレートの分解に伴う流動の変化を数値的に表現できる多孔質体流動解析手法について検討し、ガス・水・ハイドレートより構成される三相条件モジュールをシミュレータに組み込んで仮想的な流動条件下での数値シミュレーションを行った。3) 北海道無意根-豊羽熱水系の研究成果を総合報告書として出版し、若い火山に伴う大規模潜頭性熱水鉱床の探査指針を報告書としてとりまとめた。

[分野名] 環境・エネルギー

【キーワード】地熱資源、燃料資源、鉱物資源

【テーマ題目2】(地圏の利用及び地圏環境の保全)

【研究代表者】矢野 雄策 (地圏資源環境研究部門副研究部門長)

【研究担当者】内田 利弘、石井 武政、駒井 武、石戸 恒雄、村岡 洋文、當舎 利行、ほか (職員14名、他13名)

【研究内容】

本研究の研究目的は以下。1) 地下利用施設開発や放射性廃棄物等の地層処分を安全かつ低負荷で実施するため、地下計測・監視、岩盤評価技術を開発する。2) 土壌・地下水汚染の修復に向けた技術開発を行うとともに、リスク評価の研究を行う。

このため、平成16年度計画としては以下を掲げて実施した。1) 地圏利用のための地圏特性評価とモニタリングシステムの開発①地圏環境監視用センサーや技術の開発：熱伝導率および熱インピーダンスの屋外計測を実施し、N 値やサンプル試料等による計測結果との比較によって本手法の有効性を確認する。また、地下の誘電率計測を行うため、高周波インピーダンス探査装置の開発を継続する。また、地下水センサーについては昨年度完成したセンシングシステムの評価と実用型センサーの試作を実施する。②岩盤評価技術の開発：東海村で観測井による地下水の連続観測を継続する。また測定応力値から広域応力場を推定する手法の検討を行う。③物理探査データ解析法の高度化：地表一坑井間電磁トモグラフィ配置の取り扱いが可能となるよう人工信号源電磁法2.5次元逆解析手法の改良を継続する。有限要素法による3次元モデリングについて、地形・人工信号源の組み込みを継続するとともに、マルチグリッド法の導入により高速化を検討する。地下水塩淡水境界面調査に関する研究について既存データの詳細な解析を継続し、水理構造の推定を行う。また、昨年度試作した高分解能人工信号源電磁探査システムを現場実験に適用し、問題点の抽出とシステムの改良を行う。2) 地圏環境汚染評価手法の開発①有機化合物による地下水汚染へのMNA適用性実証を目指し、MNA評価・予測モデルの構築、有機塩素化合物に対する微生物の分解特性の解明を行う。②土壌汚染の曝露・リスク評価手法を開発するとともに、具体的な調査地点を対象とするサイトモデルを完成し、実際の汚染サイトに適用する。

この結果、平成16年度は以下の成果を得た。1) ①4端子対構成のSIP測定装置を試作し、設計上の問題点について検討した。裸孔を用いた光ファイバ熱伝導率計測に対する数値シミュレーションを行い、その実効性を確認した。ER-VPTを試作して原位置試験を行い、振動に伴う比抵抗変化を計測可能であることを確認した。また、発破液状化試験における比抵抗変化を高密度電気探査によって計測可能であることを確認した。地下水セン

サーについては昨年度完成した長期地下水センシングシステムについて、本年度は測定精度の検定を実施した。その結果、水分量は2%程度、温度は0.01℃、塩分濃度ではフルレンジの3%という測定精度を実現した。これらはいずれも現在使用されているセンサーと比較して、問題なく地下水の流動を観測できるものであり、光システムの実用性が実証された。②観測井等のデータから地下水流動系の変化を実証し、時間スケールを考慮した地下水流動モデルを構築した。岩盤応力測定については、野外での実測に変わるものとして、コア試料を用いた室内実験を実施し、既存成果のとりまとめを開始した。③送信源を考慮した3次元モデリングについては、モデリングコードのプロトタイプを作成し、計算結果の妥当性を検討した。塩淡水境界面調査については、九十九里浜平野において三種の異なるスケールの電磁法を適用することで、深部と浅部の化石塩水および海水浸入域の存在を推定した。また、高分解能人工信号源探査システムの試作機を用いた現場実験を行い、24ビットA/D、GPS同期データ取得などの基本性能を確認した。2) ①塩素系有機化合物等による地下水汚染サイトの調査を行い、MNA評価のための指標成分および微生物の分解特性を明らかにし、MNA評価・予測モデルにおけるパラメータを取得した。②土壌汚染の曝露・リスク評価手法を新たに考案するとともに、わが国独自のパラメータやデータにもとづくサイトモデルを開発し、実際の汚染評価および環境影響評価への適用を可能にした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地圏利用、地圏環境保全

【テーマ題目3】(地圏資源環境に関する知的基盤の整備)

【研究代表者】奥田 義久 (地圏資源環境研究部門総括研究員)

【研究担当者】村岡 洋文、棚橋 学、坂田 将、渡辺 寧、石戸 恒雄、石井 武政、駒井 武ほか (職員20名、他18名)

【研究内容】

本研究の研究目的は以下。1) 200万分の1鉱物資源図2図、燃料資源図2図、50万分の1鉱物資源図2図、水文環境図4図、大都市圏の地質汚染図2図を作成する。地熱資源評価システムの設計及び数値地熱資源量分布図の作成を行う。2) 石炭起源のガス・ガスハイドレート等の天然ガスなどの燃料資源、大規模潜頭性鉱床等の鉱物資源情報を体系的に収集する。水文地質データベースを継続的に更新し、WEB上に公開する。3) 東・東南アジアの鉱物資源、地熱資源等のデータベースを構築する。また、アジアの金資源開発・利用におけるリスク要因研究とリスクアセスメントの高度化研究を行う。

このため、平成16年度計画としては以下を掲げて実施した。1) 地理学情報システムを利用した数値地熱資源

量分布図の作成では、ケーススタディによる開発手法・編集データを取りまとめて、電子化公表する。50万分の1鉱物資源図「南西諸島」の付図を完成させ、筑豊炭田地質図・三陸沖燃料資源図を出版する。「秋田平野水文環境図」「関東平野水文環境図」「濃尾平野水文環境図」を電子媒体（CD-ROM）で出版する。2) 国内産天然ガスの化学組成、同位体比等に関する地化学 DB を作成する。燃料資源地質 DB を作成し、新規資源量試算を試みる。CD-ROM 日本鉱床図鑑の英語化を終了し、日本鉱床図鑑（国際 DVD 版）を完成させる。東アジアの鉱物資源データベースのコンパイルを完了し、鉱物資源図の試作を行う。資料を入手するごとにデータベースへ追加入力し、水文地質データベースの更なる拡充を図る。また、社会のニーズに対応した形でのデータ形式や表示プログラムの再構築を実施する。3) CCOP プロジェクトのフェーズ5への移行にともない、新規プロジェクト「東・東南アジアの大河流域の地下水資源評価」を起ち上げる。同プロジェクトにおいて、初年度は各国の地下水管理体制の評価と比較を行い、CCOP メンバー国が必要とする地下水資源の質・量についての概況を把握する。「黄河流域統合型水循環モデルに関する研究」において、地形・地質の他に、土地利用、降水量、揚水量などを考慮した発展的な水理モデルを構築する。

この結果、平成16年度は以下の成果を得た。1) 地理情報システムを利用した地熱資源の評価の研究では、各種情報重合処理による2次元有望地域抽出法、3次元簡易シミュレーションによる資源評価法を大分地域でケーススタディした。50万分の1鉱物資源図「南西諸島」の付図を完成させ、50万分の1鉱物資源図をすべて出版した。筑豊炭田図の編集を完了し、「燃料資源図三陸沖」を出版した。「秋田平野水文環境図」「関東平野水文環境図」「濃尾平野水文環境図」を電子媒体（CD-ROM）で出版した。2) 論文等の公表データについて補充を行い、天然ガス地化学 DB の作成を進めた。基礎試錐データを燃料資源地質 DB に取り込み、ハイドレート分布の見直しを元に資源量推定法を検討した。高分解能音波探査データが取得された釧路沖等の BSR 分布を改訂し、ハイドレート資源量推定精度を向上させた。東アジアの鉱物資源データベースのコンパイルを完了し、鉱物資源図を完成。本年度取得した井戸データ2,500件を新たに水文地質データベースに入力し、拡充を図った。また、社会のニーズに対応した形でのデータ形式や表示プログラムの再構築について検討を行ない、Web による情報発信システムを更新した。3) CCOP プロジェクトのフェーズ5への移行の為、つくばにおいてテクニカルミーティングを行った。各国の参加者の合意を受け、新規プロジェクト「東・東南アジアの大河流域の地下水資源評価」を起ち上げた。「黄河流域統合型水循環モデルに関する研究」において、地形・地質の他に、土地利用、降水量、蒸発散量、地下水位変動などを考慮した発展的な

水理モデルを構築した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地熱資源評価システム、鉱物資源図、燃料資源地質図、水文環境図、データベース

### ③【知能システム研究部門】

(Intelligent Systems Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1. ～)

研究ユニット長：平井 成興

副研究部門長：小鍛冶 繁、比留川 博久

所在地：つくば中央第2事業所、東事業所

人員：60 (58) 名

経費：794,067千円 (564,858千円)

概要：

#### 1. ユニットの理念・目的

人間の行う様々な知的な運動や物理的操作を支援あるいは代行する、知能情報処理やロボティクス・メカトロニクスシステムに関わる技術を知能システム技術と位置づけ、その基礎原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行い、かつその成果をさまざまな形で社会に普及させる努力を通じ、わが国産業社会の発展に貢献する。

#### 2. ユニットの研究の方向性

研究の主力はいわゆるロボットであるが、形態的な意味でのロボットに拘ることなく、システムが知能化されることで新しい効果を生み出し、産業的な価値を生み出す技術に関わるものも重要な課題として取り組む。これは、そもそもロボットというものがきわめて融合的なシステムであってその実現に関わる体系は、機械技術、エレクトロニクス、情報通信技術、人工知能技術をはじめ、場合によっては材料技術なども含み、その研究成果がさまざまなレベルで応用可能性を持っているからである。その際、研究課題が発散することの無いように、きちんとした出口・応用をイメージし、使える技術を意識した設定で展開することが重要であることは言うまでも無い。また、市場創生の観点からは、将来の応用・市場を想定した先行用途の知恵出し、プロトタイプシステムの提示も重要な役割で、そのような成果もまた目標に含めるものとする。

外部資金：

経済産業省 原子力試験研究委託費「原子ロボットの環境技能蓄積技術に関する研究」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（共同研究

型)「IC タグを利用した調剤過誤を防止する薬剤自動ピッキング装置の開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発(共同研究型)「次世代製造技術における高精度検査システムの研究開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発(共同研究型)「非軸対象形状製品のスピニング加工による形成法の開発」

文部科学省若手任期付研究員支援(継続1)「モジュール型ロボットの分散的移動制御手法」

文部科学省科学研究費補助金「把握を利用したヒューマノイドによる移動機能の実現」

文部科学省科学研究費補助金 可変身体性を有するロボットの適応的な形態形成の研究

文部科学省科学研究費補助金「フォール」トレラント人間型ロボットの研究:柔軟転倒及び転倒回復制御

文部科学省科学研究費補助金 多自由度アクチュエータ  
文部科学省科学研究費補助金 ゲイト・モーフィングによる不整地2足歩行の研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代ロボット実用化プロジェクト(プロトタイプ開発支援事業)アクロバット飛行船ロボットの研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備

財団法人埼玉県中小企業振興公社 戦略的基盤技術力強化事業(6軸力覚センサに関する研究開発)

独立行政法人科学技術振興機構 人とロボットの共生と学習に関する研究

独立行政法人科学技術振興機構 人とロボットの持続的相互作用に関する研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代ロボット実用化プロジェクト(プロトタイプ開発支援事業)探査型ヒューマノイドロボットの研究開発発機

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代ロボット実用化プロジェクト(プロトタイプ開発支

援事業)構造可変モジュール型ロボットの研究開発  
内部グラント(新規)情報通信「知識分散型ロボット制御」のための一般三次元空間 IC タグシステムの開発と実証

発表:誌上発表135件、口頭発表185件、その他36件

-----  
研究の概要

1. 行動知能に関する研究

人の作業知能を情報システムにインプリメントし、プラント点検・保守等の産業的应用や生活支援ロボットなどの知的な作業支援システムを構築するためのタスク・インテリジェンス技術、および作業に必要な環境情報獲得手段としてとくに汎用性に優れている3次元視覚システム VVV (Versatile Volumetric Vision) の基盤技術の高度化と応用開発のための研究を進めている。

2. 社会支援知能システムに関する研究

社会において人が安全に安心して生活するために必要なサービスを提供することをめざし、高度道路交通システム(ITS)の研究開発、およびフィールドロボティクス技術の研究開発を推進している。具体的には、前者において、車両制御、IT 技術を活用した交通情報提供、通信技術を援用した安全走行技術の究極を追求するとともに、後者においては、屋外作業ロボットの基礎技術と、それをベースにした災害対応技術、人道的対人地雷撤去技術を研究している。

3. 知能メカニズムに関する研究

人あるいは動物が持つ技能を解明して工学的に実現する方法や、マイクロ物体の操作技術(マイクロ技能)、生物が持つ分散型システムを工学的に実現して利用する方法等についての基礎から応用まで、新しい知能システムの実現方法と応用分野開拓を目指した研究開発を進めている。

4. ヒューマノイドに関する研究

ヒューマノイドロボティクスに関する基盤的、応用的研究を推進している。基盤研究として、ヒューマノイドプラットフォームを研究インフラとして社会に提供することを目指し、ヒューマノイドロボットのハードウェアの共同開発、シミュレータ及び全身運動制御系を中心としたソフトウェアの開発を行っている、また、応用研究として、プラントメンテナンス、対人サービス、施設内警備、移動作業機械運転など、人の形が特徴的に活用できる応用分野の発掘とこれらの分野でのヒューマノイド利用技術の研究を進めている。

-----  
[テーマ題目1] 行動知能に関する研究

[研究代表者] 平井 成興(知能システム研究部門)

[研究担当者] 末廣 尚士、富田 文明  
(職員23名、他37名)

## 〔研究内容〕

実環境の情報を知的に獲得し、また、それら情報に基づいて知的に作業を行う知能システムの実現に関わる技術を、要素からシステムまで体系的に進めている。要素については力センサやマニピュレータ制御に基づくロボットスキル、3次元視覚、システム統合手法については RT ミドルウェア、統合システム事例については、原子力ロボット、TAG ベースロボット、メンタルコミットロボット、各種3次元視覚応用システムなどで進めており、産業界等から多数の注目を集めている。

### 〔進捗状況〕

H16年度進捗状況の詳細（H16年度末までの見込み）

RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発の状況は以下のとおりである。

- ・ RT 基本要素のモジュール化  
力センサ、ビジョン、ロボットアームなどの典型的な RT 基本要素をモジュール化する RT ミドルウェアの基本機能（RT 基本要素のモジュール化支援機能）を開発した
- ・ RT 協調要素のモジュール化  
サーボ制御、スキル制御などの典型的な RT 協調要素をモジュール化する RT ミドルウェアの基本機能（RT 協調要素のモジュール化支援機能）を開発した。
- ・ 基本機能実証システム上での RT 基本機能の検証  
RT 基本要素、RT 協調要素の各々の典型例を連携させて作業を行う実証システムを構築し、その実証試験により当該ロボットが稼動することを確認した。  
さらに、この RT ミドルウェアについては、CORBA や UML の標準化団体として有名な OMG（Object Management Group）に参加し、RT コンポーネントのフレームワークを基に、ロボットのソフトウェア基盤の国際標準化を提案している。OMG としても、彼ら自身の活動のロボットという新しい分野への展開に高い関心があり、我々の活動に対して非常に協力的であり今後の進展が期待されている。

原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究では、新しい作業実行装置（HRP2）を用いた作業実験に着手した。まず作業ベンチマークの検討・作成を行った。また作業実行装置の基本制御ソフトウェア作成を行った。この過程で、作業実行装置の可動範囲などの作業性能が対象作業の実行に不十分であることが明らかになったため、その改良を行った。さらに作業実行に必要なグリッパの設計を行い、作成した。

一方、人間による遠隔作業操縦データから、作業に必要な動作を「技能」として抽出し、蓄積していくための手法の開発を行った。この手法に基づいて PA10、ハプティックインタフェースを用いた簡易作業実行装置を用いた実験を行い、有用性を確認した。

3次元視覚機能に関しては、ステレオ視による距離計測の精度、頑健性の向上が図られた。具体的応用システ

ムとしては、移動撮影における遠方物体を対象とした距離計測技術に関し、空中撮影シミュレーションシステムを完成させ、評価を行う。また、ヒューマノイドロボット用ビジョンの機能拡張をはじめ、所内の他のグループによる応用連携、企業からの資金提供型共同研究の契約なども多数すすめている。

TAG ベースマニピュレーションの発展研究を進める「空間機能研究グループ」を発足させた。

メンタルコミットロボット「パロ」については、9月20日に製品販売ベンチャーの設立にこぎつけた。

### 〔H16年度の進捗状況についての自己評価〕

RT ミドルウェア、原子力特研究、委託研究についてはほぼ予定通り順調に進んでいる。RT ミドルウェアは国際標準提案に予定より早く着手できた。

VVV では多くの企業から委託・共同研究を受け、ベンチャー設立の準備も整い、実用化に向けた研究も順調である。

「空間機能」はネットワークロボットを視野に入れた次世代の RT である。

パロの販売ベンチャー創設は、産総研が目指す本格研究、アウトカム創出に向けた最終フェーズにあたる重要な成果である。

安全知能研究グループの発足は、人間共存ロボットの実現に向けた、行動知能技術の重要な基盤の一つである。

### 〔中期計画達成度についての自己評価〕

スキルベースマニピュレーションについては、実用性に即した個別問題によるアプローチが固まった。具体的作業事例による個別スキルをできるだけ多く実験し、次のステップにつなげるようにする。

VVV については、ステレオビジョンにおける高精度化、高信頼化が実現され、多様な実用的ニーズに耐える距離計測が可能となった。これにより、実用化に向けた環境マップ生成システムが期待でき、企業への技術移転も順調である。さらに、ベンチャー設立も決定し、産総研アウトカムの一つとして実現可能性が高い。

TAG ベースマニピュレーションは、IT 技術とロボット技術の融合で生まれた新規的な技術であり、人の活動を支援するロボットの新しい分野・市場を切り開く技術基盤の提案として重要な成果である。

RT ミドルウェアは、行動知能を実現するさまざまなロボットシステム要素の汎用化、それらを用いたシステム統合の柔軟性を実現し、ロボット技術の研究開発成果の再利用性を高め、新しいロボット産業創出につながる可能性を持った重要な成果である。

第1期におけるパロの研究開発は、産総研が目指す本格研究のストーリーの手本ともなるような重要な成果である。

### 〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕3次元視覚システム、RT ミドルウェア、TAG ベースマニピュレーション、パ

ロ、行動知能、原子力ロボット、空間機能、人間共存ロボット

【テーマ題目2】社会支援知能システムに関する研究

【研究代表者】小鍛治 繁（知能システム研究部門）

【研究担当者】小森谷 清、津川 定之

（職員12名、他17名）

【研究内容】

社会において人が安全に安心して生活するために求められているサービスを提供する。この目的のため、交通、輸送、通信支援、災害対応技術などでの産業創生を目指し、技術基盤を強化する。RT（ロボット技術）が、必要とされる場所、特に野外で実用化されることを目指し、十分な頑健性、環境認識能力、自立性を実現していく。

\*フィールド

野外環境改変、空中情報収集、不整地移動など整備されていない環境下での移動・操作・情報収集の基盤を開拓する。人道的地雷除去技術など政府方針に協力して活動を進めている。この分野では9/11をきっかけに国際的に多数の機関が研究を展開している。

\*ITS

自動車走行制御技術において国際的にトップレベルの技術を維持している。「ドライバ適応型運転支援」のコンセプトを世界に先駆けて提案し、先導的な展開を行っている。車車間通信を活用して収集した情報で運転支援・危険回避を行うのは他に例の無い独自開発技術である。

\*LTA

成層圏に情報通信の中継などに利用できる浮遊基地を実現するためのLTAを設計試作し、成層圏滞空実験に向けて研究をすすめている。世界に先駆けて成層圏に実験機を送り込むなど、実証実験レベルで世界最先端に位置する。

【評価軸】

いずれも目標に対して具体的な現実解を示し、屋外での実験を通じて頑健な技術を蓄積してきている点。

【進捗状況】

H16年度進捗状況の詳細

\*フィールド

環境改変型作業では、環境計測から不定形物すくい取りまでの自律動作をスケールモデルで実現し、実機ベースの共同研究を開始した。低圧タイヤを用いた移動システムでは車輪数を16に増大して地雷探知時の接地圧力の低減を実現した。空中移動技術では自律ホバリング、自動離陸へと自律機能を開発中である。移動プラットフォームの重心移動による移動方向制御と軽量化を完了した。

\*ITS

「高齢運転者支援システム」（基盤促）で総合実験を行い、小型乗用車を用いて最短車間距離1mの全方向隊列走行、DSRC等のメディアによる車車間、路車間通信

による高齢者移動支援を実現した。

\*LTA

第2回の成層圏停留飛行実験を目指したが、人的ミスにより機器設定が整わないままに放球が行われ、所期の成果を得ることが出来なかった。第1回実験の不具合とあわせ、総合的に見直しを行う。

H16年度の進捗状況についての自己評価（数行以内）

\*フィールド

環境改変型作業では基本システムの性能を実現し、実機による屋外実験に進みつつあり、低圧タイヤによる移動システムではアフガニスタンでの地雷除去に向けて目標に近接しつつある。順調な展開と評価。空中移動技術は自律機能向上に向けより積極的な展開が必要。移動プラットフォームは計画した目標性能を実現し、利用分野の開拓に進む。

\*ITS

高齢運転者支援システムにおいて、開発してきた技術の実験的な検証に成功し、運転支援技術の確立に向けて順調に展開している。

\*LTA

昨年の第1回実験に続き、第2回実験も不成功に終わった。技術的不具合に加え、開発手法についても見直しが必要。

【分野名】情報通信

【キーワード】人道的地雷除去技術・高齢者運転支援・ドライバ適応型運転支援・成層圏飛行船・環境改変型作業・空中移動技術・移動プラットフォーム

【テーマ題目3】知能メカニズムに関する研究

【研究代表者】小鍛治 繁（知能システム研究部門）

【研究担当者】黒河 治久（職員12名、他5名）

【研究内容】

人や動物の技能を解明して工学的に実現する方法、生体の持つ分散的な処理形態を工学的に実現して利用する方法等について研究し、自律性を持った知能システムを開発して社会へ応用する基盤を構成する。

\*マイクロハンド+全焦点

RT（ロボット技術）・マニピュレーション能力を超微小スケールにまで拡張し、全焦点画像システムとの融合により画像認識範囲を広げた。世界的に例を見ない微小物体自動操作システムに発展。

\*モジュール型ロボット

生体の自己組織/自己修復機能などを実現可能な、接続可変なモジュール群で構成されるシステム。形態と運動の生成能力では世界の先端に位置。

\*スピニング

RTは産業に有用であるべきとの主張を熟練加工の代表的プロセスであるスピニング加工に適用。RTの蓄積による熟練技術の再現に迫る実証的研究である。ロボッ

ト技術・金属塑性加工の融合の試みで世界的にも例はない。

[評価軸]

自在な発想に基づく機械・情報技術が一体化されたシステムの構築

[進捗状況]

H16年度進捗状況の詳細 (H16年度末までの見込み)

\*マイクロハンド+全焦点

蛋白質解析自動化 (高エネ研との共同研究) において、自動制御の実験をすすめ、ガラス球 (直径8 $\mu$ ) を対象として確実なハンドリングが実現できた。蛍光観察については外部企業とカメラの高感度化を開発中。

\*モジュール型ロボット

分散型ネットワークである CPG により実時間での自律動作が可能となり、安定したローリング移動を実現した。床面の勾配を検出し4足歩行と匍匐移動を自律選択する手法を開発、検証した。形態の迅速な変化を可能にする新結合ハードウェアを開発した。

\*スピニング

加工基礎実験を継続し、材料、素材板厚を変化させて加工データを収集中。企業と共同して楕円断面パイプ端部の縮径加工を進め、自動車排気管への応用をめざしている。

H16年度の進捗状況についての自己評価

\*マイクロハンド+全焦点

産総研オリジナルのマイクロハンドリングツールとして、高い自動操作性能を実現した。バイオ分野等でのツール、システムコンポーネントとして高付加価値の応用の場を探索する段階である。

\*モジュール型ロボット

形状を任意に変更し、環境に適応して運動できるというコンセプトをほぼ実現するハードウェアが完成した。分散型の構造を活かせる応用の探索を進める段階である。

\*スピニング

RT (ロボット技術) を産業の場で有効に利用するという当初の目標に向けて順調に進捗し、企業との具体的な加工技術開発の段階に到達している。

[分野名] 情報通信

[キーワード] モジュール型ロボット、マイクロハンド、全焦点視覚、スピニング加工

[テーマ題目4] ヒューマノイドに関する研究

[研究代表者] 比留川 博久 (知能システム研究部門)

[研究担当者] 比留川 博久 (職員10名、他15名)

[研究内容]

(長期)

実験室ではなく実際の現場で働けるヒューマノイドロボットを実現することにより、まず2010年までに年間100台のヒューマノイドロボット市場を創生し、一般家庭やオフィスで使えるヒューマノイドロボットの実現を

目指す。

(中期)

ヒューマノイドロボティクスに関する基盤研究・工学的研究を行うことを目標とする。基盤研究としては、ヒューマノイドロボティクスに関する先進的な理論・アルゴリズムを提案することにより学術的貢献を行うことを目指す。工学的研究としては、ヒューマノイドロボットのハードウェアの共同開発、シミュレータ及び全身運動制御系を中心としたソフトウェアの開発を行い、研究インフラとして社会に提供していくことを目指す。

また、フランス CNRS 情報・コミュニケーション科学技術部門と共同で設立した Joint Japanese-French Robotics Laboratory (JRL) Japan では、ロボットの自律性・適応性・双方向性を高めるため、普遍的な理論形成と実験による検証を目指す。

\*目標・計画の意義(長期) (中期)

(長期)

日本が優位性を保持してヒューマノイドロボット技術の産業化が実現される。一般家庭やオフィスを含め、広い応用が可能となるロボットが実現される。

(中期)

ヒューマノイドロボットの実用化開発を行うための基盤技術を確認すること。ロボットの自律性・適応性・双方向性を実現するための基盤技術の基礎を確認すること。  
\*世界レベルとの比較 (長期) (中期)

(長期) (中期)

ヒューマノイドロボット技術は日本が世界一で他を大きく引き離す。国内では、本田技研、ソニー等が研究開発に大規模投資をしているが、「働く」ロボットを目指しているのは産総研を中心とするグループのみ。

フランスとの共同研究により、自律性・適応性・双方向性についても世界最高レベルを目指す。

\*アピールしたい評価軸 (長期) (中期)

(長期)

市場創生に成功したかどうか。

(中期)

実用に耐えるヒューマノイドロボットの研究開発が成功したかどうか。

\*中期計画との関連

(1) 社会ニーズへの対応 2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現, ①ヒューマンインターフェース技術の第1項.

[H16年度の目標・計画]

(目標)

移動能力の拡大

- ・滑り易い路面上の二足歩行技術—シミュレーション及び実験による実証。
- ・腕と脚を併用した作業技術—片腕で体を支えながらも一方の腕で作業する動作の実現。
- ・狭隘部移動—狭隘部を認識して適切な移動様式を選択

する機能の実現。

- ・走行ヒューマノイドー脚モジュールを用いた走行の実現。

#### ハードウェアの開発

- ・ヒューマノイドロボット HRP-3Pー防塵防滴処理が施されたハードウェアの実現。
- ・恐竜型ロボットー二足歩行型の恐竜ロボットの開発。

#### 共通基盤技術の開発

- ・ネットワーク型ロボットコントローラー実時間拡張が施された Linux である ART-Linux を用いた分散環境で実時間稼動するロボットコントローラの実現。
- ・探査型ヒューマノイドヒューマノイドロボットのプロトタイプを実現する。視覚、触覚情報を活用し、ヒューマノイドロボットの動作を自律的に生成する手法を、跨ぎ越え動作、物体把握・認識動作について確立する。

(計画)

#### 移動能力の拡大

- ・滑り易い路面上の二足歩行技術ースリップの生じ難い歩行パターンの生成及びスリップ状態を検出するスリップ状態オブザーバを開発する。
- ・腕と脚を併用した作業技術ー視覚を用いた対象物の認識、片腕支持状態への移行、ある片腕支持状態から別の支持状態への移行方法を開発する。
- ・狭隘部移動ーステレオ視機能によって狭隘部の認識を行い、認識結果に基づいて移動様式を選択機能を実現し、シミュレーションと実験により有効性を検証する。
- ・走行ヒューマノイドーパラメータ誤差や外乱の存在する環境で安定した走行動作を実現するための制御系を開発する。大きな負荷に耐えるハードウェアを開発する。

#### ハードウェアの開発

- ・ヒューマノイドロボット HRP-3Pー身長1600mm、重量65kg、36自由度を備え、防塵防滴処理が施されたヒューマノイドロボットを川田工業と共同で開発する。
- ・恐竜型ロボットー全長3500mm、重量90kg、1km/hで二足歩行する恐竜型ロボットを、内骨格型構造で実現する。愛・地球博に出展予定。

#### 共通基盤技術の開発

- ・ネットワーク型ロボットコントローラー実時間イーサネット通信ライブラリ及びその上で動作する CORBA のトランスポートプロトコルを開発する。

#### 自律性・適応性・双方向性の拡大

- ・探査型ヒューマノイドロボットについては、まず全身遠隔操作手法を確立する。そして、視覚機能を融合した、自律・遠隔融合操作に拡張する。また、同時に跨ぎ越え動作、物体把握・認識動作に関する動作計画法を確立し、視覚、触覚機能から得られた環境情報に基づき、これらの動作の自律実行を図る。

[進捗状況]

- \* H16年度の進捗状況の詳細 (H16年度末までの見込み

も含む)

#### 移動能力の拡大

- ・滑り易い路面上の二足歩行技術ースリップの生じ難い歩行パターンの生成及びスリップ状態を検出するスリップ状態オブザーバを開発し、シミュレーション及び実験で検証を行った。
- ・腕と脚を併用した作業技術ー視覚を用いた対象物の認識、片腕支持状態への移行、ある片腕支持状態から別の支持状態への移行を実現した。
- ・狭隘部移動ーステレオ視機能によって狭隘部の認識を行い、認識結果に基づいて移動様式を選択する機能を実現した。
- ・走行ヒューマノイドー0.5km/h 程度の走行を実現した。

#### ハードウェアの開発

- ・ヒューマノイドロボット HRP-3Pー身長1600mm、重量65kg、36自由度を備え、防塵防滴処理が施されたヒューマノイドロボットを開発した。
- ・恐竜型ロボットー全長3500mm、重量90kg、1km/hで二足歩行する恐竜型ロボットを開発した。

#### 共通基盤技術の開発

- ・ネットワーク型ロボットコントローラー実時間イーサネット通信ライブラリ及びその上で動作する CORBA のトランスポートプロトコルを開発した。

#### 自律性・適応性・双方向性の拡大

- ・探査型ヒューマノイドロボットのプロトタイプが実現できた。また、視覚、触覚情報を活用し、ヒューマノイドロボットの動作を自律的に生成する手法を、跨ぎ越え動作、物体把握・認識動作について確立できた。

\* H16年度の進捗状況についての自己評価  
順調に進捗している。

\* 中期計画達成度についての自己評価

- ・ヒューマノイドロボティクスに関する先進的な理論・アルゴリズムを提案することにより学術的貢献を行うことを目指すー世界最高レベルの不整地歩行、世界初の寝転び・起上り・受身動作、腕と脚を併用した作業機能、狭隘部移動、走行が実現できた。十分に計画を達成しているものと評価する。
- ・工学的研究としては、ヒューマノイドロボットのハードウェアの共同開発、シミュレータ及び全身運動制御系を中心としたソフトウェアの開発を行い、研究インフラとして社会に提供していくことを目指すーヒューマノイドロボットハードウェア HRP-2を川田工業と共同開発、シミュレータを東京大学と共同開発、全身運動制御系を単独で開発した。この中、HRP-2は川田工業が販売、シミュレータは産総研が非商用利用に限り無償配布、制御系は新規に設立したベンチャー企業が販売している。さらに、防塵防滴処理が施されたヒューマノイドロボットハードウェア HRP-3P 及び恐竜型二足歩行ロボットを開発、後者については愛・

地球博への出展を計画している。十分に計画を達成しているものと評価する。

- ・ロボットの自律性・適応性・双方向性を高めるため、普遍的な理論形成と実験による検証を目指す一探索型ヒューマノイドロボットのプロトタイプが実現できた。また、視覚、触覚情報を活用し、ヒューマノイドロボットの動作を自律的に生成する手法を、乗り越え動作、物体把握・認識動作について確立できた。十分に満足できるレベルにあると評価する。

\*国際的に注目される成果

ヒューマノイドロボット HRP-2プロトタイプ及び HRP-2を開発し、併せて不整地歩行、寝転び・起上り・受身動作を実現し、ロボティクスでは世界最大の国際学会である IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation において、2003年・2004年と2年連続で、Best Video Award を受賞した。

\*特筆すべき成果

腕と脚を併用した動作、狭隘部移動動作の開発において、片腕で体を支えながら移動・作業する技術、四つん這いで移動する技術を開発した。これらの成果により、従来は二足によってのみ移動・作業していたヒューマノイドロボットの運動性能を大きく拡大した。

[分 野 名] 情報通信

[キーワード] ヒューマノイドロボット・二足歩行・狭隘部移動・恐竜型ロボット・防塵防滴処理・探索型ヒューマノイド

#### ④【エレクトロニクス研究部門】

(Nanoelectronics Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1. ～)

研究部門長：和田 敏美

副研究部門長：鈴木 英一、安藤 功兒

総括研究員：鈴木 英一、安藤 功兒

所在地：つくば中央第2

人 員：69 (67) 名

経 費：886, 771千円 (548, 434千円)

概 要：

##### 1. ミッション

IT 社会の基盤となる情報処理デバイス（演算、記憶、増幅、伝達、変換・検出、表示）技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究を展開することにより、技術革新の原動力となる多様なシーズの創出や技術の高度化を実現し、産業・社会の持続的発展に貢献する。

##### 2. 研究概要

上記ミッションを達成するため、大きく(1)革新

的技術シーズの創出を目指した新電子現象・材料の探索・解明・制御に関するシーズ創出型研究と、(2)それらの成果を具体的なデバイスに应用することで産業ニーズに応えるニーズ重点型研究とを両輪として行う。

二つの研究カテゴリーの概要は以下の通り。

[シーズ創出型研究]

##### (1) スピントロニクスの研究

電荷、スピン、フォトンの相互作用に基づく新現象・機能の解明および超低消費電力不揮発性メモリ (MRAM) や高速ネットワーク用スピン光素子への応用、さらには量子情報処理デバイスなどへの応用の研究を行う。

##### (2) 超伝導現象、材料の研究

高温超伝導物質は今後とも大きな技術革新のシーズとなる可能性があるが、その超伝導発現機構は未だに解明されていない。ここでは、超伝導理論、新物質探索・創成、物性解明と応用の3つのアプローチで研究を推進する。

##### (3) 新酸化物材料の研究

酸化物材料は金属や半導体にはない多様な機能を発現する可能性を持っている。ここでは酸化物新材料探索、薄膜形成初期過程制御を軸として、新電子材料開発とシースルー（透明）エレクトロニクスへの応用を目指した研究を行う。

[ニーズ重点型研究]

##### (1) LSI 基盤技術の研究

ロードマップにおける45nm 世代（2010年）以降の実用技術開発に資するため、新トランジスタ構造、およびそれを集積化するための高誘電率ゲート絶縁材料および電極材料をパッケージで研究する。

##### (2) システムインテグレーション技術の研究

自発光型オンチップディスプレイを中核とした新しいウェアラブル/モバイルプラットホームデバイスの先駆的開発および、オンチップの高密度集積を実現する3次元実装（配線）の開発を行う。

##### (3) 超伝導デバイス技術の研究

超伝導デバイス集積技術を駆使して、ジョセフソン効果や磁束量子現象を応用した超高精度計測デバイスを開発し、次世代の電気標準技術を確立する。

外部資金：

文部科学省／若手任期付研究員支援（継続1）「高異方性ナノプロセスによる極微 MOSFET」

文部科学省／若手任期付研究員支援（継続1）「高速ネットワークのためのスピン光機能素子に関する研究」

総務省「超ギガビット磁気メモリの基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／産業技術研究助成事業費助成金「ブロードバンドネットワークのための次世代磁気光学素子」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／産業技術研究助成事業費助成金

「Point-of-Care 超並列バイオチップを目指した高感度集積型蛍光検出モジュールの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／産業技術研究助成事業費助成金

「ナノ構造表面制御による長寿命・低消費電力フィールドエミッションディスプレイ技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／産業技術研究助成事業費助成金

「高異方性ナノプロセスを用いた極微細ダブルゲート MOSFET の開発」

文部科学省／科学研究費補助金「ドメイン制御による非鉛系圧電セラミックスの設計とアクチュエータ応用に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構「固体中へのスピン注入による新機能創製」

独立行政法人科学技術振興機構「超 Gbit-MRAM のための単結晶 TMR 素子の開発」

経済産業省／地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）「高感度・多機能マルチプローバの開発」

経済産業省／地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）「磁粉モールドによる固定子一体型電動機および発電機技術の実用化」

経済産業省／地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）「システムインパッケージ SIP 計測用微細ピッチ多チャンネル高周波プローブの開発」

経済産業省／地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）「超強磁場環境下で使用できる極低温絶対温度計の開発」

経済産業省／地域中小企業支援型研究開発（試験／研究機器促進型）新開発ゴーグル分光光学系を用いた光 CT 装置の研究開発」

発 表：誌上発表155件、口頭発表237件、その他16件

-----  
**先端シリコンデバイスグループ**  
 (Silicon Nanoscale Devices Group)

研究グループ長：鈴木 英一

(つくば中央第2)

14 (9) 名

概 要：

2004年1月から約9ヶ月かけて、我が国有数の基礎デバイス研究開発拠点となるシリコンデバイス試作ラインを、ナノ材料実験棟内クリーンルーム内に立ち上げ、整備を行った。これらのファシリティを使い、フィン型、縦型を中心としたダブルゲート MOSFET (XMOSFET) 作製技術の高度化を行い、集積化に向けて歩を進めた。提案している、独立したダブルゲートをもつ4端子駆動型 DGFET (4T-DGFET) の動作を子細に検討し、自在なしきい値制御に代表される4T-DGFET の特徴を明確にした。また、開発している SNDM や SMM などのナノスケールプロービング法を実際の XMOS デバイスやメタル電極に適用し、デバイス・プロセス開発に有効な手段であることを示した。さらに、きわめて新規性の高い、超臨界流体を用いる薄膜堆積法、および、酸化物 SrMoO<sub>3</sub>ゲート電極の、半導体プロセスコンパティビリティを子細に検討した。

研究テーマ：テーマ題目 1

**デバイス評価計測グループ**

(Analysis and Instrumentation Research Group)

研究グループ長：安藤 淳

(つくば中央第2)

概 要：

収束電子線回折図形解析法を種々の物質に適用し、物性変化を解明する糸口となる構造変化を明らかにするとともに、構造決定の実例を通して当該技術の有効性の確認と利用方法の例示を行った。また、アモルファスシリコン系半導体における結合水素近傍での局所構造揺動を、光生成キャリアの発光再結合過程に注目して電子的側面から評価し、特定の構造単位と関連する発光中心を見出すとともに、これまでの変調赤外吸収測定法による評価結果と合わせることで、構造揺動が生じている構造単位の特定を行った。メカニカルプローブ技術による極微細素子評価法の開発においては、プローブの改良やプローブ走査制御方法の改善による極微細ドーピングプロファイル分解能の向上と、プローブ接触状況モニタリング機能の付加による局所信頼性評価法における定量性の向上を実施するとともに、MOS 等のデバイス構造・プロセス評価に適用し、手法としての有効性を実証した。

第一期中期計画最終年度に当たり、研究開発課題の社会的ニーズとの整合性を検討し、第二期以降におけ

る方向性を決定するとともに、達成された成果の産業応用への具体的展開方法に関する検討を進めた。

### 機能集積システムグループ

(Microsystems Group)

研究グループ長：田上 尚男

(つくば中央第2)

概要：

多機能自発光型ディスプレイの開発に関して、ポリシリコン TFT 構造の最適化を行い、オフ時のリーク電流0.2マイクロアンペア以下、耐圧40V 以上、スイッチング電圧10V 程度のデバイス作製に成功した。4×4画素のアクティブ素子を作製し、動作確認した。HfC 被覆効果について、全年度から継続した寿命評価の結果、10,000時間の動作確認ができた。メモリ機能を備えた TFT 制御型 FEA のプロセス設計を行い、デバイスを試作した結果、メモリ機能の確認まではできた。電気泳動マイクロチップ用集積型 a-Si:H 蛍光検出モジュールの開発に関して、共焦点レーザ誘起蛍光顕微鏡によるマイクロチップ電気泳動測定システムを構築し、DNA フラグメントのサイジングに成功した。また、a-Si:H フォトダイオードの作製プロセスを確立し、良好な光電特性を得た。ポリシリコンに代わるトランジスタ・ゲート材料の探索・評価を行っている。耐熱性の向上を目指し、これまでの Ni/A1合金に代わる新しい高融点金属 Ta を含む Ni-Ta合金を取り上げ、その形成・評価に着手した。Ni/A1合金よりも仕事関数のばらつきの点で優れていることを確認した。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 高密度 SI 研究グループ

(High Density Interconnection Research Group)

研究グループ長：青柳 昌宏

(つくば中央第2)

概要：

情報通信におけるいっそうの多様化を実現するため、情報処理ハードウェアの飛躍的な多機能化・システム化を可能にする要素技術を確立する。集積回路のチップレベルの高密度実装に関する要素技術を開発する。特に、LSI チップ3次元実装に向けたミクロンレベル微細配線による多層配線インターポーザ技術の開発を中心に進める。

20ミクロンピッチ微細バンプ接続およびミクロン幅微細配線を含む高密度微細配線インターポーザ技術については、毎秒10G ビットを越える超高速の差動信号伝送を計測評価できるシステムの構築、超高速伝送系に向けた高分解能 TDR 解析評価技術の開発、高周波伝送回路の設計シミュレーション技術の開発を進め、毎秒10G ビットの高速信号伝送を実証することがで

きた。

これまでに開発した高密度微細配線インターポーザ技術の応用展開の一つとして、光ファイバーおよび光導波路により高速光信号を分配する光バックプレーンの技術開発を超高速度・電気信号変換モジュールを含めて企業9社との集中共同研究方式の連携研究体で進める体制を整えた。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 超伝導計測デバイスグループ

(Superconducting Devices Group)

研究グループ長：東海林 彰

(つくば中央第2)

概要：

我が国独自の電圧標準技術を確立することを目的として、液体ヘリウムを必要とせず、安価で、コンパクトなプログラマブル・ジョセフソン電圧標準システムを開発することをグループの最大の目標として位置づけている。この目標の実現に向けて、高い集積度(最大約30万個/チップ)を有する NbN/TiN/NbN ジョセフソン・アレー作製技術の開発、ジョセフソン素子に効率的にマイクロ波を供給するための導波路設計技術、チップを冷凍機によって効率的に冷却するための実装技術の開発等を行っている。電圧標準システム以外の研究としては、地球環境計測、電波天文学等への応用を目的とした低消費電力型サブミリ波分光放射計の研究とコンパクトな交流一直流変換標準システムの実現を目的とした薄膜型サーマルコンバータ素子の開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目 4

### 磁束量子デバイスグループ

(Flux-Quantum Devices Group)

研究グループ長：前澤 正明

(つくば中央第2)

概要：

単一磁束量子回路を用いた高精度デジタル/アナログ(D/A)変換器の開発：10ビット D/A 変換器を構成する全ての要素回路(パルス数増倍回路、パルス分配回路および電圧増倍回路)を設計・試作し、動作実証に成功した。

### スピントロニクス研究グループ

(Spintronics Research Group)

研究グループ長：湯浅 新治

(つくば中央第2)

概要：

携帯情報機器用不揮発性メモリ、ポスト DRAM 用高集積メモリ、高速ネットワーク用スピン光通信機などにおいてキーテクノロジーとなる強磁性3端子トン

ネル素子、新強磁性半導体とこれを利用したヘテロ素子、および導波路型光アイソレータ/光論理素子を開発し、その原理を実証する。グループの H16年度の研究目標として、量子サイズ効果を利用した強磁性トンネル素子の開発、新しい磁性半導体の開発とその機能の解明、および、低損失高変換効率の導波路型光アイソレータの開発。H16年度の具体的な研究目標 超 Gbit 級 MRAM および新規のスピンロニクス素子の実現のために以下の研究を行う。①新材料を用いたトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子を開発し、世界最高の性能 (磁気抵抗と出力電圧) を実現する。②スピン注入磁化反転用の新型 TMR 素子を作製する。③II-VI 族希薄磁性半導体 (Cd, Mn) Te をベースとする導波路型アイソレータを開発し、100%完全モード変換が可能な動作波長域を拡大する。④本グループで発見した室温強磁性半導体 (Zn, Cr) Te と GaAs や AlAs 等の非磁性半導体とのヘテロエピタキシー技術を確認し、これらを組み合わせて TMR 素子を作製する。いずれも世界最高目標であり、本年度中の達成を目指す。⑤スピントロニクスの拠点整備を行う。

研究テーマ：テーマ題目 5、テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8、テーマ題目 9

#### 量子凝縮物性研究グループ

(Condensed Matter Physics Group)

研究グループ長：柳澤 孝

(つくば中央第2)

概要：

研究目的は新量子現象の発見・解明および新機能高性能材料の開発である。

研究目標は、多重極限環境下物性測定、並びに独自の単結晶育成方法による実験的研究と理論的研究、第一原理計算による物質設計とを融合させて、高温超伝導メカニズムの解明、新量子臨界現象の探索およびこれらを基にした高性能材料の開発である。特に、以下のことを研究目標とする。(1) 多重極限下での測定技術、極低酸素分圧下での単結晶育成技術を確立する。特に、10のマイナス30乗の酸素分圧まで動作可能な極低酸素分圧下单結晶育成装置を開発する。この装置によりこれまで難合成とされた高電気伝導性酸化物やシリコンの結晶を育成し、エレクトロニクス技術への応用もめざす。(2) 次世代の Si-LSI テクノロジーへの応用を目的として、高電気伝導率酸化物材料、銅、純良シリコン単結晶等を育成する。高温酸化物材料が窒素酸化物除去において触媒効果があることを実証し、大きなインパクトを与える。(3) 理論的および第一原理計算による研究により新量子現象の研究を行う。クーロン相互作用を起源とする超伝導相が存在を確立していくために量子変分モンテカルロ等により高温超伝導の相図を明らかにする。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11

#### 超伝導材料グループ

(Superconducting Materials Group)

研究グループ長：伊豫 彰

(つくば中央第2)

概要：

多層型銅酸化物高温超伝導体を中心とした材料開発と物性測定、その応用研究を展開した。応用研究では、平成15年度までに作製法を確立した新材料薄膜  $Tl(Ba, Sr)_2Ca_2Cu_3O_y$  (Tl-1223) の  $(LaAlO_3)_{0.3}(SrAl_{0.5}Ta_{0.5}O_3)_{0.7}$  (LSAT) 基板上の1インチ両面膜を使って移動体通信基地局向けマイクロ波フィルターを作製し、超伝導バンドパスフィルターの特徴である急峻なスカート特性を得ることに成功した。多層型高温超伝導体  $(Cu, C)Ba_2Can_{-1}CunOy$  ( $n=4, 5$ ) の良質試料を作製し、Tc と酸素量との関係 (アニール効果) を詳細に調べた。その結果、 $(Cu, C)-1245$  の Tc の変化は酸素量に対して単調でなく、構造を持つことを明らかにした。多層型高温超伝導体の非等価な  $CuO_2$  面を用いたモデルにより、この現象が解釈可能であることを示した。銅酸化物のオーバードープ状態の性質を調べるために  $YSr_2Cu_3Oy$  ( $y>7$ ) を作製し、不可逆磁界特性等を調べた。高压合成法により  $Fe_2P$  型結晶構造をとる新化合物  $TiIrP$ ,  $ZrIrP$  を発見した。

#### 低温物理研究グループ

(Low-temperature Physics Research Group)

研究グループ長：柏谷 聡

(つくば中央第2)

概要：

近年発見された銅酸化物超伝導を含む新超伝導体に関する結晶成長技術を高度発展させ、高度物性測定技術と連携を取ることで新超伝導体の物性を明らかにし、銅酸化物超伝導の超伝導発現機構解明に資する。(1) FZ 法や高压合成法を用い新しい超伝導体や光学結晶の開発を行った。特に  $BiPbSrCuO$  系において高速成長条件を見だし大型結晶を育成し、また Tb 系の新光学結晶の探索およびレーザー発光実験を行った。(2) X 線構造解析により、頂点フッ素系単結晶の X 線回折から空間群および原子位置を決定した。また低温 STM により  $Bi2201$  系の局所超伝導状態の不均一性に関する観察を行った。(3) 超伝導トンネル接合の新しい可能性を開拓するために Nb 系超伝導体の微小トンネル接合を作成するとともに、マクロな量子効果観察のためのマイクロ波技術を開発した。

#### 機能性酸化物グループ

(Oxide Electronics Research Group)

研究グループ長：阪東 寛

(つくば中央第2)

概要：

シースルーエレクトロニクス技術の基盤確立をめざして、透明酸化半導体薄膜により pn 接合を形成し、その特性評価を通じて光起電力効果を検証すると同時に、高導電性酸化物、透明酸化半導体、非鉛系圧電体など、機能性酸化物の物質開発をすすめた。薄膜接合形成にはレーザーアブレーション法を、物質開発における単結晶育成にはフローティングゾーン法、物性発現機構の解析には角度分解光電子分光法をはじめとする研究手段を用いた。ガラス基板上に形成した透明酸化半導体 pn 接合について、紫色光照射時に発生する光起電力を向上した。従来、銅酸化高温超伝導体でのみ観測されていた、電子バンドがフェルミ面直下で屈曲する「キンク」現象が、高導電性酸化物である層状ルテニウム酸化物でも生ずることを発見した。

研究テーマ：テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目

14

フロンティアデバイスグループ  
(Novel Electron Devices Group)

研究グループ長：和田 敏美

(つくば中央第2)

概要：

当グループが保有するシリコン系無機レジストによるナノ構造作製プロセスを利用して、ナノメートル寸法の強磁性接合を高い歩留まりで作製する技術を開発している。本年度は世界初のナノ領域のスピン単一電子トランジスタを作製する全積層プロセスの信頼性を向上して、MR 比100%以上のスイッチング動作を高い歩留まりで達成した。この結果はナノ寸法領域のスピンデバイス開発へとつながるものである。またナノ磁性接合内の微細グレイン構造、特にバリア層界面構造を断面 STEM 観察により明らかにし、作製した微小な GMR、TMR 接合の特性に及ぼす影響とプロセスパラメーター制御の指針を明らかにした。これはナノ寸法領域の磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) 実現の基礎技術となるものである。

エレクトロインフォマティクスグループ  
(Electroinformatics Group)

研究グループ長：小池 汎平

(つくば中央第2)

概要：

エレクトロインフォマティクスグループは、エレクトロニクス技術の提供するシーズと情報処理技術からのニーズとを垂直統合的に分野融合させ、新たな付加価値を有し、新規市場開拓が可能な未知の電子情報技術の創出を目指して設立された研究グループである。現在の研究テーマとして、産総研で開発された

XMOS トランジスタを軸として、関連した様々な技術階層の研究開発を統合的に進めている。

具体的な研究テーマとして：

- (1) XMOS トランジスタの回路シミュレーション用デバイスモデルの研究、
  - (2) XMOS トランジスタの特長を効果的に活用した回路技術 XDXMOS (Cross Drive XMOS) の研究、
  - (3) XMOS トランジスタのキラーアプリケーションとなる Flex Power FPGA の研究、
- が現在進行している。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16

[テーマ題目1] 省エネルギーLSI システム技術開発

[研究代表者] 鈴木 英一

[研究担当者] 鈴木 英一、田上 尚男、石井 賢一、坂本 邦博、柳 永勲、清水 貴思、昌原 明植、松川 貴、長尾 昌善

[研究内容]

【目標】

ディスプレイを中核とするマンマシンインターフェース技術は IT 社会の必須になってきており、その省エネルギー化技術開発が強い社会要請になっている。本研究では従来ディスプレイの1/10以下に相当する0.1W 以下の消費電力を可能にする自発光型オンチップディスプレイを構築するための基盤技術を開発するとともに、表示する情報の処理回路とディスプレイ用周辺回路での待機時電力1/10、動作時電力1/2を目指したダイナミックパワー制御型集積回路を構築するための基盤技術を開発し、高度情報通信社会を省エネルギー型社会で実現することを目指す。

【研究計画】

自発光型オンチップディスプレイ、ダイナミックパワー制御型低消費電力集積回路を同一チップ上に混載するための基盤技術を開発し、プロトタイプチップでの実証を行う。

【年度進捗状況】

自発光オンチップディスプレイ技術では、HfC (ハフニウムカーバイド) 被覆により、FEA (フィールドエミッタレイ) の寿命10,000時間 (DC 動作) を達成した。今年度新たに、TFT (薄膜トランジスタ) 一体型 HfC 被覆 FEA で電流放射を完全に制御できることを確認した。さらに、これらをマトリクス状に並べた、アクティブマトリクスデバイスを試作した。

低消費電力集積回路技術では、独自の Fin 型 DGFET (FXMOSFET) と縦型 DGFET (IMOSFET) で、ことにその4端子駆動型で、着実な研究開発を重ねた。FXMOSFET を構成素子とした、基本集積回路を設計し、試作を行うと共に、TiN メタルゲート作製技術を開発した。またダイナミックパワー制御を可能にする4端子駆動型ダブルゲート MOSFET (4T-DGFET) の動作

の詳細を、試作実験結果をもとに明らかにし、また、独自の超臨界超被覆成膜に成功した。

#### 【テーマ題目2】電子場デバイスの研究

【研究代表者】金丸 正剛

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】金丸 正剛、松川 貴、長尾 昌善、  
昌原 明植、伊藤 順司

#### 【研究内容】

##### 【目標】

SOI 上にシリコン細線および細線近傍のサイドゲートを設けた新機能デバイスを考案、作製、実証する。

##### 【研究計画】

CMOS 型シリコン細線回路に層間絶縁膜を堆積した状態での動作検証を行い、従来型 LSI プロセスへの適用性を実証する。

##### 【進捗状況】

前年度までに、n 型および p 型サイドゲート付きシリコン細線を組み合わせた CMOS 回路を構築し、SOI 基板を入力ゲートとしたときに、「共鳴条件」を満たす特定の入力電圧に対してのみ、出力信号が発生する、共鳴型素子の動作を実証した。共鳴ピークの中心電圧、およびピーク幅は、サイドゲートへのパルス印加によって任意にプログラム可能である。

これまでプロトタイプとして作成した共鳴型素子は、ごく薄い酸化膜で覆われたシリコン細線が基板上に露出された状態で動作していた。実際の LSI においては、さらにその上に層間絶縁膜及び、配線層を積層する必要がある。そこで、上記シリコン細線素子上に、層間絶縁膜および電荷のトラップサイトを兼ねるシリコン窒化膜を堆積し、動作検証を行った。シリコン窒化膜堆積前と比べ、プログラム動作のために若干高いサイドゲートバイアスを要するものの、同様にサイドゲートバイアスによるプログラム動作を確認できた。

以上より、戦略的創造研究推進事業「量子スケールデバイスのシステムインテグレーション」で提案している共鳴型知的エージェントによる連想回路等を構築する基本素子を、従来型 LSI プロセスと整合する形で実現できる見通しを得た。

##### 【分野名】情報通信

【キーワード】相補形細線 FET、サイドゲート、量子スケールデバイス

#### 【テーマ題目3】外部資金 システムインパッケージ SIP 計測用微細ピッチ多チャンネル高周波プローブの開発

【研究代表者】青柳 昌宏

【研究担当者】仲川 博、所 和彦、菊地 克弥、  
岡田 義邦

#### 【研究内容】

ユビキタスネットワーク時代を迎え、パソコン・携帯電話・無線 IC タグなどの電子機器の一層の小型化・高機能化・低消費電力化が切望されている。これを実現するために、複数の LSI チップを一つのパッケージ上に実装するシステムインパッケージ (SIP) の技術開発が精力的に進められている。SIP では、既存の LSI チップを用いて高密度かつ高速の電子システムの構築が可能であるため、低価格かつ高性能の高密度実装が可能である。一方、システムの高速度化・複雑化とともに、従来のテスト技術では、十分な検査評価が実施できない状況となってきた。今後、2~3年先には必須になると予想される、最大駆動周波数40GHz、最大伝送速度10Gbps に対応した計測技術の開発を目的とし、これを実現するための微細ピッチ多チャンネル高周波プローブの開発を行なう。

複数の寸法の異なる LSI チップが多段に積層され、ワイヤーにより結線されている SIP の高周波特性および高速動作特性の計測を行うための20ミクロン微細ピッチ高周波プローブの試作を行い、その高周波特性評価を行って、実用化の可能性を確認した。

##### 【分野名】情報通信

【キーワード】システムインパッケージ (SIP)、LSI、高密度実装、高速動作特性、高周波プローブ

#### 【テーマ題目4】運営費交付金、液体ヘリウムフリー・プログラマブル・ジョセフソン電圧標準システムの開発

【研究代表者】東海林 彰

【研究担当者】佐々木 仁、山森 弘毅

#### 【研究内容】

液体ヘリウムを必要としないプログラマブル・ジョセフソン電圧標準システムを製品化するための研究を行っている。具体的には、15K を越える超伝導臨界温度を有する窒化ニオブ (NbN) を電極の素材とするジョセフソン素子をチップ上に大規模に集積する技術を開発し、実用化に必要な10V の出力を得ることを目標に研究を進めている。これまでに、30万個以上の素子をチップ上に集積して、約8V の出力を得ることに成功した。これと並行して、プログラマブル・ジョセフソン電圧標準システムのプロトタイプモデル (出力1V) の開発を行った。これらの成果を基に、平成16年11月25日に産総研認定ベンチャー「アイカンタム」を起業した。

##### 【分野名】情報通信

【キーワード】電圧標準、窒化ニオブ、ジョセフソン素子、冷凍機

#### 【テーマ題目5】運営費交付金、MgO トンネル障壁を用いて世界最高性能の TMR 素子を開発

〔研究代表者〕湯浅 新治

〔研究担当者〕湯浅 新治、長浜 太郎、久保田 均、  
福島 章雄、他（職員5名、他3名）

〔研究内容〕

これまでの MRAM の研究開発は全て、アモルファス Al-O トンネル障壁の TMR 素子（以下、従来型 TMR 素子と記す）を用いて行われてきた。この従来型 TMR 素子の性能（磁気抵抗や出力電圧）は年々改善され、室温で磁気抵抗70%、出力電圧200mV という値が達成されている。これを用いれば64~128Mbit 級 MRAM が開発可能である。しかし、Gbit 級の超高集積 MRAM を実現するためには磁気抵抗150%以上、出力電圧400mV 以上が必要であり、そのためには画期的な新材料や新原理に基づいた TMR 素子の開発が不可欠である。

トンネル障壁に結晶性の MgO を用いれば、スピン偏極した電子がブロッホ波のコヒーレンシーを保ったままトンネルする筈である。理論計算（*Butler et al.* (2001).）によると、全結晶 Fe(001)/MgO(001)/Fe(001) TMR 素子では巨大な磁気抵抗が出現すると予想される。これは、コヒーレントなトンネル伝導において対称性の高い $\sigma_1$ 電子のみが高いトンネル確率を持ち、Fe(001)電極の $\sigma_1$ バンドが高いスピン分極を持つことに起因する。しかし、MgO トンネル障壁を用いた実験では、これまで高い TMR 効果は全く実現されていなかった。

前年度にスピントロニクス研究拠点整備の目玉として製作した複合成膜装置を用いて、超高真空下で高品質の単結晶 Fe(001)/MgO(001)/Fe(001) トンネル接合薄膜を作製した。その際、MgO 中に故意に酸素欠損を導入することにより、電極界面の酸化防止と素子の低抵抗化の両方を達成できることが分かった（特許出願）。この新型 TMR 素子で、室温で磁気抵抗188%、出力電圧550mV という世界最高性能を達成した（いずれも従来型素子の約3倍）（プレス発表）。さらに（株）アネルバと共同で、新型 TMR 素子の量産プロセスの開発を行った。定評のある量産用スパッタ装置（アネルバ C-7100）を用いて大径シリコン・ウエハ（熱酸化シリコン下地）の上に MgO 障壁 TMR 素子を作製し、室温で230%という巨大な磁気抵抗を達成した（特許出願、プレス発表）。また、再現性や歩留まりなどに関しても MgO 障壁 TMR 素子は従来型素子に劣らない特性を示している。今後近い将来、MRAM 開発は MgO トンネル障壁が主流になると予想される。また、HDD 用磁気ヘッドへの応用も期待される。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕スピントロニクス、MRAM

〔テーマ題目6〕運営費交付金、MgO トンネル障壁の微小 TMR 素子の作製プロセスを開発

〔研究代表者〕湯浅 新治

〔研究担当者〕福島 章雄、久保田 均 他  
（職員2名、他2名）

〔研究内容〕

超 Gbit-MRAM の書き込み手法としてスピン注入磁化反転が有望視されているが、MgO トンネル障壁を介したスピン注入磁化反転に成功した例は未だない。MgO 障壁 TMR 素子でスピン注入磁化反転を実現するために、100nm~200nm サイズの微小 TMR 素子の作製を行った。

前年度のスピン注入実験に使用した微小 CPP-GMR 素子は（株）ソニーが作製したものであったが、本年度からは産総研内で素子加工を全て行うプロセスを確立した。MBE 法およびスパッタ法で作製した MgO トンネル接合薄膜に、電子線リソグラフィとフォトリソグラフィを組み合わせ素子パターンを描画し、Ar イオンミリング、層間絶縁層（SiO<sub>2</sub>）のスパッタ、上部配の蒸着などを施し、最小で100nm×100nm の TMR 素子を歩留まり良く作製することに成功した。今後は、この MgO 障壁 TMR 素子を用いてスピン注入磁化反転を実現し、さらに書き込み電流を実用レベルまで下げることを目指す。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕スピントロニクス、MRAM

〔テーマ題目7〕運営費交付金、CdMnTe 導波路で完全 TM-TE モード変換の帯域が大幅に増大

〔研究代表者〕湯浅 新治

〔研究担当者〕Vadym Zayets、他（職員2名、他2名）

〔研究内容〕

磁気光学効果を利用して実現される光アイソレータは高速広帯域光ネットワークを支えるキーデバイスである。我々は希薄磁性半導体（Cd, Mn）Te を光導波路として用いることにより、光情報処理の高度化に不可欠な光アイソレータの GaAs 半導体基板上への集積化に取り組んでいる。昨年度、世界で初めて GaAs 半導体基板上における磁気光学導波路の実現に成功し、磁気光学効果による100%完全な TE-TM 光導波モード変換に成功した。しかしながらその動作波長幅は3nm 以下と狭く、実用上の課題として残った。本年度はこの動作波長幅の拡大に取り組んだ。その結果、(Cd, Mn)Te 導波路を成長後に、Cd ビームを照射しながら450℃で熱処理することにより、100%完全 TE-TM 光導波モード変換の動作波長幅を20nm まで飛躍的に拡大することに成功した。解析の結果、熱処理により導波モード間の位相速度の違い（位相不整合）が大幅に改善されていることがわかった。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕スピントロニクス、光デバイス

〔テーマ題目8〕金属-半導体ハイブリッド・スピントロニクス素子の研究

〔研究代表者〕湯浅 新治

〔研究担当者〕斎藤 秀和、他（職員2名、他2名）

〔研究内容〕

強磁性金属 CrTe と強磁性半導体 (Ga, Mn) As を電極として用いたトンネル磁気抵抗素子を作製し、5K において約15%の磁気抵抗変化率を達成した。このことは CrTe を用いた最初の MTJ の報告例であるとともに、本グループが開発に成功した強磁性半導体 (Zn, Cr) Te を用いたスピントロニクス素子の開発に結びつく成果である。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕スピントロニクス、磁性半導体

〔テーマ題目9〕スピントロニクスの拠点整備

〔研究代表者〕鈴木 義茂

〔研究担当者〕湯浅 新治、長浜 太郎、福島 章雄、久保田 均、他（職員5名、他2名）

〔研究内容〕

前年度に引き続き、スピントロニクス研究の拠点整備を行った。本年度は、磁性金属用 RIE 装置と絶縁体スパッタ装置の購入・立ち上げを行った。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕スピントロニクス、MRAM

〔テーマ題目10〕結晶育成技術および極低温計測技術の開発および新機能物質の創成

〔研究代表者〕柳澤 孝

〔研究担当者〕白川 直樹、長谷 泉、池田 伸一

〔研究内容〕

極低酸素分圧下单結晶製造装置の開発し、10のマイナス30乗の酸素分圧下での単結晶育成法（極低酸素分圧下フローティングゾーン法）を開発に成功した。この方法によりこれまで難合成とされていた多くの結晶を育成している。Mo 酸化物の単結晶育成は不可能であるとされていたが、この方法により世界で初めて SrMoO<sub>3</sub>の単結晶育成に成功した。この結晶の電気抵抗率は室温で約数  $\mu\Omega$  と極めて低く、酸化物伝導体としては世界最高の導電性を示した。

3He 温度（約0.5K）までの SQUID 磁束計用3He 冷凍システム “i-Helium3” を開発した。本装置は全物性研究者待望の、今までに存在しなかった全自動磁化測定装置である。i-Helium3を主力商品とするベンチャー iQuantum を立ち上げた。納入実績が一台となった。

手軽に単結晶の育成が可能である、卓上型単結晶育成装置を NEC マシナリー（株）との共同で開発した。約20台の売り上げ実績があった。

（株）NEC マシナリー、（有）エスティーラボと共同で低酸素分圧ガス発生・循環システムの商品化に成功

し、ベンチャー立ち上げを準備中である。

2000℃を越えた高温でも耐えられる酸化物材料を開発した。この酸化物材料が窒素酸化物分解に関して触媒効果を示すことを見出し、窒素酸化物除去に関する研究・開発を開始した。800℃において窒素酸化物除去材料に接触させると、触媒効果が存在し NO<sub>x</sub> が窒素と酸素に分解していることを確認した。より触媒効果を高めるため研究中である。

極低酸素制御技術により純良な銅の結晶を育成し、MOS トランジスタ技術における銅配線の酸化問題に有効であることを示した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕極低酸素分圧制御、新機能物質、結晶育成、低温計測技術、高温材料、高導電性材料、世代トランジスタ

〔テーマ題目11〕新量子現象の発見および解明

〔研究代表者〕柳澤 孝

〔研究担当者〕白川 直樹、長谷 泉、池田 伸一

〔研究内容〕

遷移金属酸化物 Ca<sub>3</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub>、Sr<sub>2</sub>RhO<sub>4</sub>、Sr<sub>2</sub>IrO<sub>4</sub>の浮遊帯域法を用いて単結晶を育成した。米国ロスアラモス研究所、ブルックヘブン国立研究所、デュボン株式会社、韓国ソウル国立大学、東京大学、埼玉大学、日本原子力研究所との共同研究を継続中である。Ca<sub>3</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub>においてトンネル磁気抵抗（TMR）と巨大磁気抵抗（CMR）が共存する現象を発見した。

スピングャップを持つ三次元物質としては初めてとなる酸化物 GeNi<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の単結晶育成に成功した。これまでスピングャップが存在する物質は低次元物質に限られていたが、三次元系でもギャップの存在を示唆する物質が見つかり、大きなインパクトがある。この物質では幾何学的フラストレーションからスピントリビリティにギャップが存在すると考えられている。比熱の測定から二段の相転移が起きていることを見いだした。

高温超伝導体のモデルであるハバードモデルに対して、世界最大サイズの格子におけるモンテカルロ計算を実行中であり、超伝導凝縮エネルギーが実験値に近い有限な値であることを示した。（高温超伝導レビューで何度も引用されている。）高温超伝導体において中性子散乱により報告されている磁気秩序のキャリアー濃度依存性が、強相関のモデルにより説明できることを示した。特に、希薄ドープ域ではホールが正方格子の対角線方向にならんだ対角ストライプ状態が安定であることを示した。

遷移金属酸化物において圧力下等での電子相について、結晶構造歪みの電子モデルに基づいた計算により、強磁性、反強磁性など多彩な相が存在することを示した。強磁性と超伝導の関係に着目した斬新な視点からの第一原理計算を実行中である。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕 新量子現象、単結晶育成、高温超伝導メカニズム、特異超伝導

〔テーマ題目12〕 電源多様化技術開発等受託費（分散）  
「熱線制御型シースルー太陽電池シート技術」

〔研究代表者〕 外岡 和彦

〔研究担当者〕 菊地 直人、他（職員5名、他2名）

〔研究内容〕

シースルーエレクトロニクス技術の基盤確立をめざして、透明酸化化合物半導体薄膜により pn 接合を形成し、その特性評価を通じて光起電力効果の検証をめざした。薄膜および接合の形成にはレーザーアブレーション法を用いた。ガラス基板上に形成した透明酸化化合物半導体 CuAlO<sub>2</sub>、ZnO 薄膜からなる pn 接合について、紫色光照射時に発生する光起電力および可視光透過率を向上した。また、高導電性、高移動度の p 型透明酸化化合物半導体の物質開発を進めた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽光発電、透明太陽電池、透明半導体

〔テーマ題目13〕 地域中小企業支援型研究開発（シーズ持込み評価型）「磁粉モールドによる固定子一体型電動機および発電機技術の実用化」

〔研究代表者〕 阪東 寛

〔研究担当者〕 川中 浩史、相浦 義弘、副島 勝則、犬塚 勝利、瀧内 直祐（職員3名、他3名）

〔研究内容〕

風力、小型水力、潮汐力等の自然エネルギー源から得られる概して低速度を回転運動を少ない機械損失で発電に供するために有効な、回転子に永久磁石を用いたギャレス多極発電機において、固定子コアに磁性体粉を樹脂モールドした複合材料を用いることによって製造工程の簡略化・低コスト化、発電機の小型長尺化をめざした。磁性体粉樹脂モールド材が、製造条件によっては機械強度、軽量性、加工性、電気絶縁性を兼ね備えるだけでなく、錆難く、複合材料として優れた性質を示すことを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 自然エネルギー発電、発電機、複合材料

〔テーマ題目14〕 科学研究費補助金、「ドメイン制御による非鉛系圧電セラミックスの設計とアクチュエータ応用に関する研究」

〔研究代表者〕 王 瑞平

〔研究担当者〕 下條 善朗、他（職員1名、他1名）

〔研究内容〕

センサ、アクチュエータ等に多用されている圧電材料

は現在、PZT をはじめ鉛酸化物が主流である。圧電材料の低環境負荷化をめざして非鉛系圧電材料の探索を進めた。タンタル酸ナトリウムカリウムを母材として II 族・IV 族金属酸化物を添加し、放電プラズマ焼結法で合成したセラミックス試料において、相対密度が高く、PZT に匹敵する圧電特性を持つ試料の作製可能性を示した。また、非鉛系圧電セラミックスの設計指針をまとめるために、誘電率の温度依存性の結果から相図を作成した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 圧電材料、アクチュエータ、低環境負荷電子材料

〔テーマ題目15〕 XMOS トランジスタのデバイスモデルの研究

〔研究代表者〕 小池 帆平

〔研究担当者〕 中川 格、関川 敏弘、堤 利幸（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

回路技術の研究においては、回路の複雑な振る舞いを計算機に計算させる回路シミュレータが極めて重要なツールとなり、XMOS トランジスタのような新しいデバイスを用いた回路のシミュレーションを行うためには、そのようなデバイスの振る舞いを記述したデバイスモデルを新たに開発する必要がある。そのような XMOS トランジスタのデバイスモデルの提供は、XMOS トランジスタ技術を産業界に技術移転するにあたって必須と考えられる。本テーマでは、このような XMOS トランジスタのデバイスモデルの開発を行っている。

平成16度は、4端子独立な XMOS トランジスタのドレイン電流を、表面ポテンシャルに基づいて計算するフィジックスベースな計算モデルとして、昨年度提案を行ったダブルチャージシートモデルに関して、速度飽和モデルの導入などの更なる改良作業を進め、計算結果の精度を向上させる研究を行った。

また、業界標準の回路シミュレータである Spice と、我々の開発したデバイスモデルを結合させるための作業を進めた。

さらに、3端子 XMOS と4端子 XMOS の利点をあわせもった回路技術 XDXMOS (Cross-Drive XMOS) を考案した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ダブルゲート MOS トランジスタ、回路シミュレーション、Spice、デバイスモデル

〔テーマ題目16〕 パワー・リコンフィギュラブル機能を有する Flex Power FPGA の開発

〔研究代表者〕 小池 帆平

〔研究担当者〕 日置 雅和、河並 崇、中川 格、

関川 敏弘、堤 利幸  
(職員5名、他1名)

#### 【研究内容】

4端子 X MOS の持つ電氣的なしきい値調整機能の実現という特長を巧妙かつ有効に活用し、X MOS トランジスタの画期的なキラーアプリケーションとなることを目標としたチップとして Flex Power FPGA((FP)2GA)チップの研究を行っている。

Flex Power FPGA((FP)2GA)は、近年利用者の拡大に伴い市場が急速に拡大しつつあるリコンフィギュラブル LSI である FPGA (再構成可能ゲートアレイ) の基本的な構成要素である論理ブロック回路を X MOS トランジスタで構成し、回路の各部分のしきい値電圧の調節を可能として、高速性と低消費電力性を両立させることを可能とした FPGA であり、動作速度と消費電力という FPGA の最大の問題点を解決することのできるものである。

平成16年度は、昨年度開発した研究ツールである Flex Power VPR を用いて、Flex Power FPGA の速度向上効果の評価を行ない、速度向上効果が得られることを解明した。

【分野名】情報通信

【キーワード】FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、漏れ電流、リーク電流、しきい値調節

#### ⑤【光技術研究部門】

(Photonics Research Institute)

(存続期間：2001.4～終了日)

研究ユニット長：渡辺 正信

副研究部門長：八瀬 清志、挾間 寿文

総括研究員：平賀 隆、大柳 宏之

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、  
つくば中央第5、つくば東、関西センター

人員：76 (74) 名

経費：1,167,534千円 (680,741千円)

概要：

##### (1) 当部門のミッション

21世紀を安全・安心で快適な社会とするに必要な高度情報化の推進と新産業創出に寄与するため、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムの高度化、および情報・通信システムと実世界との情報の授受の高度化に資する技術の研究開発を推進する。

##### (2) 研究開発の概要

情報通信、ディスプレイ、入出力、情報記録、センシング・計測・イメージング等の各産業分野にお

いて光技術の貢献が期待されている。一方、光技術研究部門のコア技術としては、超短パルスレーザー技術、光計測・制御技術、化合物半導体や有機半導体および酸化物材料のデバイス化技術等が挙げられる。これらの内外のニーズとシーズを鑑み、光技術研究部門が第二期に重点的に取り組むべき課題として以下の3つを設定する。すなわち、情報通信技術を中心とする光 IT 技術、ディスプレイ・入出力デバイスを中心とする光インターフェース技術、強いシーズを元に新技術開拓を行う光フロンティア技術を推進する。

光技術研究部門では、この三課題を中心に有機的連携を図りつつ光科学・光工学の研究開発を行い、これらの大きな流れに基づく具体的成果の結実と基盤技術の充実、分野間の融合と将来の芽の育成を系統的に進めることにより、本格研究を推進する。各課題では、具体的には以下の技術項目を重点的にすすめる。

##### a) 光 IT 技術

a-1) テラビット (Tb/s) 級大容量光通信技術のための光信号制御・デバイス技術の開発を行う。第二期中の実用化を目指して160Gb/s 以上の実装可能な光スイッチデバイスの開発を進める。

a-2) 次世代の光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイスおよび集積化のためのナノフォトニクス技術やフォトニック結晶技術による超小型光回路を開発する。

a-3) 将来の通信のセキュリティや大容量化等に資する、量子暗号・情報通信技術の高度化を推進する。

##### b) 光インターフェース技術

b-1) 有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法による大面積・フレキシブルな薄膜トランジスタおよび表示素子の開発を行う。

b-2) 受光・発光・表示素子、光スイッチ、フィルタおよび光導波路等を一体化した光回路作製技術を開発する。

b-3) フレキシブル情報家電用のガラス、プラスチック等の透明基板のナノスケールでの加工・修飾・計測技術を開発する。

##### c) 光フロンティア技術

c-1) アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導する。

c-2) ライフサイエンス分野との融合により、光計測・情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の開発を行う。

外部資金：

経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託

費

超短パルス光エレクトロニクス技術開発

経済産業省 電源多様化技術開発等委託費  
高輝度 X 線パルス利用発電施設モニタリングシステム  
開発

経済産業省 原子力試験研究委託費  
超高輝度 KHz ブラズマ X 線源とその応用の研究開発  
真空紫外一軟 X 線コヒーレント超高速光計測技術の研究  
開発

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験  
研究に係るもの）  
ダイオキシン類及び内分泌かく乱物質のセンシングシス  
テムを用いた環境リスク対策の研究

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費地域中小  
企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）  
ナノマテリアル用強力超音波装置の開発とナノ破碎効果  
の評価

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）  
フレキシブル光-電子デバイスプロセス技術  
レーザープロセッシングによるβ-鉄シリサイドの低温  
合成

文部科学省 先導研究等の推進  
バイオ共役光受容ナノマテリアルの創生

文部科学省 科学研究費補助金  
ジェミニ型分子による表面キラル認識と光学分割  
金属微粒子からのエバネッセント波を利用するフレキシ  
ブル光電変換機能性シートの創生

総務省  
1550nm 帯量子もつれあい状態の効率的な生成・検出及  
びその利用に関する研究  
サブバンド間遷移超高速光スイッチの研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業助成金／超偏極キセノン NMR に  
よる材料・デバイス評価技術  
産業技術研究助成事業助成金／石英ガラスのレーザー光  
化学加工による高機能微細デバイス作製技術の開発  
次世代ディスプレイ技術開発プログラム／高効率有機デ  
バイスの開発  
太陽光発電技術研究開発／革新的次世代太陽光発電シス  
テム技術研究開発／有機薄膜太陽電池の研究開発  
ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセ

ス技術）／ナノガラス技術プログラム（ガラス機能制御  
技術）

独立行政法人科学技術振興機構（科学技術振興事業団）  
完全3次元結晶を用いた究極の光制御と超小型光集積デ  
バイス・回路の研究  
光量子位相制御・演算技術  
量子相関光子ナノ発光分子材料の開発  
新型電界発光材料の作成と評価

独立行政法人情報通信研究機構  
光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発

財団法人わかやま産業振興財団  
ポリピロールを用いたホール輸送材料の導電性について

財団法人日本宇宙フォーラム  
空間識における体感覚と視覚のずれに関する MRI 研究

内部グラント  
超高速 WDM 用光電子2R 集積回路の試作  
ナノチューブフォトニクス創出のための材料基盤研究  
光検出型バイオ素子構築に関する研究（副題：分子認識  
部位を有する金属・半導体ナノ微粒子の合成と表面ナ  
ノアドレッシング）  
光誘起表面レリーフ現象に基づく新しい光情報記録に関  
する展開的研究  
医療・工業分野への応用のための液晶補償光学技術  
波長多重・超高速全光スイッチの開発  
能動的光波制御による光機能広域発現技術に関する研究  
分野戦略実現のための予算 情報通信分野  
光デジタル再生技術の研究

発 表：誌上発表258件、口頭発表405件、その他56件

情報通信フォトニクスグループ  
（Information Photonics Group）

グループリーダー：土田 英実

（つくば中央第2）

概 要

- ・目的：超高速光計測・制御、光信号処理、量子暗号  
通信に関して、サブシステム化まで視野に入れた研  
究開発を行い、情報通信ネットワークの大容量化・  
高度化に資すること目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光時分割多重伝送や  
全光ノードによる通信ネットワークの大容量化・高  
機能化、および通信のセキュリティ向上に寄与する
- ・国際的な研究レベル：パルスタイミング雑音計測は、  
独創性が極めて高く世界最高性能の評価技術である。  
光デジタル再生は全光学処理をめざしている点に優

位性がある。量子暗号通信では光通信波長帯の単一光子検出、量子もつれ合い発生・制御で世界最高の技術を有している。

研究テーマ：テーマ題目(1-1)、テーマ題目(1-3)

### 光電子制御デバイスグループ

(Ultrafast Optoelectronic Devices Group)

研究グループ長：小森 和弘

(つくば中央第2)

#### 概要

##### ・目的

次世代超高速大容量光情報通信の超高速デバイスを開発すること、特に新しい光制御技術、光電子集積技術と量子ナノ構造、フォトニック結晶等の新構造を用いた次世代の光・電子融合素子を開発することを目的とする。

##### ・国際的な研究レベル

量子ナノ構造（ドット、細線）、超高速光計測・制御技術を用いた下記の研究を展開し、世界最高レベルの成果を得ている。

- ① 量子ナノ光電子素子の開発：量子ナノ FET 素子等。
- ② 量子ナノ構造を用いた光制御・光非線形素子の開発：光位相制御技術等。
- ③ フォトニック結晶導波路素子の開発：3次元 PC 作製技術等。
- ④ 超高速光-電子 (OEO) 素子の開発：超高速光導電スイッチ等。
- ⑤ 超高速材料・デバイス評価技術の開発：ナノ構造を用いたテラヘルツ光源等。

研究テーマ：テーマ題目(1-1)、テーマ題目(1-2)

### 超高速フォトニクス計測グループ

(Ultrafast Photonic Measurements and Materials)

研究グループ長：挾間 壽文

(つくば中央第2)

#### 概要

・目的：光通信システムの要素技術開発として、高速動作可能な光-光スイッチ素子、アクセス系受動・能動一体型デバイスとその計測評価技術の開発を目的とする。

・意義、当該分野での位置づけ：超高速光時分割多重光通信システム及び低コストアクセス系光デバイスの実現に寄与する。

##### ・国際的な研究レベル

・波長1.55 μm において世界最高レベルの150fs の光応答速度を得た。

・SNOM 技術は、通信帯対応、超高速（広帯域）性、小型化の取り組みにおいて世界をリード。

・チャープ MgO:PPLN を利用して10GHz-OPO 実

現しようとする試みは世界初。

・電流注入型有機半導体レーザーをフォトニック結晶上で目指す試みは当所のみ。

研究テーマ：テーマ題目(1-1)、テーマ題目(1-2)

### ガラス材料技術グループ

(Optoelectronics Glass Group)

研究グループ長：西井 準治

(関西センター)

#### 概要

##### ・目的

(1) 導波路：メトロ・アクセス系および電子チップ間の光通信用導波路デバイス創製技術。

(2) 機能材料：次世代デジタル家電のための機能素子化技術。

##### ・意義、当該分野での位置づけ

導波路デバイス技術および高輝度発光体の基盤技術開発に取り組み、情報・家電製品技術の高度化に貢献する。

##### ・国際的な研究レベル

(1) 導波路：幹線系の導波路技術は成熟期にあり、メトロ・アクセス、ボード内光通信などを想定して、極微化、機能集積化の研究を先導的に推進している。

(2) 機能材料：ナノ粒子発光体は米、独が中心。大学や産総研他部門での研究も盛んだが、本グループでは、民生用としての実用化を目指す。

研究テーマ：テーマ題目(1-2)

### 有機半導体デバイスグループ

(Organic Semiconductor Devices Group)

研究グループ長：鎌田 俊英

(つくば中央第4、第5)

#### 概要

・目的：印刷法で作製するフレキシブル電子デバイスの実現のために、それに適した素子構造を開発、プリンタブル部品、素子解析評価技術の開発を行う。これらにより、実動作する素子の実現を目指す。

・意義、当該分野での位置づけ：安価・低エネルギーで作成できる電子デバイス創製技術を開発し、フレキシブルシートディスプレイなどのユビキタス情報端末の実現に貢献する。

・国際的な研究レベル：高性能有機 TFT パネルを作製する技術は、世界最高レベルに達している。

研究テーマ：テーマ題目(1-1)

### 分子薄膜グループ

(Molecular Thin Films Group)

研究グループ長：八瀬 清志

(つくば中央第2、第5)

#### 概要

- ・目的：構造制御により光入出力機能を向上させた先端有機デバイスの開発を行うことを目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：有機デバイスの実用化に寄与する。
- ・国際的な研究レベル  
有機 EL において、外光取り込み型のもは他に例がない。

高効率化有機半導体の実用化には、光電子特性の飛躍的向上が必須であるが、表面・界面およびバンド構造制御という観点での研究例は少ない。有機 EL と光電変換素子の一体化、ドーピング、界面制御による n 型有機半導体特性、並びに太陽電池効率の向上、および配向制御した導電性高分子の FET の研究は、世界でも例がなく、数値的にもトップである。

極性分子の二次非線形感受率の分子量依存性および微結晶の磁場配向は、世界初である。

ナノチューブフォトニクスでは、直径制御されたナノチューブを用いた、世界トップレベルの孤立化溶液分散技術、高分子分散技術を開発しており、特に非線形光デバイスとしての応用では国際的に先導している。

研究テーマ：テーマ題目 (2-2)

#### レーザー精密プロセスグループ

(Laser-Induced Materials Processing Group)

研究グループ長：新納 弘之

(つくば中央第5)

#### 概 要

- ・目的：光の特性を最大限に生かすことによって新産業創出に寄与することを目標として、石英ガラス等透明材料の微細加工プロセスなどの先端的レーザー精密プロセスを駆使した高付加価値化加工手法の開発、および新機能デバイスプロトタイプの実製を通じて、材料加工プロセスの高度化技術の研究を推進する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：情報通信・化学/医療などの先進産業分野におけるデバイス製造に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：当研究チームにおいて独自に開発してきたレーザー誘起背面湿式加工法による石英ガラス等透明材料の微細加工プロセスは、国際的に注目される技術であり、また、その特性を生かしたマイクロ流体デバイスやバイオ分析デバイスなどのプロトタイプ試作は極めて先進的な取り組みである。

研究テーマ：テーマ題目 (2-2)、テーマ題目 (3-2)

#### デバイス機能化技術グループ

(Photonic Device Application Group)

研究グループ長：谷垣 宣孝

(関西センター)

#### 概 要

- ・目的：高度な材料プロセス技術及び精密・高感度計測技術を駆使し、ヒューマンインターフェイス光デバイス開発のための要素技術を確立する。また、ライフフォトニクスを実現するため顕微鏡技術・分光測定技術を中心とした無侵襲計測技術、および精密計測技術の研究開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：誰でも容易にネットワークにアクセスできる高度情報社会に必要とされるヒューマンインターフェイスデバイス開発に寄与する。また、安全、安心、快適な生活を実現する基礎技術となる。
- ・国際的な研究レベル：色素蒸気輸送法などの独自のプロセス技術を開拓しつつ、デバイス化を目指した研究開発をおこなっている。また、計測技術に関しては基本的に新規手法の創出の観点から、新型 SNOM、力検出型 NMR 顕微鏡、などの新しい方式に基づく装置開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (2-2)

#### 超短パルスレーザーグループ

(Ultrafast Lasers Group)

研究グループ長：鳥塚 健二

(つくば中央第2)

#### 概 要

- ・目的：パルス光波合成等の新技術を開発し、未踏領域の光パルス発生、制御技術を開拓することで、超高速技術を先導する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光パルスを利用した、計測や物質プロセスに資する技術である。
- ・国際的な研究レベル：超短光パルスの発生、制御技術に関するトップグループの一つ。特に、(1)異波長パルス光間の位相制御及びタイミング制御は当所が先導して開拓してきた技術で、トップの精度を有する。(2)レーザー増幅パルスについて短パルス世界最高記録を保持している。(3)パルス内光波位相 (CEP) 制御光の増幅実現はウィーン工大に次ぐ2番手だが、高出力化が可能な方式(再生増幅器+回折格子ストレッチャー)に特長がある。

研究テーマ：テーマ題目 (3-1)

#### 光計測制御グループ

(Optical Measurement and Control Group)

研究グループ長：天神林 孝

(つくば東)

#### 概 要

- ・目的：産業上有用で新規な光計測制御技術を研究開発する。具体的には、補償光学などによる光波面制御技術、画像分光技術、それらの医療診断(眼底カメラ)への応用、光学基板や大面積面、非球面の形

状計測、光による物体の操作技術、などを行う。

- ・意義、当該分野での位置づけ：光の共通基盤技術の研究開発によって新産業創出や福祉高齢社会の達成に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：波長走査干渉計の解析アルゴリズム、リニアステージの真直度計測、非球面計測、光波面を補償したり制御する技術、光マイクロマニピュレーション技術において精度や方式の考案において国際的に競合している。

研究テーマ：テーマ題目（3-2）

## バイオフィotonicsグループ

(Bio-Photonics Group)

研究グループ長：玉田 薫

(つくば中央第5、関西センター)

### 概要

- ・目的：「光情報技術」と「ナノバイオテクノロジー」の融合により、大量の情報を並列的に短時間で処理し、高密度集積化できる「光検出型ナノバイオ素子」の開発およびその関連技術の確立を目指す。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光情報通信技術（光を使った並列信号伝達・アナログ情報処理的概念）をバイオチップ分野へ応用することで、オーダーメイド医療等、大量の診断情報の高速処理を必要とする医療・医学分野へ寄与する。
- ・国際的な研究レベル：バイオチップ関連研究は現在米国を中心に世界中で競争的に進められているが光情報通信技術との複合を狙ったバイオ素子デザイン等の研究はまだほとんど報告例がない。グループの有する関連技術は、どれも世界トップレベルであり、十分に国際的競争に対応できる。

研究テーマ：テーマ題目（3-2）

### 【テーマ題目1】光IT技術

(運営費交付金、資金制度(外部)(超短パルス光エレクトロニクス技術開発、革新的省エネ高効率光増幅技術開発、CREST：光量子位相制御・演算技術の研究)および企業と共同研究などで行っている「光IT技術に関する研究」)

【研究代表者】土田 英実(光技術究部門情報通信フォトニクスグループ長)

【研究担当者】小森 和弘、挾間 壽文、西井 準治、他(職員25名、他13名)  
情報通信フォトニクスグループ、光電子制御デバイスグループ、超高速フォトニクス計測グループ、ガラス材料技術グループ(一部)

### 【研究内容】

1-1) テラビット(Tb/s)級大容量光通信技術のための

光信号制御・デバイス技術の開発

第二期中の実用化を目指して160Gb/s以上の実装可能な光スイッチデバイスの開発を進める。平成16年度には、繰り返し160GHzのモード同期半導体レーザー光パルスに対するタイミング雑音計測の技術を開発した。独自の手法である時間領域復調法は、タイミング雑音を9桁以上の周波数域に渡り高精度計測できる唯一の手法である。また、II-VI族半導体サブバンド間遷移光スイッチにおいて、波長1550nm帯における世界最高値、150fs以下の応答速度を実証するとともに、リッジ型導波路構造の作製技術を開発した。

1-2) ナノフォトニクス技術・フォトニック結晶技術による超小型光回路開発

新しい材料や量子構造の創製技術を確立し、次世代情報通信技術に資する未踏技術領域での光電子デバイスを実現することを目的とし、高品質な新材料や量子ナノ構造の作製技術を基に、次世代の光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイスおよび集積化のための、プロトタイプを試作、実証を行う。平成16年度には、超高周波ナノ構造素子である負性抵抗量子細線FETを開発し、世界で初めてナノトランジスタの近室温動作(260K)を実現した。また、レーザー作製に必要な高密度で高均一な量子ドットの作製技術を開発し1.3 $\mu$ m帯発光ドットにおいて、密度 $10^{11}\text{cm}^{-2}$ 半値幅23meVを達成した。さらに、メトロ系光通信用のデバイス技術として、スパッタ法による省エネ型のErガラス光導波路アンプを開発した。

1-3) 量子暗号・情報通信技術の高度化

将来の通信のセキュリティや大容量化等に資する、量子力学原理を利用した通信の究極的安全性確立を目指した研究として、光ファイバ伝送による長距離、高効率暗号鍵配布技術の開発を行う。平成16年度には、独自の雑音低減方式などにより、世界最高速の長距離暗号鍵配布(鍵配布率45kbit/s/10km)を実現した。

【分野名】情報通信分野

【キーワード】超高速光信号処理、光時分割多重、タイミング揺らぎ計測、光・光スイッチ、OEOスイッチ、フォトニック結晶、光導波路、ナノ構造デバイス、量子細線、量子ドット、FET、量子暗号通信

### 【テーマ題目2】光インターフェース技術

(運営費交付金、内部グラント、NEDO委託研究費(高効率有機デバイスの研究、ナノガラス技術プロジェクト、有機薄膜太陽電池)、科学振興調整費(バイオ共役光受容ナノデバイスの創成の研究開発)および民間企業と共同研究などで行っている「光インターフェースに関する研究」)

〔研究代表者〕 八瀬 清志（光技術研究部門、副研究部門長、分子薄膜グループ長）

〔研究担当者〕 鎌田 俊英、新納 弘之、谷垣 宣孝、他（職員34名、他25名）  
有機半導体デバイスグループ、分子薄膜グループ、レーザー精密プロセスグループ、デバイス機能化技術グループ、ガラス材料技術グループ（一部）

〔研究内容〕

2-1) 有機・高分子系材料薄膜トランジスタおよび表示素子の開発

有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法による大面積・フレキシブルな薄膜トランジスタおよび表示素子等の開発を行う。ヒューマン・フレンドリーな光電子デバイスのフレキシブル、低コスト、低消費電力かつ高性能の有機デバイスの創製のため、フレキシブル・ディスプレイ、印刷法を用いて作製する有機トランジスタ、外光を取り込むことで高効率に発光する有機 EL 素子および酸化物ガラスへの半導体超微粒子の分散による高輝度発光体等の研究を行う。平成16年度には、塗布で良質な絶縁膜を作製する技術を開発し、有機 TFT 駆動のカラー液晶ディスプレイを試作、カラー動画表示に成功した。また、塗布の n 型半導体で世界最高の移動度 $0.07\text{cm}^2/\text{Vs}$ を達成した。

2-2) 素子、光導波路等を一体化した光回路作製技術の開発

受光・発光・表示素子、光スイッチ、フィルタおよび光導波路等を一体化した光回路作製技術および、レーザー微細加工技術等の要素技術を研究開発するとともに、次世代光部品としての、合分波（パッシブ）および光スイッチ（アクティブ）光導波路の開発を行う。平成16年度には、色素を選択的にパターンニングする技術を開発した。また、当所独自のレーザー微細加工 LIBWE 法による石英ガラスの高アスペクト比加工に成功した。

2-3) ナノスケール加工・修飾・計測技術の開発

フレキシブル情報家電用のガラス、プラスチック等透明基板のナノスケールでの加工・修飾・計測技術を開発する。平成16年度には、ガラス-Air の一次元フォトニック結晶構造を利用した古典プリズムの50倍の分散角を有するスーパープリズム、レイヤーバイレイヤー法による高濃度ナノ粒子分散ガラス、等の技術を開発した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料・製造分野

〔キーワード〕 有機半導体、有機デバイス、有機 TFT、有機 EL、有機薄膜太陽電池、電気光学高分子、カーボンナノチューブ、高分子光導波路

〔テーマ題目3〕 光フロンティア技術

（運営費交付金、資金制度（外部）（電源多様化委託費：超短光パルスの発生評価技術の研究開発、原子力試験研究費：単一サイクルパルスの発生に関する研究）もしくは民間と共同研究などで行っている「光フロンティア技術に関する研究」）

〔研究代表者〕 鳥塚 健二（光技術研究部門超短パルスレーザーグループ長）

〔研究担当者〕 天神林 孝二、玉田 薫、大柳 宏之、他（職員 22名、他 16名）  
超短パルスレーザーグループ、光計測制御グループ、バイオフィotonicsグループ

〔研究内容〕

3-1) 超短光パルスの発生・制御・計測の研究開発

アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導することを目的として、光波位相や光パルスのタイミング等を精密制御し、超短光パルス光源の極限性能の追求や、新しい概念に基づく計測・物質操作技術を開発する。パルス圧縮が主流である超短光パルス発生技術に、パルス光波合成の手法を導入して電界波形を制御することで、超短光パルス技術の新しい展開を図る。平成21年度までの第2期で、異波長光パルスの合成により、5フェムト秒 (fs) 以下パルスの発生を行うとともに、パルス特性精密制御技術を開発し、増幅パルスでタイミング精度 3fs、パルス内光波位相 (CEP) 精度 $0.2\text{rad}$ を得ること、また、光イオン化等の物理過程で、これらの光パルス発生制御技術の効果を確認することを目指す。平成16年度には、チャープパルスフェムト秒パルス増幅器におけるパルス内光波位相 (CEP) の制御に成功した。また、チタンサファイアレーザー (800nm) とクロムフォルステライトレーザー (1250nm) の 1fs 精度のタイミング同期 (世界記録) に成功した。

3-2) 光計測・情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の開発

ライフサイエンス分野との融合により、光計測と情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の新しい技術創出を目指して、高機能眼底カメラ、およびバイオ・ケミカルセンサーデバイスの研究開発を行う。

眼底カメラの高機能化については、網膜への負担の少ない低強度光を用いて高解像網膜イメージングを可能とする技術、液晶空間位相変調素子を用いた汎用補償光学技術、等の研究開発を行い、眼底カメラへの実装を目指す。産総研の補償光学技術は形状

可変鏡を用いる複雑なシステムに比べて構造や動作が単純であり、医療分野や民生用光学機器への利用に適している。

平成16年度には分光測定を取り入れた簡易型眼底カメラの試作と眼底撮影での酸素飽和濃度測定の可能性実証を行うとともに、フィードバック干渉法による補償光学で網膜による光散乱補正が可能であることを実験的に確認した。

バイオ・ケミカルセンサーデバイスについては、金属ナノ微粒子をマーカとする高感度 SPR イメージング法と表面ナノ微細加工を組み合わせることにより、従来チップに無かった高感度・高速・高密度集積型のバイオ・ケミカルチップ実現を目指す。平成16年度にはマイクロコンタクトプリント法により検出点2500/cm<sup>2</sup>の DNA チップを開発した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス分野、計測標準分野

【キーワード】 超短パルスレーザー、光波位相制御、補償光学、光マニピュレーション、バイオセンサー、表面プラズモン

## ⑥【人間福祉医工学研究部門】

(Institute for Human Science and Biomedical Engineering)

(存続期間：2001.4～終了日)

研究部門長：斎田 真也

副研究部門長：多屋 秀人、山根 隆志

総括研究員：多屋 秀人、山根 隆志、松岡 克典

所在地：つくば中央第6事業所、東事業所、  
関西センター

人員：67 (65) 名

経費：796,704千円 (495,094千円)

概要：

急速な高齢化の進行より、製品・情報・行動環境などにおける人間特性との不適合、寝たきり高齢者の増加や介護負担の増大、あるいは疾病や障害者の増加などの諸問題に対処すべく、人間福祉医工学研究部門は、人間工学、福祉工学および医工学の3研究分野を基盤に、中期目標の実現に向けて以下の5つの重点研究課題を設定し、これらの研究を通じて高齢社会でも安全で安心な国民生活の実現を目指す。

課題1：高齢者の感覚知覚特性データの収集と環境評価法の開発

高齢者を含む各年代における視覚、聴覚、温熱感覚特性のデータベースの構築を行うとともに、JIS 及び JIS TR (標準情報) さらに ISO/IEC、CIE などにおける国際標準の制定を目指す。また、高齢者・障害者

の特性に考慮した環境・製品の安全性や機能性の評価法と評価機器の開発を行う。

課題2：人間生活における認知行動のモデル化

生活場面における認知行動モデルの構築を目標とする。感覚・認知・行動など個別研究テーマを設定するのではなく、具体的な生活場面(情報環境・移動環境)を設定して、視覚探索、情報探索、行動決定の一連のプロセスを解明し、インタフェース評価、製品環境デザインに関する社会的ニーズにこたえる。

課題3：福祉機器開発技術

福祉器機開発においては個人適合性が重要評価項目の一つである。そのための計測・評価技術のインフラ整備を現場に近い公設試験研究機関を中心に行うと共に、最先端技術開発における知見をもとに下肢リハビリ訓練器機などの実用化・製品化をはかる。第1期は動作特性を中心に研究開発を行う。

課題4：医療診断・治療支援機器技術

次世代の診断・治療技術の確立を目標に、第1期の中心課題として、MRI 対応治療技術の開発を行い、臨床使用を目指す。また内視鏡手術などにおける手術手技の向上を目的とした手術トレーニングシステムの開発を行う。

課題5：生体機能代替システム

品質管理に優れ、長期耐久性を有する、人工物による生体機能代替システム実現のための設計・評価技術の開発を行う。第1期の中心課題として人工心臓を設定し、動物実験において3ヶ月以上連続使用可能な機構の開発を行う。

外部資金：

経済産業省 基準認証研究開発事業「産業技術研究開発委託費(映像の生体安全性評価の標準化)」

経済産業省 試験研究調査委託費(地球環境保全等試験研究に係るもの)「臭気環境目標の設定に必要な臭気に係る量反応関係に関する研究」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発(共同研究型)「健康・快適な色彩環境のためのカラーコンフォートメータの開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発(共同研究型)「車いす利用者向け下肢運動装置の開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発(共同研究型)「柔軟カラー実体モデル作成技術の研究開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発(共同研究型)「超音波を利用した皮下脂肪計測システム Fat labo の開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（試験／研究機器促進型）「リアルタイム MRI 装置の開発」

厚生労働省 厚生労働科研費「サウンドを利用した視覚障害者のための聴覚空間認知訓練システム」

文部科学省 重要課題解決型研究「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」

文部科学省 重点課題解決型研究「障害者の安全で快適な生活の支援技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「大動脈形状の加齢変化が動脈脈波伝播速度測定に及ぼす影響」

文部科学省 科学研究費補助金「視覚運動刺激が知覚位置判断に及ぼす影響に関する実験心理学的研究」

文部科学省 科学研究費補助金「脳卒中片麻痺に対する健側拘束療法の脳機能再構築効果に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「体内低侵襲医用機器のための表面摩擦制御に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「骨吸収防止のための組成物及び人工骨材料」

文部科学省 科学研究費補助金「記憶と情動の関係における海馬－扁桃核－前頭前野回路機能の研究」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「重度難聴者のための骨導超音波補聴器の実用化開発」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「術中 MRI と内視鏡のリアルタイム画像統合技術」

NEDO 健康安心プログラム「身体機能代替・修復システムの開発－生体親和性材料」

社団法人人間生活工学研究センター「平成16年度ウェアラブルセンサ情報の理解・解析手法の開発」

財団法人立石科学技術振興財団 平成16年度研究助成「準静的加圧による生体組織の粘弾性分布映像システムの開発」

財団法人日本宇宙フォーラム「マルチアングル光散乱法によるタンパク質の集積機構解明」

日本化学工業協会 平成16年度日化協・長期自主研究

(LRI)「化学物質の安全性評価法に関する発達期の学習・記憶試験の開発」

米国国立保健衛生研究所 (NIH) グラント  
「Biomaterials (Mg/Zn/F-BCPs) for osteoporosis therapy」

日本学術振興会 (JSPS) 日仏交流促進事業共同研究  
「光ファイバ応用神経代謝センシング技術の開発」

内部資金  
内部グラント「ヒト大脳感覚-運動連関機能の可塑性に基づくリハビリテーションシステム開発」

内部グラント「組織再生のためのタンパク担持第3世代生体材料」

内部グラント「マルチモーダル脳機能可視化技術の開発」

標準基盤研究「有効視野と視認性評価法」

標準基盤研究「生体材料の切り欠き感受性評価方法」

標準基盤研究「高齢者による低周波音の不快感評価方法」

発 表：誌上発表296件、口頭発表412件、その他55件

-----  
**感覚知覚グループ**

(Perception Group)

研究グループ長：佐川 賢（つくば中央第6）

概 要：

高齢者の感覚知覚特性に関する知的基盤の確立と高齢社会における環境評価設計技術の開発に関する研究を行う。

(1) 高齢者感覚知覚特性の知的基盤の確立と環境評価設計手法の開発を目指し、知的基盤の確立については、有効視野計測システムの整備、高周波領域の最小可聴閾と不快感のデータ収集、低周波音の不快感・許容度のデータベース化、温冷覚、痛覚等の局所温熱特性のデータ収集を行う。さらに、国内外の標準化に向けた活動を行う。

(2) 環境評価設計手法の開発に関しては、安全性から見た道路の視覚情報の提示法、睡眠を含めた総合的温熱環境評価法、視覚障害者用障害物知覚訓練システムを開発し、人間の感覚特性に基づいた環境設計手法を確立する。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 行動モデリンググループ

(Human Behavior Modeling Group)

研究グループ長(兼): 齋田 真也

(つくば中央第6)

#### 概要:

人間の認知行動特性の理解を通じた適切な製品・情報環境の構築を目指して、自動車運転行動およびモノづくり行動を対象とした人間の状況依存型行動モデルの構築を目標に、機器操作データや身体動作データから行動を自動認識する技術、行動評価手法の確立および行動支援技術の開発を行う。

平成16年度は、追従運転や後方確認行動など幾つかの運転タスクを対象として、運転支援システムに適用可能な通常運転行動モデルを構築し、運転支援の観点からその有用性を評価する。

研究テーマ: テーマ題目2

### 視覚認知機構グループ

(Visual Cognition Group)

研究グループ長: 熊田 孝恒

(つくば中央第6)

#### 概要:

高齢者を含むユーザが、使いやすい IT 機器などの開発に資する視覚的表示法にかかわるガイドライン作成のため、機器操作場面における人間の認知・行動の機能の解明を行う。

平成16年度は、高齢者を含むユーザが環境中の視覚情報を認知する際の注意の働きに関するこれまでの研究成果を統合し、概念モデルを提案するとともに、モデルに基づいて注意特性に関する視覚情報提示設計ガイドラインの項目を整理し提案する。また、脳波と行動の相関の解析を行うことによって、行動から注意状態を推定するための技術を確立する。

研究テーマ: テーマ題目2

### 身体・生態適合性評価技術グループ

(Physical and Ecological Usability Design Group)

研究グループ長: 小木 元

(つくば中央第6)

#### 概要:

高齢者の身体的機能は加齢に伴って多様に変化している。そうした変化への適応も含めて彼等のライフスタイルも多彩であり、製品・生活環境等に対する人々のニーズも多様化する。そうした状況を踏まえ、本研究では人間と製品・生活環境等との適合性を多様に条件付ける身体的機能・生態的機能に視点を置き、使いやすさの評価技術を構築することを目的とする。

平成16年度は、これまでに収集した製品ユーザビリティに関する基礎的なデータを拡充し、相関関係の分析を進め、製品適合性評価技術システムの設計に必要な

な高齢者活動状態の評価方法を構成する。また、触覚計測アルゴリズムを改変して、触覚手がかりの触認性と計測量との関係を明らかにする。

研究テーマ: テーマ題目3

### 認知的インタフェースグループ

(Human-Computer Interaction Group)

研究グループ長: 北島 宗雄

(つくば中央第6)

#### 概要:

情報・製品環境における人間の知覚認知行動特性の計測を通じて、人間適合性を高めるための情報・製品環境設計方法の確立をめざす。

平成16年度は、ウェブ認知ウォークスルーの問題点予測法、解決法の評価を行う。語彙データベースに基づくウェブコンテンツの指標化技術のプロトタイプを構築する。また、人間特性に適合した情報関連機器システムを構成する入力系要素として、コンピュータマウスによるポインティングタスク全般について前年度に抽出した特徴の定量化に基いた把持力のインタフェース的価値の体系化・理論化を行うとともに、出力系要素として人間の認知特性を利用した効率的な力覚形状呈示アルゴリズムの開発、対話系要素として視線理解の変化が生じるメカニズムに関する研究を行う。また、鼻内手術用模型システムを用いた場合の研修への効果を検証するための研究を行う。

研究テーマ: テーマ題目2、テーマ題目4

### 高齢者動作支援工学グループ

(Neuromuscular Assistive Technology Group)

研究グループ長: 横井 孝志

(つくば中央第6)

#### 概要:

適正な高齢社会の実現をねらいとして、主に高齢者の動作特性に着目して基盤技術開発と応用技術開発を行う。平成16年度には基盤技術開発として人体適合性評価手法の提案を行い、この技術を公設試や関連中小企業の個人適合性評価技術の向上に繋げる。応用技術開発では、公設試等に対する先端的な機器開発や科学的知見蓄積の規範として、下肢リハビリ訓練機器を開発し実用化・製品化に繋げるとともに、持続的・身体的運動が循環調節機能に及ぼす影響を明らかにすることを目標とする。

平成16年度は、高齢者を含む健康成人の身体機能の計測や製品使用時の動作を計測するための被験者実験を通じて、人間の神経筋機能、循環調節機能、動作機能に着目し、神経生理学、循環生理学、生体力学等の手法を用いて計測・解析を行う。また、これらの実験の内、身体適合性評価手法に関するものについては公設試験研究機関や動作計測関連中小企業等と連携を推

進する。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 福祉機器グループ

(Assistive Device Technology Group)

研究グループ長：永田 可彦

(つくば東、中央第6)

概要：

健康的な生活をおくるための支援技術、機器技術の研究開発を目的として、在宅で利用できる運動訓練装置、高齢者・障害者のための直感的なインタフェース技術などの開発を行う。

平成16年度は、下肢リハビリ訓練機器についてはリハビリテーション現場において実証実験を行い、有効性を確認する。超音波体肢断面計測技術については、小型軽量化した計測システムとして具体化する。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 人工臓器・生体材料グループ

(Artificial Organ and Biomaterial Group)

研究グループ長：山根 隆志

(つくば東、中央第6)

概要：

長期生体適合性を有する体内埋込み人工臓器および生体材料の研究開発を行う。また、長期埋込みのための共通基盤技術として、血液流路としてのデバイス形状および生体材料に関する生体適合性および力学適合性の評価法の研究を行う。

平成16年度は、人工心臓の機構の研究では、一点接触型遠心ポンプについては動物実験を通じて連続使用の可能性について、また、動圧浮上型および磁気浮上型ポンプについては血液駆動に必要な性能を検証する。さらに、血液適合性の研究では、模擬血液の溶血特性の比較により溶血特性評価試験法の確立を、また、詰め込み型チタン材料では新材料も含め血栓付着を低減する最善の表面処理法の確立を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 5

### ニューロバイオニクスグループ

(Neurobionics Group)

研究グループ長：鈴木 慎也

(つくば中央第6)

概要

病気・事故等で損なわれた高次生体機能（感覚・運動・認知・行動等）を補助・代替する技術やこれらの機能の加齢変化に適応するヒューマンインターフェース技術の確立をめざして、その基盤となる神経行動機能特性の解析及び計測・制御技術の研究開発を行う。

平成16年度は、複数神経細胞活動計測については、要素技術を統合し有効性を実証する。また、脳損傷後

の感覚運動機能変容と脳機能再編成との関係に関する動物モデルを確立するとともに、認知記憶と情動記憶における辺縁系-大脳皮質回路の役割に関して行動・神経回路レベルの知見の統合を進める。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 治療支援技術グループ

(Surgical Assist Technology Group)

研究グループ長（兼）：永田 可彦

(つくば東、中央第6)

概要：

治療・診断統合を目指し、MRI 誘導下にロボット技術を応用した内視鏡低侵襲手術の支援・訓練支援システムについて積極的な臨床応用を推進するとともに、次世代極小侵襲技術の基盤技術開拓を目標とする。

平成16年度は、内視鏡の高度化の研究について斜視内視鏡を対象にロボット装着を目指した MR 対応内視鏡の設計・試作を進めるとともに、MRI 対応ロボットの臨床試験に向けたリスク評価を行う。また、MRI 画像と内視鏡画像の座標系を一致させるソフトを開発し、その精度評価を行う。さらに、針刺しセンサの臨床手技での有効性確認を目指し、既存の穿刺針に脱着可能なセンサを試作して、性能と安全性を確認する。

研究テーマ：テーマ題目 4

### 医用計測グループ

(Biomedical Sensing and Imaging Group)

研究グループ長（兼）：山根 隆志

(つくば東)

概要：

生体機能の計測、疾患検査・診断、予防医学などに活用するための技術開発を展開する。

平成16年度は、脳内計測プローブについては、脳虚血・再灌流下における物質・酸素化度変化の同時計測ができる複合脳内計測プローブのプロトタイプの開発、また、熱弾性応力測定法では、人工股関節ステムデザインと骨表面応力分布との力学的適合を明らかにし力学的適合性評価法の開発を目指す。3次元型アルゴリズムについては、ヒト頭頂部を模擬した曲面状のファントムを対象に画像精度の確認とアルゴリズムの妥当性についての検討を進め、3次元拡散強調撮像法、超高速 MRI 技術などの計測法に関する研究を推進する。

研究テーマ：テーマ題目 4

### くらし情報工学グループ

(Living Informatics Group)

研究グループ長：松岡 克典

(関西センター)

概要：

生活者の特性や状態に合わせた生活サポート技術の開発を目指して、日常生活での人の営みによって現れる“くらし情報”を蓄積して生活状態を理解する技術の開発、およびヒトの五感（聴覚、視覚、嗅覚、味覚、体性感覚）のメカニズムを脳磁界計測、脳波計測などの非侵襲的手法によって解明する研究を推進する。

平成16年度は、生活パターンに合せた生活制御を行うために、住宅内の生活行動の長期蓄積情報を用いて、生活者の生活パターンを抽出する技術、日常生活における長期心拍情報の収集によるストレス評価手法の研究、重度難聴者にも知覚される骨導超音波メカニズムの解明と補聴器などへの応用研究、機能的MRIや脳磁界計測などの異なる原理による脳機能解析手段で得られるデータの統合的解析法に関する研究を推進する。

研究テーマ：テーマ項目2、テーマ項目3

-----

**【テーマ題目1】高齢者の感覚知覚特性データの収集と環境評価法の開発に関する研究**

**【研究代表者】** 佐川 賢（感覚知覚グループ）

**【研究担当者】** 佐川 賢、都築 和代、蘆原 郁、  
氏家 弘裕、中村 則雄、関 喜一、  
倉片 憲治、佐古井 智紀、伊藤 納奈、  
佐藤 洋（職員10名、他18名）

**【研究内容】**

高齢者の感覚知覚特性に関する知的基盤の確立と、高齢社会における環境評価設計技術の開発を目指して、人間感覚計測技術の開発、高齢者を含む多数のデータ収集及び環境評価設計技術の開発を行う。収集した高齢者を含む各年代の視覚、聴覚、温熱感覚特性については、データベース化を目指すとともに、JIS及びJISTR（標準情報）やISO/IEC、CIEなどにおける国内標準、国際標準の制定に努める。

平成16年度の成果

1) 高齢者の感覚知覚特性に関する知的基盤の確立：

有効視野については、色差を識別できる視野の範囲を20歳代47名、60歳代24名、70歳代24名の計95名を被験者としてデータを収集し、色差の要因による検出視野の特性を明らかにした。さらに、これまでのデータを集約して、明るさ、文字、視野のデータベースを確立した。また、応用として誘導ブロックの視認性評価に関する研究を開始し、誘導ブロック利用状況に関するSD法のアンケートを99名以上について行った。また、点滅や動的な画像による生体影響についての心理的・生理的影響に関する実験データ収集を行い、安全基準の基準資料を得た。

聴覚に関しては、100ヘルツ以下の低周波の閾値を41名の被験者について計測し、低周波の不快感・許容度特性に係わるデータを分析し、JIS TR化へのデータ整備を進めた。また、これまでの高周波と合わせて全周波数の聴覚特性データを確立し、音響や騒音評価

の活用へ基盤技術を確立した。

高齢者障害者配慮に関する国際標準活動としては、新たに高齢者・障害者配慮設計指針のためのワーキンググループを提案し、ISO/TC159WG2コンビナーとして国際標準活動を積極的に推進するとともに、ガイド71に基づく技術ガイドラインの作成に着手し、技術項目を整理した。昨年度ISOに新規提案した映像の安全性については、収集したデータを基に、ISO国際ワークショップを産総研と日本工業標準調査会の主催で開催し、その合意に基づいたISO文書IWAをとりまとめた。さらに、IEC TC100を中心にパーソナルコンピュータの音質評価法に関する委員会原案(CD)を提案し、国際標準化を進めた。また、ISO COPOLCOに参画し、消費者の要求を反映した規格作成の現状と今後の動向を把握した。

一方、国内の規格化に関する作業として、基本色領域に基づく色彩の組み合わせ法に関する高齢者障害者配慮設計指針JIS原案1件を作成し、加齢による色覚変化を考慮した色の組み合わせ法を提案した。

2) 環境評価設計技術の開発：

人間感覚から見た環境評価の問題を解決するため、視覚、聴覚、温熱感覚を対象に、高齢者・障害者のための安全性・機能性及び快適性に視点を当て、環境評価法の要素技術及び評価機器の開発を行う。具体的には、交通視環境の安全性評価法、低周波騒音の不快感・許容度の評価、睡眠を中心とした温熱環境の快適性の評価法などを開発し、高齢者の生活環境の改善を目指す。さらに、高齢者・障害者のための感覚技術情報提示機器の評価・設計支援技術として、視覚障害者に聴覚情報で障害物を認知させる訓練システムの開発とその評価等、人間の感覚特性に基づいた環境設計手法を確立する。

平成16年度の成果

オプティカルフローにおける視覚情報の面積効果の重要性を明らかにし、道路環境における視覚情報の提示法を開発した。また、睡眠時における温熱環境評価法を開発するために、実験室において気温を変化させた時の睡眠や体温調節反応への影響を検討した。高温では発汗が増加し、直腸温低下が抑制されたために睡眠効率が低下した。低温では寝具使用にも関わらず直腸温は有意に低下したが、3℃～17℃の環境下において睡眠効率は差はなかった。よって、日常生活における睡眠環境設計には高温への効果的な配慮が必要であり、寝具使用による不均一性についての検討課題が示された。

一方、視覚障害者のための音による障害物知覚訓練システムを改定し、より一層訓練に利用できるシステムを開発した。人間の聴覚特性に基づいた環境設計手法については、低周波の被害者によるデータを収集し、低周波騒音の不快感、許容度の評価法の基盤を形成した。

**【分野名】** ライフサイエンス

【キーワード】 感覚知覚、環境評価、国際標準、工業標準、高齢者、障害者、人間工学、知的基盤

【テーマ題目2】 人間生活における認知行動モデル化の研究

【研究代表者】 齋田 真也（行動モデリンググループ）、熊田 孝恒（視覚認知機構グループ）、北島 宗雄（認知的インタフェースグループ）、松岡 克典（暮らし情報工学グループ）

【研究担当者】 齋田 真也、宇津木 明男、高橋 昭彦、熊谷 徹、熊田 孝恒、武田 裕司、渡邊 克己、森川 治、北島 宗雄、竹内 晴彦、佐藤 滋、山下 樹里、松岡 克典、外池 光雄、浜田 隆史、渡邊 洋、岩木 直、梅村 浩之、中川 誠司、吉野 公三  
（職員20名、他26名）

【研究内容】

生活場面における認知行動モデルの構築を通じて社会ニーズに応えることを目標とする。製品環境デザインやインタフェースの評価に関する社会的ニーズに対して、情報獲得から行動実行に至る人間の連続した認知行動プロセスに関わる科学的知見と計測技術を構成的に駆使し、生活場面での認知行動を最適なレベルでモデル化することによって、ユーザに適合した製品および製品環境を実現するために必要な問題解決の道筋を提案する。

生活場面における認知行動モデルの構築を目標に、運転行動を取り上げ、運転時における視覚情報の能動的獲得においては注意機構の知見を取り入れ、実運転およびシミュレーションにおける運転行動DBの構築およびその分析によりデータ駆動型状況依存行動モデルの構築を目指す。また、視覚的注意機構、ウェブからの情報獲得、認知的インタフェースに関連して認知行動的研究を行う。平成16年度の成果

1) ウェブのリンク選択モデルの開発：

大規模ウェブサイトのユーザビリティを訪問者がリンクをたどって欲している情報に到達できるかどうかという観点から評価するための訪問者のリンク選択モデルを開発した。本評価法を数万ページのコンテンツページを持つ情報発信系ウェブサイトに応用し、ユーザビリティに問題のある箇所を同定することができることを確認した。さらに、問題の性質に対応した改善策の有効性を定量的に評価することができることを示した。

2) 視覚的注意制御に関わる記憶メカニズムの解明：

新奇な情報機器操作の習熟や行動の自動化に重要な役割を果たしている視覚的記憶が注意制御に与える影響に関して、心理物理学的研究および心理生理学的研

究を行った。その結果、1)過去の視覚的注意制御の記憶痕跡が後の注意制御に有効に働くこと、2)視覚場面の繰り返しによる学習が2つの独立した記憶（空間記憶、形状記憶）によって成立しており、注意制御においてそれらが選択的に利用可能であること、3)視覚情報の検索と記憶情報の検索が共通した脳内ネットワークで実現されていることなどが明らかになった。

3) 交差点停止行動のモデル化：

バイジャンネットワークなどの確率的モデル化手法を用いて交差点での停止行動のモデル化を行い、操作状態の推移と終端状態の条件から行動予測を行う手法を開発して、速度予測誤差が最大で±2.5km/h程度になり、従来手法に比べて推定精度を50%向上させた。また、追従行動についても、動的バイジャンネットワークモデル化手法を用いて先行車両への追従意図状態の遷移を推定する方法を開発した。

4) 階層メニューの新しい評価法の提案：

階層メニューの評価・改善法を提案し、カーナビにおける目的地設定を対象として、その妥当性を検証した。提案した手法は2段階からなる。第1段階では、評価対象の階層メニューがどのようなコンテキストのなかで利用されるのかをインタビューにより調査した。これにより、ユーザが目的地設定を行う際にとる手段、利用する知識、経験および外部情報、生じる問題点、その回避法を明らかにした。そして、ユーザが目的地設定についてメニューを介して行う際にうまく行えない状況を明らかにした。第2段階では、問題の起こりそうなメニューを対象として数百人規模の質問紙調査を実施し、メニュー文言に関するユーザの知識を明らかにした。その結果に基づいてユーザのメニュー選択傾向を予測し改善案を策定した。本提案手法によるメニュー項目選択予測がユーザテスト結果と一致したことから、改善案が妥当であることが示された。

5) 脳波による注意計測技術の開発：

実作業場面でも計測可能な脳波および眼球運動に着目し、眼球停留関連電位を主たる指標とした注意状態評価技術を開発した。主に、自動車運転場面における運転者状態評価実験において信頼性・妥当性の検証を行い、その有効性が示された。また、本手法の普及を目的とした計測・解析のための汎用ソフトウェアを開発した。

6) 住宅内生活行動の理解技術：

住宅内に設置された複数のセンサ情報から、住宅内の日常生活の状態遷移を自動抽出して、生活異変をリアルタイムに検知する技術を開発した。センサ情報から生活の普段度を評価することにより、生活異変の自動検知を可能にした。実用性を考慮して、センサの種類・設置位置、間取り、家族構成因数などの事前情報なしに適用できるようにした。9ヶ月間の実際の生活情報に対して本手法を適用し、75件の生活異変を自動

検知でき、生活者の申告と良く一致することを検証した。

#### 7) ウェアラブルセンシング技術：

脈拍数と皮膚電気コンダクタンス（GSR）を用いて、日常生活・作業の中でヒヤリ・ハット状態を検知するウェアラブルセンシング技術を開発した。実験室実験において、検知度100%、特異度87%を得た。実生活場面としての自動車運転場面では、検知度83%、特異度99%を得た。2社との秘密保持契約を結び、詳細技術情報の提供を行い、実用化への展開を進めている。

#### 8) ユーザビリティに関する研究：

高齢者の駅利用に関するユーザビリティを評価するために、高齢者の認知機能の加齢状態を計測する手法を開発し、その方法によって高齢者の属性を分類した上で、駅での行動計測実験を行った。その結果、駅での行動と加齢特性の間に顕著な相関が認められた。また、加齢による変化が生じる認知特性に対応したユーザビリティ対策の必要性を明らかにした。

また、これまでに収集した高齢者1000人の家電製品などを対象としたユーザビリティの評価データベースを構成した。これをもとに製品の使いやすさを相対的に評価できる指標を作成した。さらに、高齢者の居住地域や性別、年齢等との相関関係を分析した結果、調査した範囲ではあるが、居住地域等によらない安定した特徴を見いだした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】認知行動、注意機構、人間特性、視覚情報、視行動、情報検索、情報獲得

#### 【テーマ題目3】福祉機器開発技術に関する研究

【研究代表者】横井 孝志（高齢者動作支援工学グループ）、鈴木 慎也（ニューロバイオニクスグループ）、小木 元（身体・生態適合性評価技術グループ）、永田 可彦（福祉機器グループ）

【研究担当者】永田 可彦、児玉 廣之、本間 敬子、福田 修、横井 孝志、菅原 順、稗田 一郎、金子 文成、小峰 秀彦、鈴木 慎也、瀧田 正寿、小木 元、篠原 正美、大塚 裕光、横山 一也、吉野 公三、中川 誠司  
（職員17名、他17名）

#### 【研究内容】

高齢者の自立支援を目的として、身体機能の代替・補助技術および機能訓練技術に関する研究開発を中心に行う。得られた技術シーズの産業応用を常に念頭に置き、企業との共同研究などに積極的に取り組み、技術の洗練化・高信頼性の実現を図る。

姿勢や動作に関係した人体適合性の評価では、主に動

作計測や仮想人間が利用される。特に仮想人間は、関節可動域や身体部位の寸法を対象者に合わせて設定できるため、仮想人間を福祉機器の設計や評価に利用すれば、実際に障害者や高齢者を用いた実験的評価や試行錯誤を大幅に減らしながら、個人適合性の高い福祉機器を実現できる。これらの手法は福祉機器開発業界にも浸透しつつあるが、動作解析技術や仮想人間動作生成技術が確立されていないため、機器開発の現場で有効活用されていないのが現状である。このような背景から、基盤研究開発では動作解析技術、仮想人間用動作DB等に基づいて、機器開発の現場で利用可能な人体適合性評価手法を提案し、普及する。

我が国のリハビリテーション機器・福祉機器開発業界に対して、人間特性に係る科学的知見を重視した機器開発のあるべき姿や方向性を示すには、当部門自らが先端的手法や最新情報を駆使して、現場に対応した機器の開発を推進する必要がある。このため応用研究開発では、現場のニーズ、身体機能に関する最新知見、メカトロニクス技術等にもとづいて下肢リハビリ訓練機器、骨導超音波補聴器等を開発し、実用化・製品化に繋げる。

平成16年度成果

#### 1) 神経-筋機能可塑性の解明と寝たきり予防訓練装置の開発：

神経-筋機能可塑性を解明し低強度での機能訓練のための必要条件を明らかにするとともに、この知見に基づいて低負荷神経-筋機能訓練装置（寝たきり予防訓練装置）のプロトタイプを試作し評価を行った。1週間程度の筋不活動では主に神経要因によって筋力が低下すること、この間に最大収縮力の20%程度の低強度負荷で力の発揮や調節の訓練を行うと、筋力や力調節能力は維持されることが明らかになった。

#### 2) 加齢に伴う循環調節機能、血液凝固因子活性の変化と運動による影響：

中高齢者の健康の維持増進をねらいとした運動処方構築のための基礎知見を得るため、加齢と循環調節機能や血液凝固活性との関係および運動の影響を明らかにした。週3回、4ヶ月程度の持続的運動によって身体を中心動脈は柔らかくなり、また血液は固まりにくくなった。

#### 3) 生活空間評価のための行動モデル化と行動評価技術：

動作計測技術を基にして、高齢者にも適合した生活製品・設備機器評価技術を開発するために、生活行動・動作生成技術の開発を行った。この技術をもとに、企業と共同で動作解析用ソフトを開発した。また、コンピュータマネキンの動作生成に利用可能な、基本生活動作約200種類のデータベースを作成した。

#### 4) 下肢リハビリ訓練機器：

運動平衡保持課題を用いて、筋感覚や関節感覚等の体性感覚の特性を明らかにする実験を実施し、下肢の

筋出力知覚に比べ関節運動知覚の感度が訓練によって顕著に向上することを明らかにした。この結果をもとに、運動平衡保持課題を評価・訓練用にプログラム化するとともに、これを下肢リハビリ訓練システムに組み込んだ。さらに、リハビリテーションの現場において、このシステムの使いやすさや有効性を評価する実証実験を開始した。

#### 5) 超音波体肢断面計測技術:

従来にない小型・軽量で安価な計測システムとして実用化するとともに、このシステムをベースとしてベンチャー企業を設立した。

#### 6) 骨導超音波補聴器の開発:

重度難聴者および聴覚健常者を対象として、骨導超音波補聴器による音声聴取特性を聴覚心理学的手法、神経生理学的手法、コンピュータシミュレーションなどによって検討し、骨導超音波知覚に特有な聴覚特性や異聴傾向などを明らかにした。この知見に加え、サイズの小型化、音声信号処理機能の高度化も考慮しながら、携帯型骨導超音波補聴器を改良試作した。重度難聴者を対象とした聴取テストの結果、従来型試作器からの大幅な性能向上が認められた。

#### 7) 神経行動機能補助代替技術:

神経細胞活動電位を神経細胞毎に分離することでより、多くの情報量を取り出せることを実証した。脳損傷領域周辺における神経細胞応答性の増大による脳機能再編成の動物モデルを確立した。前頭前野-海馬-扁桃体間の連絡が認知記憶と情動記憶の相互作用に関わることを行動レベルで定量評価し、その回路間相互作用の電気生理的解析を進めた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】高齢者、機能訓練、インタフェース、生体信号、ユーザビリティ、リハビリ訓練

### 【テーマ題目4】医用計測・治療支援機器技術に関する研究

【研究代表者】永田 可彦（治療支援技術グループ）、山根 隆志（医用計測グループ）

【研究担当者】永田 可彦、山内 康司、小関 義彦、鷺尾 利克、葭仲 潔、山根 隆志、中谷 徹、兵藤 行志、谷川 ゆかり、有本 英伸、新田 尚彦、山下 樹里（職員12名、他9名）

#### 【研究内容】

「高齢化社会における安心・安全で質の高い生活」（国家産業技術戦略 H12.4）を達成するために不可欠な「手術に伴う患者の精神的・身体的負担の軽減を目的とした低侵襲の治療支援機器の開発」「治療に必要な診断用情報の計測および提示技術、高精度検査診断や予防医学などに活用するための医用計測技術の開発」を行うことを目的とする。

平成16年度成果

#### 1) MR 対応手術支援技術:

鏡筒材料に洋銀を用いた斜視内視鏡を試作し、MRI 対応性や強度など臨床試験に供するために必要な仕様を満たすことを確認した。MRI 画像と内視鏡画像を一致させ三次元表示するソフトウェアを完成させ、操作速度など十分であることを確認した。また MRI 対応ロボットの駆動指示機能を付加し、MR 内で画像を乱すことなく生検針を高精度位置決めすることを特徴とする MR 対応手術マニピュレータを開発した。

#### 2) MRI 対応リスク評価技術:

JIS T14971を臨床研究目的に独自拡張したリスク評価を行った。さらに、製作した MR 対応生検針ホルダ精密位置決めロボットを米国臨床機関に持ち込み、前立腺治療に使用する臨床試験開始について、先方機関及び産総研の倫理委員会の承認がとれた。また、MRI 対応性の一要件である電磁干渉に関しては、その発生の可能性を調べる簡易法を考案した。さらに、MRI 対応に関する各国指針類の現状調査を行い整理した。

#### 3) 針刺しセンサ:

麻酔科医の穿刺手技の解析を行い、熟練医は運針の際に膜貫通の手ごたえを有効に用いていることを明らかにした。また、針刺しセンサの出力を熟練医の主観的な穿刺の知覚と比較する動物実験を行い、両者が一致すること、センサのほうが熟練医よりも高い感度を有することを確認した。既存の針に着脱できるセンサを試作した。臨床での使いやすさの観点から改良する必要があることが判明した。

#### 4) 内視鏡手術トレーニングシステム:

医学部学生・若手医師を被験者として鼻腔模型システムを用いた手術実験と、指導医へのアンケート調査を実施し、手技研修の結果が即フィードバック可能である点など、献体以上の研修効果も認められた。また、内視鏡画像の安定性を評価する客観指標のひとつを内視鏡画像にわかりやすく重畳表示するインタフェース技術を開発した。

#### 5) 術中診断用 MRI 技術:

3次元拡散係数を強調する MRI 手法を開発し、動物実験（疾患の検出、脳機能の計測）を行って有用性を示した。2次元撮像時間33ms を可能にする超高速 MRI 手法を提案し、術中診断への実用化を目指して、装置の試作を開始した。MRI の高感度化を目的に超偏極 MRI 技術（元素 $^{129}\text{Xe}$ ）の開発を進め、動物実験（肺機能や血流の画像化）を行い、偏極率5%程度を達成した。

#### 6) 複合脳内計測プローブ:

ラットを用いた脳虚血・再灌流実験を行い、フリーラジカルと酸素化度の検出を実証した。また、4機種

の人工股関節システムについて骨表面応力の可視化測定を実施し、応力分散に効果的なステムデザインを明らかにした。

#### 7) 3次元型アルゴリズム :

従来の光イメージングアルゴリズムが3次元の測定対象に対し2次元の情報のみを利用したのに対し、3次元型アルゴリズムは3次元の位置情報を用いる事により、精度の向上が見込まれる。このアルゴリズムをファントム試験により検証し、実際にヒト下肢および頭部測定を行い、再構成画像を作成、解剖図、MR 画像等と比較し、アルゴリズムの妥当性・ロバスト性を確認した。

#### 8) 光学的血糖値センサ :

非侵襲測定を目的としたデータ解析手法を新規に開発し、皮膚表層の構造的・生理的要因による血糖値の測定誤差を低減し、企業の血糖値センサの製品化および臨床研究に貢献した。また、生体中の光伝播の理論解析や実測スペクトル処理に必要な生体温度を近赤外分光法に基づいて計測する手法を考案し、0.1度程度の精度で計測する実験に成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体可視化技術、MRI 対応技術、画像誘導、手術訓練、ロボット

#### 【テーマ題目5】 生体機能代替システムに関する研究

【研究代表者】 山根 隆志 (人工臓器・生体材料グループ)

【研究担当者】 山根 隆志、野中 勝信、白崎 芳夫、林 和彦、西田 正浩、丸山 修、伊藤 敦夫、小沼 一雄、十河 友、岡崎 義光 (職員10名、他10名)

#### 【研究内容】

品質管理に優れ、長期耐久性を有する人工物を用いた生体機能代替システムの実現をめざした研究を行う。心不全患者のために、3ヶ月以上動物実験で連続使用可能な遠心型人工心臓の研究開発を行い、生体材料の比較評価も行う。遠心式人工心臓の承認申請に必要な生体適合期間は3か月であるので、これを超えることを目標と設定している。

平成16年度成果

#### 1) 遠心式人工心臓 :

独自のモノピポット式遠心ポンプを外付けした動物実験を臨床機関と協力して実施し、最長5週間生理学的状態も良く血液ポンプの抗血栓性を確認できた。これを企業で補助循環ポンプとして製品化中であり、当所はポンプの数値流体解析・可視化実験および新材料のピポット摩耗試験を担当し、企業の量産設計に反映させた。一方、5年以上の寿命をめざす動圧浮上式遠心ポンプに関しては、軸受機構の抗血栓性向上について素材の面から検討した。

#### 2) 血液適合性の研究 :

動物血及び模擬血を用いて溶血試験結果に影響する材料表面粗さに関する基準を定量化した。チタン材料に DLC および窒化チタンのコーティングを施すことで、内皮細胞と同じオーダーまで抗血栓性が向上することを動物血で検証した。

#### 3) 血液適合性材料 :

血液適合性材料としては、アパタイト (骨成分) およびラミニン (蛋白) で表面処理を施したチタン合金についてレオメータによる抗血栓性評価を行い内皮細胞匹敵の成績を得た。

#### 4) インプラント材料の創製・評価 :

骨粗鬆症などにきく薬剤徐放性人工骨材料について NIH グラントを取得し、徐放元素の検討と制御、アパタイト複合体の作製最適化を行い、また、ステンレス材料等に関する工業標準作業にデータを提供し、JIS 制定・改訂に貢献した。

#### 5) 新規人工骨材用の開発 :

炭酸アパタイトにフッ化ナトリウム水溶液を固液比 2-3で混合して練和物とし、密閉容器内室温~80度で24時間放置して湿式反応させた後、高温の炭酸ガス雰囲気下で加熱して完全に反応させ、フッ素含有炭酸アパタイト (CFAP) の合成を試みた。練和時の固液比、温度、焼成時の炭酸ガス量の最適化を行い、フッ素ガス検知、未反応物検査を行って、加えたフッ素とナトリウムがそれぞれリン酸サイトとカルシウムサイトに100%固溶するようにした。この方法は、遊離フッ素イオンがほとんど生じない CFAP 合成法であった。これらの合成条件を基にして、F 含有 CFAP の大量合成が可能となった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体機能代替、人工心臓、生体材料、模擬血液、生体適合性

#### ⑦【脳神経情報研究部門】

(Neuroscience Research Institute)

(存続期間 : 2001. 4. 1~)

研究ユニット長 : 岡本 治正

副研究部門長 : 国分 友邦、栗田 多喜夫

総括研究員 : 山根 茂、国分 友邦 (兼務)  
栗田多喜夫 (兼務)

所在地 : つくば中央第2、第6、第4、北、

人員 : 60 (58) 名

経費 : 619, 234千円 (487, 014千円)

#### 概要 :

脳研究は、科学的に大きな価値を持つばかりでなく、社会的、経済的にも大きな成果が期待されている。人

間のあらゆる行動の基礎となっている脳の機能と機構を解明することで人間の根本的な理解が可能となり、それに基づいて新しい産業技術基盤が確立されると期待されている。フロンティア創造型の科学技術立国を目指すわが国においては、国として積極的に推進すべき重要課題である。先進各国でも脳研究を国として支援している。この分野は学問的に極めて若い分野であり、未成熟の技術的要素も多いが、今後は急速な研究の進展が予想される。

本部門では、脳の構造と機能を理解するとともに、それに基づいて、安心・安全で質の高い生活を実現するための技術基盤の確立を目指す本格研究を展開することにより、関連産業の振興に資することをミッションとする。すなわち、脳の物質的な構造と仕組みの理解からは、脳神経系のイメージング技術の開発や疾患診断・治療技術の開発等によりバイオ産業や医療福祉産業の振興に、また、脳における情報表現と情報処理の理解からは、人間と相性のいい脳型の情報処理技術の開発等により情報関連産業の振興に貢献する。

本部門の研究分野は、対象とする脳の特殊性・複雑性から他の科学分野に比べ未だ萌芽の段階にあるため、21世紀に残されたフロンティアサイエンス研究の重要な分野の一つとされており、その推進のためには、いわゆる第1種、第2種いずれの基礎研究においても、異分野の融合がキープポイントとなっている。そこで本部門では、ミッションの達成にあたり、既存の専門分野にとらわれず研究に取り組む若手の研究者の育成を図ると共に、グループ、ユニットの枠組みをこえた内外の先端的な研究者との積極的な交流を推進する。また、国際的な学術雑誌等における成果発信はもとより、インターネット等を利用した情報発信や民間企業との共同研究等を通じた社会への貢献を図る。

本部門は、脳の構造と機能を DNA、タンパク等の分子のレベルから、認知行動やコミュニケーション等脳の高次機能に至るまで、それぞれのレベルでハード面からの生命科学的アプローチと、ソフト面からの情報科学的アプローチを組み合わせた研究を展開し、それに基づく技術基盤の確立を目指している。

そのため、先ず以下の4つの重点研究課題を設定した。

- ① 脳神経細胞・遺伝子の機能解析とその利用  
神経細胞の発生・再生、回路網形成、機能発現に関わる遺伝子群の解明と利用を目指す。
- ② 高次認知行動機能の研究  
知覚・認知・行動機能の総合的理解、その脳内機構の解明を目指す。
- ③ 脳における情報処理機構の解明（生理学的アプローチ）  
コンピュータには備わっておらず脳に特異的に存在する情報処理機構の解明を目指す。

④ 脳情報工学に関する研究

脳を参考にした、様々な場面で共通に利用できる情報処理方式の開発を目指す。

外部資金：

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「脳内分散情報の視床による注意統合機構」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「道具使用の脳内表現」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「小脳における運動学習の計算機構の解明に関する研究」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）「逆行性神経情報伝達機構の分子生物学的研究」

文部科学省 科学技術振興調整費 重点課題解決型研究「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」

文部科学省 主要5分野 「「試行を通じた学習」の脳内機構の解明とその応用に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金 「自然界の適応淘汰に学ぶ比較蛋白質設計」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金 「イオンチャネル疾患の診断、治療のためのペプチドの探索と高機能化技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 「電子線を用いた単粒子構造解析法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「ヒトの主観的味覚特性と味覚中枢の活動との相関に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「創薬標的蛋白質を特定するための、病原菌およびヒトの代謝比較研究調査」

文部科学省 科学研究費補助金 「ランダムウォークと幾何学に基づく学習・最適化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「幼児の発達過程に学ぶヒューマノイドロボットのモータースキル学習」

文部科学省 科学研究費補助金 「非侵襲的脳機能画像法からみた顔と人名の連合学習機構に関する認知神経科学的研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「リハビリテーションによる脳機能回復にともなう神経回路再構成プロセスの解明」

文部科学省 科学研究費補助金 「嗜好の順位付け応答に基づく協調フィルタリング」

文部科学省 科学研究費補助金 「単離脳標本を用いた扁桃体-海馬システム間の相互作用に関する生理学及び解剖学的研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「電子顕微鏡画像からの単粒子解析法による自動蛋白質三次元構造解析システムの開発」

文部科学省 科学研究費補助金 「組み合せ構造を持つ確率モデル構築のための学習理論」

文部科学省 科学研究費補助金 「場所細胞による移動ロボットのナビゲーションの研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「日本手話発話中の話者の顔表情に表れる言語情報の画像認識とその手話認識への応用」

文部科学省 科学研究費補助金 「作用記憶におけるチャンキングの脳活動に関する fMRI/EEG 研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「分子病態の解明と治療を目的としたディスフェルリン結合タンパク質に関する研究」

国立大学法人京都大学 「「試行を通じた学習」の脳内機構の解明とその応用に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 「FFRP 立体構造の決定・解析および古細菌 FFRP の分子識別機能の解析」

独立行政法人科学技術振興機構 「神経成長関連タンパク遺伝子発現の insituhybridization」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラム/生体高分子立体構造情報解析/蛋白質の構造・機能解析技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 「Na<sup>+</sup>チャネル開閉機構の電子顕微鏡による解析」

独立行政法人科学技術振興機構 「高次視覚機能獲得過

程に関する行動実験と単一細胞活動記録」

独立行政法人科学技術振興機構 「知的学習の成立に関する海馬の脳イメージング研究」

独立行政法人科学技術振興機構 「神経伝達物質受容体制御の分子機構」

独立行政法人科学技術振興機構 「成長円錐の運動解析による神経細胞形成へのアプローチ」

環境省地球環境保全等試験研究費（公害）「臭気環境目標の設定に必要な臭気に係る量反応関係に関する研究」

内部資金：

内部グラント（継続） ライフサイエンス 「マルチニューロンスパイク信号を用いた小脳型運動学習制御に関する研究」

内部グラント（継続） ライフサイエンス 「高次脳機能を実現する神経回路形成の仕組みに関する研究」

内部グラント（新規） 情報通信 「TRP チャンネルを用いた単粒子解析法によるタンパク質構造決定法の開発」

分野戦略実現のための予算 「神経ネットワークの構造と機能に基づく新たな情報処理技術の開発」

発 表：誌上発表146件、口頭発表162件、その他12件

#### 脳遺伝子研究グループ

(Molecular Neurobiology Group)

研究グループ長：亀山 仁彦

(つくば中央第6)

概 要：

脳神経系の形成及び機能発現のメカニズムについて、ラット、マウス、カエル、ホヤ、線虫など様々な実験動物の特質を利用して、分子・細胞レベルで理解することを目的としている。特にキー遺伝子群の発現制御ネットワークについて、統合的な理解を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 脳機能調節因子研究グループ

(Molecular Neurophysiology Group)

研究グループ長：久保 泰

(つくば中央第6)

概 要：

脳の機能は、受容体やイオンチャネルなどを介した神経細胞間の情報伝達とそれらの活動の精密な調節・

連携により発揮され、生命活動の基本である恒常性維持から学習や記憶といった高次の神経機能まで多様である。当研究グループでは、遺伝子・生物学を駆使して神経機能調節にかかわるタンパク質の構造・機能および活動調節機構を分子・細胞レベルで明らかにし、新しい治療・診断薬や生体素材を開発することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 1

**DNA 情報科学研究グループ**  
(Information Biology Group)

研究グループ長：鈴木 理

(つくば中央第6)

概 要：

脳に見られる高度な細胞ネットワークの起源は単細胞生物に備わる環境適応能力にある。両者はともに細胞内の遺伝子ネットワークを介した遺伝子制御による細胞の自己改変の結果、達成されている。当研究グループはマイクロソムの分子情報科学的、構造生物学的、あるいはゲノム生物学的な解明により、マクロソムを組織する原理とその起源を理解する事を目標とした。

細胞間コミュニケーションに注目し、これを単細胞生物から多細胞生物へと進化した転写調節制御の観点から研究した結果、古細菌、真正細菌の転写制御系全体像に関し多数の新知見を得るとともに、単細胞真核生物（原始紅藻）の核、オルガネラの環境適応機構、転写制御機構を解析した。さらに、多細胞化を可能にする真核生物の転写制御機構の解明をめざして、多細胞真核生物をはじめとする生物種の代謝機構とその転写調節の比較研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 1

**構造生理研究グループ**  
(Structure Physiology Group)

研究グループ長：佐藤 主税

(つくば中央第6)

概 要：

神経細胞の構造と機能の制御機構を、生物物理学的手法を用い分子レベルで研究している。最近、液体 He 電子顕微鏡と画像処理技術を用いたチャンネル蛋白質の単粒子構造解析法で、電圧感受性 Na チャンネル・IP3受容体チャンネルの3次元構造を世界で始めて決定した。さらに、痛みに特化したチャンネルである P2X2チャンネル、発生等に重要な TRP チャンネルの大まかな構造を捉えることにも、負染色法を用いて成功している。また、脳  $\gamma$ -secretase は一回膜貫通型タンパク質を細胞膜内で切断する酵素であり、部分的に疎水的な配列を含むペプチド断片を細胞外に放出する。これらの切断産物には beta-アミロイドも含まれる。これはアルツハイマー症の原因と考えられて

いる脳血管中の蓄積物の主成分である。この  $\gamma$ -secretase の負染色電顕像からの低分解能での3次元構造の決定に、東大の岩坪・富田・浜窪等との共同研究により成功した。本研究により痴呆症に対する創薬に役立てたい。負染色法では、到達分解能は限られており、クライオ画像から詳細な超分子複合体構造に迫ることが今後の焦点となる。

研究テーマ：テーマ題目 1

**感覚認知科学研究グループ**  
(Human Perception and Cognition Group)

研究グループ長：斉藤 幸子

(つくば中央第6)

概 要：

当グループでは、部門のポリシーステートメントに書かれた、脳の機能を理解しそれに基づく基盤技術の確立を目的として、脳における情報処理の理解に関する研究を行う。研究対象は人間の感覚・認知機能に関するもので、人の主観的味覚特性と脳活動の相関の解明、味嗅覚の心理物理学的研究、臭気の順応機構に関する研究、運動一次野の機能、色知覚の心理物理的特性等に関するいくつかの知見について明らかにすることを目標とする。研究手法は MEG、EEG、fMRI などの非侵襲計測法と心理物理学計測法などを用いて人間の感覚・認知機能の総合的理解を目指す。また、既に得られたあるいは追加されるデータで産総研ホームページに公開することが有用と考えられるものをデータベースとして構築して情報発信を行う。また、これまでに開発した新規技術に基づいて医療機関や企業との共同研究を行い、実用化によって新規技術を広めるとともに医療福祉産業の振興に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目 2

**認知行動科学研究グループ**  
(Cognitive and Behavioral Sciences Group)

研究グループ長：杉田 陽一

(つくば中央第2)

概 要：

行動科学・神経生理学・計算論的脳科学など多様な方法を用いて、表情など複雑な視覚刺激の認識、音声認識、異種感覚間相互作用、選択的注意、記憶と学習などの高次脳機能の学際研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

**システム脳科学研究グループ**  
(Systems Neuroscience Group)

研究グループ長：山根 茂

(つくば中央第2)

概 要：

高次脳機能の神経科学的研究を行い、脳をシステム

として理解すること及びその利用を目的にしている。眼球運動の制御、運動学習の神経機構、脳機能回復の分子機構、意欲の神経機構、脳における時間表現、道具使用の脳内表現、視覚情報の処理機構、注意統合機構の解明、脳内意思を読み取る研究等を通して高次脳機能における情報表現と情報処理の理解を進める。また、得られた知見を利用するための応用研究として、人工小脳や人工連想記憶中枢の実現、Brain Machine Interface (BMI) の基盤技術開発などに取り組む。さらに、非侵襲運動計測システムの開発、脳画像データベース作成を通して技術普及を図る。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 情報数理研究グループ

(Mathematical Neuroinformatics Group)

研究グループ長：赤穂昭太郎

(つくば中央第2)

概要：

脳の神経回路は従来の情報処理技術では不可能な柔軟で複雑な情報処理を行っている。当研究グループでは、脳の情報表現や学習・適応のアルゴリズムがどうなっているか、なぜ神経回路のような構造が情報処理をする上で有用なのか、といった問題を通じて、脳の計算原理を数理的に理解することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 4

### 脳情報工学研究グループ

(Neuroengineering Group)

研究グループ長：梅山 伸二

(つくば中央第2)

概要：

視覚情報処理から適応、学習に至るまで、脳における柔軟な情報処理が、その神経回路網の上で、どのような原理に基づき、またどのような情報表現、アルゴリズムを用いて実現されているかが次第に明らかになりつつある。本研究グループは、そのような脳の情報処理メカニズムや原理を利用することにより、柔軟で頑健な情報処理システムを構築し、従来の情報処理では困難であったような課題に対して、解決を与えることを目標としている。

研究テーマ：テーマ題目 4

### 脳細胞制御研究グループ

(Cell Regulation Group)

研究グループ長：今村 亨

(つくば中央第6)

概要：

脳の機能は、神経外胚葉や中胚葉由来の多種の細胞の精密な調節・連携により発揮され、生命活動の基本である恒常性維持から学習や記憶といった高次の神経

機能まで多様である。当研究グループでは、これら多種の細胞の増殖・分化・機能を制御し幅広い生命現象に関与する細胞増殖因子について、その生理機能、機能的関連分子群、及び情報伝達系を理解することを目的としている。また知見を応用に結びつけることを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 1

### [テーマ題目 1] 脳神経細胞・遺伝子の機能解析とその利用

[研究担当グループ] 脳遺伝子研究グループ、脳機能調節因子研究グループ、DNA 情報科学研究グループ、構造生理研究グループ、脳細胞制御研究グループ

[研究担当者] 国分 友邦、久保 泰、鈴木 理、佐藤 主税他

### [研究内容]

- 1) ツメガエル胚後脳の発生を支配する Krox20 遺伝子の転写制御が、同遺伝子プロモーター配列上における SRF および CREB のシグナリングの統合によりなされることを発見。神経冠幹細胞を GFP の発現により特異的に標識したトランスジェニックマウスを作成、同幹細胞を単離するための細胞分取装置の開発を企業と共同で開始。筋ジストロフィーの原因遺伝子産物デイスフェルリンに結合するタンパク質としてアフィキシンを同定、ある種の筋疾患の患者骨格筋においてデイスフェルリンとアフィキシンは同じ挙動を示すことが判明。
- 2) Ca 濃度変化により神経細胞の活動をモニターする改良型 CAMELEON 型遺伝子を線虫神経系に導入し、線虫の嗅覚神経回路の形成と興奮性制御に関わる遺伝子産物のスクリーニングを開始した。光学イメージング手法と電気生理学的手法を組み合わせることにより嗅索刺激により惹起される神経活動の多点計測と細胞内記録を扁桃体周囲皮質および海馬傍回皮質において行い、情報の流れの中での単一神経細胞の挙動を解析した。
- 3) 生理活性ペプチドを多種の動物より探索し、Ach 受容体の機能修飾活性のあるペプチド及び抗菌活性のあるペプチドを新規に複数発見。クモ毒腺に存在する生理活性ペプチドの網羅的提示のための技術を開発し、数十に及ぶ新規ペプチドの存在を確認。代謝型グルタミン酸受容体のアゴニストの一つが、 $\delta$ -カテニンと PSD-95 の解離と突起伸展に関連すること、その時  $\delta$ -カテニンのチロシンのリン酸化が促進されることを示す。シナプス構成タンパク Homer1-c のシナプスにおける役割を可視化トランスジェニックマウスで解析。
- 4) 高解像度のアポディゼーション位相差対物レンズを開発し、画像データの取得を開始した。この対物レン

ズは企業が市販する予定。

- 5) IP3レセプターについて、Neural Network による粒子画像の自動拾い上げアルゴリズムを用いて単粒子構造解析を行い、Ca 非存在下、close 状態の3次元構造を15Åで解析。IP3レセプターは Ca 濃度に依存して、チャンネルの透過性を変化させるが実際、Ca 濃度1mM の状態で IP3レセプターの構造解析を行った結果、予想以上の大幅な構造変化が生じていることを確認。また、自動拾い上げ用の学習データの収集を自動化するため Simulated Annealing を用いた自己集積化法を開発した。
- 6) 近赤外光を用いた無侵襲脳機能計測技術の原理的検証のための装置構築を進め、シミュレーションにより S/N 改善効果を評価した。
- 7) 古細菌、真正細菌の転写制御系全体像に関し多数の新知見を得た。また、単細胞真核生物（原始紅藻）の核、オルガネラの環境適応機構、転写制御機構を解析。さらに、多細胞化を可能にする真核生物の転写制御機構の解明をめざして、多細胞真核生物をはじめとする生物種の代謝機構とその転写調節の比較研究を開始した。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 神経冠幹細胞、光学イメージング、cDNA ライブラリー、単粒子解析

## 【テーマ題目2】 高次認知行動機能の研究

【研究担当グループ】 感覚認知科学研究グループ、認知行動科学研究グループ

【研究担当者】 齊藤 幸子、杉田 陽一 他

### 【研究内容】

- (1)-1. 記憶の脳内機構に関するイメージング研究は順調に成果を挙げ続け、国際誌への発表も続いている。特に、「顔」あるいは「人物像」など高度に抽象化された事象の記憶における側頭葉先端部の役割、および、記憶の再体制化における海馬の役割など、国際的にも注目を集める研究が行われている。
- (1)-2. 「色彩」や「動き」の知覚にも臨界期が存在し、この期間までに適切な刺激が与えられないと、重篤な視覚障害が現れることを明らかにした。
- (1)-3. 相貌失認の症例研究や fMRI と PET によるイメージング研究から、「顔」は他の視覚刺激とは異なった神経経路で処理されていると考えられてきた。ところが、同じ範疇に属する極めて類似性が高い物体を弁別するとき、「顔」を処理する神経経路が強く活動していることを明らかにした。
- (1)-4. 大脳皮質において、感覚情報は逐次的に処理されると考えられてきた。2点同時記録法によって、複数の視覚領野から同時に単一細胞活動を記録すると、下位の領野から上位の領野へと信号を送る（フィードフォワード）だけでなく、上位の領野からの信号も同

じように下位の領野に送られている（フィードバック）らしいこと、さらに、フィードフォワードとフィードバックの強さが時々刻々と変化しているらしいことを突き止めた。

### (2)-1. 人の主観的味覚特性と脳活動の相関の解明

熊本大学医学部と共同で、fMRI による一次味覚野の活動の計測に成功し、Chemical Senses に論文を提出した。日本大学医学部と共同で舌上の味覚情報伝達が両側性であることを見出し論文を提出した。企業と共同で苦味による一次味覚野の活動を計測し Chemical Senses に論文を発表した。

### (2)-2. 味覚の心理物理学的研究

スティック形嗅覚検査法の実用化をめざし、複数の大学医学部および日本鼻科学会委員会と、健常者および嗅覚障害者の嗅覚同定能力の測定を行った。共著論文4報（Chemical Senses 等）を発表した。

### (2)-3. 臭気の順応機構に関する研究

臭気環境評価技術の高度化を目指して、複数大学等機関と共同で、嗅覚機構に関する細胞レベル-嗅球レベル-脳応答-認知過程の基礎研究を行った。当グループは嗅覚順応過程における認知機構の研究を担当し、悪臭指定物質の快不快や質が認知的要因によって影響されること、しかし、馴染みのないにおいては認知要因の影響は学習要因よりも小さいことを見出した（論文発表）。また、認知的要因と脳活動の関係について検討した。

### (2)-4. 一次運動野の機能の解明

運動の開始条件が一次運動野の活動にどのように影響しているかを解明するため、自動賦活の発現機構と皮質脊髄路の活動性との関係について検討した。

### (2)-5. 色見えの心理的知覚特性の解明

色知覚特性の定量化に際し、特定の認知要因を考慮する必要性から、色同定に関与する認知尺度（典型性）を指標とする心理実験を実施した。その結果、試行数のべ5万回弱に及ぶデータに基づき、カテゴリカル色知覚特性の定量化に成功した。

### (2)-6. 高速気体変化装置の実用化

PPM の気体分子の変化をとらえることができるように高精度化を目指し、この実現化のためのアルゴリズムの特許化を行った。外部企業との間で実施契約、実用化を行った。

### (2)-7. 嗅覚データベースの構築

他機関と共同で開発した嗅覚検査法を用いて測定した約400人の嗅覚同定能力について、データベース公開を行った。

### (2)-8. 色空間データベースの構築

色知覚特性に関するデータベースの海外向けインタフェースを整備した。

【分野名】 ライフサイエンス、情報通信

【キーワード】 脳内機構イメージング、異種感覚相互作用

用、主観的味覚特性、嗅覚の認知機構、一次運動野、色知覚、嗅覚データベース、色覚データベース

### 〔テーマ題目3〕脳における情報処理機構の解明

〔研究代表者〕山根 茂（システム脳科学研究グループ）

〔研究担当者〕山根 茂 他

#### 〔研究内容〕

##### (1) 運動学習機構、人工小脳の研究

大脳皮質、小脳でのニューロン活動記録実験を行い、脳活動と学習による運動の変化との関係を解析する。運動司令信号による小脳の学習制御モデルを構築し、人工小脳技術を確立する。学習により、サル眼球運動の速度を上げたり、下げたりさせながら、小脳上流の大脳皮質 MST 野で、学習前、中、後を通した単一ニューロン活動を記録した結果、ニューロン活動においても運動学習中に起こる変化を発見、その他の解析と合わせ MST 野では、状況にあわせて運動を変える原因となるニューロン活動が存在することを示唆した。人工小脳ではマルチ神経信号からサッケードの向き大きさをデコードするフィルターの開発をおこなうとともにランダムウォーク理論に修正項を入れた改良版で人工小脳を学習させ、人工眼球を動かした。

##### (2) Brain Machine Interface (BMI) の研究、人工連想記憶中枢の研究

Brain Machine Interface (BMI) 技術開発に向け、各種基盤技術の開発に着手する。また外界情報の意味付けつまり連想記憶の仕組みを人工的に実現する技術開発を行う。BMI ではサル前頭葉眼野に多電極アレイを埋込み、性能を評価する。数十チャンネルの神経信号を頭外に伝送するため、高速処理が可能で、IC化に直ちに結びつけられる FPGA を使って信号の圧縮、多重化の設計に着手した。サルの上丘で記録できたマルチ神経活動から、1試行ごとの運動意志を予測できる技術を開発した。人工連想記憶モデルでは、実画像から特徴列を抽出するフィルターを設計し、顔やその他の画像の分類を行わせた結果、おおまかな分類が教師無しで側頭葉とおなじようにできることを確認した。

##### (3) 脳損傷後の機能回復メカニズムの解明

リハビリ中に脳のどの場所で、損傷後どの時期に、可塑性分子が働いて機能回復を図っているかを明らかにする。これにより効果的なリハビリ手順に貢献する。脳損傷後のリハビリテーション訓練による機能回復を調べるために、ニホンザルをモデル動物とする実験系を確立した。この系を用いて、リハビリ後の可塑性分子の分布を調べた結果、脳機能回復に際し、一次運動野に作成した損傷部位野のすぐ近傍で神経回路の再編成が起こっているのではなく、やや離れた部位、運動

前野において神経回路の再編成が起こっていることを明らかにした。

##### (4) 意欲の神経機構の研究

期待や報酬を得る学習には脳のどの場所が関与するのか、またそれらの場所相互の関係を明らかにする。意欲の制御に関係する神経回路に含まれるニューロンの活動記録により、前部帯状皮質はより長期の報酬期待、島皮質は即時的報酬期待の情報処理を行なうことが示唆された。また、腹側線条体では、3種類のニューロンが報酬獲得までのスケジュール進行の異なる時間で異なる情報処理をしていることを見出した。その他、注意修飾統合機構に関して、聴覚情報のみを中継する機能しかもたないと思われていた視床領域に、視覚情報や、報酬性の情報が、異なった時間相で、影響を及ぼしていることを初めて明らかにした。

##### (5) 道具使用の脳内表現の研究

時間順序が脳内でどの表現されているかを明らかにする。サルを用いた時間順序判断の実験系を世界で初めて開発した。また、その実験系を用い、脳に直接情報を入力する際の現象を解析した。さらにヒトを用いた実験では、脳内道具使用メカニズムを解析、腕と道具の脳内表現の違いを見出した。

##### (6) 視線位置計測システムの研究

特にボールの運動検出技術を企業で利用されるようにする。参天製薬と共同研究を行い、サルの視野測定装置の開発を行っている。また、企業と共同で、視線検出技術を利用した打球の解析を行なう製品を開発中である。主要な特許はすでに出願済みで、解析装置の基本システムは完成している。

〔分野名〕ライフサイエンス・情報通信

〔キーワード〕運動学習機構、人工小脳、脳損傷後の機能回復、意欲の神経機構、道具使用、視線検出

### 〔テーマ題目4〕脳情報工学に関する研究

〔研究担当グループ〕情報数理研究グループ、脳情報工学研究グループ

〔研究担当者〕赤穂昭太郎、梅山 伸二 他

#### 〔研究内容〕

(1) 複素ニューラルネットワークのなす空間の特異点構造の解析を通じて、その決定表面の構造を明らかにした。また、ギプスサンプラーを情報幾何を用いて解析し、最適性を導いた。さらに、確率分布のパラメータが高次元空間をなすときの次元圧縮法を情報幾何の平坦部分空間の概念を用いて構築した。

(2) 順序として与えられた人の嗜好性等を用いて協調フィルタリングを行う手法を開発した。また、因子分解法の復元をオンラインでロバストに実行するための3層ニューラルネットワークを用いたアルゴリズムを提案した。さらに、独立成分分析や主成分分析を非線形

に拡張したアルゴリズムを用いてノイズに強い成分に分離する方法を提案した。

- (3) 動画像中の局所領域の時系列に対する適応的ベクトル量子化をベースにした背景のモデル化手法を提案し、その有効性を実験的に確認した。また、全方位カメラで撮影した動画像から背景を推定し、移動物体を追跡した画像を生成するシステムを試作した。
- (4) ロボットの見えの情報と位置の情報を用いて場所細胞の位置マップを形成した。この結果、ロボットが任意の位置に置かれても、その時の見えの画像から最も近い場所細胞へ移動することにより、場所細胞の位置データから自己位置が同定できた。また、ロボットに移動誤差があってもゴールに到達できることをシミュレーションで確認した。
- (5) 幼児のモータースキル学習の計算モデルの構築について、モデル時定数のチューニングフェーズについての検討を行ない、静的コンプライアンスが簡単で効率的な足運動メカニズムに重要な役割を果たすことを明らかにした。
- (6) 読唇のモデル化については、18人の被験者についてfMRI イメージングを行なった。この結果、従来言われていたこととは異なり、pre-motor area のニューロンが読唇プロセスに強く関わっていることが明らかとなった。

[分野名] ライフサイエンス・情報通信  
 [キーワード] 独立成分分析、学習過程の数理的理解、データマイニング、バイオインフォマティクス

⑧【ナノテクノロジー研究部門】

(Nanotechnology Research Institute)  
 (存続期間：2001. 4. 1. ～)

研究部門長：横山 浩  
 副研究部門長：阿部 修治、南 信次  
 総括研究員：村上 純一、徳本 洋志、松本 和彦

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、  
 つくば中央第5、つくば東

人員：83 (80) 名  
 経費：1,552,805千円 (797,146千円)

概要：

ナノテクノロジー研究部門は、産業技術総合研究所におけるナノテクノロジーの中心として、ナノメートルスケールにおける物質研究の新たな手法やコンセプトの開拓から、生体を含むナノ構造物質の持つ諸現象の解明と応用、そしてそれらの産業技術への展開までを幅広く先導することを使命とし、

(1) 産業技術総合研究所におけるナノメートルスケ-

ール科学技術研究開発の中核部門として、“原子分子精度の物質・材料科学技術”、“ナノメートルスケールの計測評価技術”、“ナノデバイス・システム技術”の研究開発を総合的かつ先駆的に展開する。

- (2) ナノテクノロジー分野におけるセンター・オブ・エクセレンスの一つとなるべく、国内外の産官学研究機関との研究連携を積極的に推進する。
- (3) 産業技術を指向したブレークスルーを探求し、また、自らが起業家精神をもって、生み出した技術シーズを柔軟かつ速やかに産業技術へと展開する。

ことを目標に研究を進めている。

ナノテクノロジーは対象と手法において広範であるが、研究開発の方向性と意義という観点から、概ね次の3つのタイプに分けることができる。

- タイプⅠ 強化型ナノテク：既存の産業技術を拡張・強化するナノテクノロジー  
 キーワード：省エネルギー、省資源・ゼロエミッション・リサイクル、高スループット、オンデマンドマニュファクチャリングなど
- タイプⅡ 創生型ナノテク：新たな科学技術分野を創出するナノテクノロジー  
 キーワード：分子素子、量子計算、量子材料、バイオナノテク、自己組織、ナノロボティクスなど
- タイプⅢ 手段型ナノテク：研究ツールのブレークスルーを提供するナノテクノロジー  
 キーワード：ナノシミュレーション、超微細加工、ナノ計測、コンビナトリアル合成など

ナノテクノロジー研究部門は、おのおののタイプの差異を鮮明に意識し、産業界、学界に大きなインパクトを持つ独自性のある研究開発課題に研究資源の集約を図ることで、メッセージ性と先導性のある研究開発を推進することを旨とし、とくに、複数のタイプの研究開発を、階層的に連携させ、相互強調を図ることで、さらに大きな発展と循環的な研究開発サイクルの構築を目指している。

重点研究分野および研究課題は、時に応じてダイナミックかつ柔軟に変化していくべきもので、固定的に与えられるものではない。ここではカテゴリーカルに、対応するタイプを付して例を挙げる。

- (1) 量子ナノ構造と量子機能材料・デバイス Ⅱ、Ⅰ
- (2) ナノ計測技術とナノサイエンス …… Ⅲ
- (3) ソフト複雑系ナノシステム …… Ⅱ、Ⅰ
- (4) ナノ物質の構造・機能理論・シミュレーション …… Ⅱ、Ⅲ
- (5) ナノマニュファクチャリング材料・技術・システム …… Ⅰ、Ⅲ

(6) ナノバイオ・メディカルテクノロジー… I、II  
加えて、研究開発の機動化、高速化、低コスト化および公的研究機関の役割の視点から

(7) ナノテクノロジー基盤整備・社会貢献  
を挙げる。

それぞれの研究開発カテゴリーの特徴に応じて、目標設定、体制、資源配分、アプローチは異なる。ナノテクノロジーが、長期的な視点からは未だ揺籃期にあり、個人個人のアイデアがドライビングフォースとなつて、根本的な革新がもたらされる領域であることを考慮すると、自由闊達な試行錯誤の中から生まれる力強い芽を見逃さずに、そこに内在する強みと発展への氣勢を間違わずに発揮することが、現時点においては、最も重要な組織的役割であると考えられる。

ナノテクノロジーは分野横断的で、物性物理・デバイス技術からバイオ・医療までその範囲は広い。また、基礎から応用への時間軸においても、短期的な応用が期待されるディスプレイ技術やナノ粒子、医療デバイス、計測技術などから、長期的に21世紀の産業革命をもたらす、産業技術の根幹の変革まで、その視野は大きく広がっている。

産業技術総合研究所が進めるナノテクノロジー研究開発は、産業技術の開拓に焦点をあてつつ、ナノテクノロジー全般に長期的な平衡感覚をもったものでなくてはならない。ナノテクノロジー研究部門では、ナノテクノロジーが生み出す産業技術の特徴として、省エネルギー・省資源、高機能、低コストを設定し、基礎から応用にわたって研究課題をシームレスに配置することを目指している。

外部資金：

総務省

「超高感度広波長域量子細線フォトディテクタアレイの開発」

経済産業省（試験研究調査委託費）

「単層カーボンナノチューブを用いた高性能ガスセンサーの開発に関する研究」

経済産業省（地域中小企業支援型研究開発（試験／研究機器促進型））

「多機能・超小型走査電子顕微鏡の開発」

文部科学省（若手任期付研究員支援（継続1））

「単一種分子から成る新規伝導体の開発と応用」

文部科学省（先導的研究等の推進）

「界面メゾスピック構造に関する研究」

文部科学省（総合研究）

「染色体の構造と機能解明のためのナノデバイスに関する総合研究」

文部科学省（主要5分野）

「ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム」

文部科学省（科学研究費補助金）

「半導体・金属グラニューラー構造の非線形磁気伝導現象の解明とデバイス応用」

文部科学省（科学研究費補助金）

「色素 J 会合体を用いた有機超薄膜高密度記録材料に関する研究」

文部科学省（科学研究費補助金）

「超微粒子・有機分子複合体をチャンネルとするナノ光センサーの作製と物性」

文部科学省（科学研究費補助金）

「分子の電気伝導の理論」

文部科学省（科学研究費補助金）

「第一原理計算とモデル計算を併用した高効率光誘起相転移物質の理論的探索」

文部科学省（科学研究費補助金）

「エネルギー的に乱れた物質中での電場依存電荷移動度」

文部科学省（科学研究費補助金）

「厚さが数分子層以下の有機半導体層における電界ドープ効果の分光学的測定」

文部科学省（産学官共同研究の効果的な推進）

「分子の自己組織化を利用する次世代表示メディアの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

（産業技術研究助成事業費助成金）

「表面処理による高分子材料へのアパタイト形成能の付与」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

（産業技術研究助成事業費助成金）

「非線形光学素子用カーボンナノチューブ素材の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）／ナノ機能合成技術」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）精密高分子技術プロジェクト高機能材料の基盤研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）精密高分子技術プロジェクト高性能材料の基盤研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構  
「カーボンナノチューブの特性制御と単一電子プローブの試作」

独立行政法人科学技術振興機構  
「量子ナノ金属粒子-絶縁体複合材料の超高速非線形光-光制御の研究」

独立行政法人科学技術振興機構  
「高分子の階層的自己組織化による再生医療用ナノ構造材料の創製」

独立行政法人科学技術振興機構  
「第一原理伝導計算による電極・分子相互作用の効果」

独立行政法人科学技術振興機構  
「高速・光ナノプローブの研究」

独立行政法人科学技術振興機構  
「分子性物質の材料化」

独立行政法人科学技術振興機構  
「分子性物質の開発と物性評価」

財団法人化学・バイオつくば財団（国際研究交流活動支援）  
「国際研究集会発表参加」

吉田科学技術財団（国際研究集会派遣事業）  
「Ultra structural study of formation of the laminin-apatite composite layer」

内部資金：  
内部グラント（継続）ナノテク、材料・製造技術分野  
「極微小プラズモン光学素子の開発」

ハイテクものづくりプロジェクト（継続）  
「アクティブターゲットング用新規 DDS ナノ粒子の作製」

ハイテクものづくりプロジェクト（新規）  
「超臨界二酸化炭素を代替溶媒にしたリポソームの実用化大量調製装置の開発」

発 表：誌上発表214件、口頭発表469件、その他32件

-----  
**ナノ構造物性理論グループ**  
(Nanomaterials Theory Group)

研究グループ長：阿部 修治

(つくば中央第2)

概 要：

ナノ構造物質の光機能や電子・スピン機能を物性理論的手法や計算科学的手法を用いて解析し、ナノスケールの現象を人為的に制御する仕組みの解明と予測に取り組んだ。分子機能の一つであるスピン機能について、モデル分子の電荷注入や光励起によるスピン状態の変化を厳密対角化法によって計算し、実験事実との比較により理論モデルの有効性を示した。分子ワイヤの伝導について一般的なモデル系で電子間相互作用の効果調べ、局所的な外部ポテンシャルによる電気伝導の変化を予測し、超高感度化学センサーへの適用可能性を探った。ナノ構造高温超伝導体ジョセフソン接合における巨視的量子トンネル効果について理論解析を行い、電子散乱の影響は従来の BCS 型超伝導体と比べて著しく小さくなることを見出し、これを用いた位相量子ビットの理論提案を行った。金属表面上のポルフィリン超薄膜の STM 像、シアノ錯体の超微粒子の光誘起相転移、ナノグラファイト系などの蓄電特性、生体高分子水溶液中での分子の拡散、異方的媒質における拡散律速反応速度の理論解析を行った。

研究テーマ：テーマ題目 4

**近接場ナノ工学グループ**  
(Near-Field Nano-Engineering Group)

研究グループ長：時崎 高志

(つくば中央第2)

概 要：

ナノメートルサイズのデバイスでは、デバイスの極近傍にのみ存在する近接場が機能の本質を決定する。本グループでは、分子、光、電子などの作る近接場を制御して、新しい高機能デバイスの開発に結びつけることを目的とする。光電子デバイス分野に対する成果としては、高品質な量子細線の作製技術を確立し、その中で強い電子相関に基づく量子現象を見出したとともに、微細構造中の局所光電場と伝搬光との結合効率の増大に基づく高効率発光のメカニズムを解明したことが挙げられる。また、カーボンナノチューブ (CNT) を用いた単一電子トランジスタの光応答特性を室温において測定することにも成功した。光デバイス・光計測分野に対しては、極低温・強磁場、微小

試料・赤外微弱発光、などの特殊条件における顕微分光測定系の開発を進め、半導体量子ドットや CNT の精密評価に進展があった。また、走査型近接場光学顕微鏡の開発を進め、極低温・強磁場対応、2探針測定 of 解析などに進展があった。当技術を用いて半導体量子構造中のキャリア相関に基づいた局所的バンドエネルギー変化を捉えることに成功した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

### ナノクラスターグループ

(Nanocluster Group)

研究グループ長：菅原 孝一

(つくば中央第5)

概要：

ナノクラスターは、構成される個々の原子・分子とも、巨視的な大きさの固体とも異なった新規物質として注目されている。構成元素、サイズ、形状等によって、どのような構造と物性が現れるかを詳細に調べるとともに、その制御手法を確立することによって、ナノテクノロジー分野の研究開発に提供することを目的とする。種々のナノクラスターを気相成長法によって作成し、レーザー分光法、質量分析法、透過型電子顕微鏡、その場 X 線回折法等を用いてその構造と反応性を評価する。

金属ナノクラスターを安定化することを目的として、金属と保護分子との相互作用を明らかにする。金クラスターとチオール類との反応を観測し、金、イオウ、水素系の理論計算結果を元に、初期反応機構を考察するとともに、チオールのアルキル鎖の違いを検討した。また、酸化されやすい金属のナノクラスターを安定化するためその酸化過程を明らかにする。ニッケルクラスターの酸化で、特定のクラスター ( $\text{Ni}_{13}\text{O}_8$  と  $\text{Ni}_{16}\text{O}_{10}$ ) が安定に生成することを見だし、その生成過程を解明した。また、金属と分子間の相互作用を明らかにするために、銅および銀と、窒素や硫黄を含む化合物とのクラスターの高分解能光電子スペクトルを観測し、それらの振動構造を決定した。

銅ナノ粒子は導電性材料や触媒として注目されている。その場 X 線回折法と透過型電子顕微鏡を用い、銅ナノ粒子 (~10nm) の酸化過程を定量的に測定し、室温 (25°C) での酸化が約2nm の酸化膜で止まることを明らかにした。これは、通常の銅表面では見られない保護性酸化の振る舞いであり、その原因は、バルク表面とナノスケール表面の違いに起因しており、酸化膜内の圧縮歪みによって酸化が抑制されることを解明した。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5

### 機能性超分子グループ

(Supramolecular Chemistry Group)

研究グループ長：川西 祐司

(つくば中央第5)

概要：

ナノスケールにおける機能・物性制御が可能な、超分子系材料の開発を目的とする。金属錯体、 $\pi/\sigma$  共役分子、ホストゲスト系分子、それらの複合系を構成部品とし、分子環境や刺激に対し、インテリジェントな応答性や反応性を発現する、機能性超分子の構築を行っている。分子認識により大きな電子特性変化を示す  $\pi$  共役オリゴマー、光異性化産物を制御できるポリエー、大きな  $\pi$  共役系を有する新規液晶、高反応性な光異性体を生じる新規ホトクロミック分子などの開発を進め、物理化学的・分析化学的手法による機能評価を行った。これら機能性超分子の、金属や高分子への埋め込みによる材料化もあわせて検討している。

研究テーマ：テーマ題目3

### 分子ナノ組織体グループ

(Molecular Nano-Assembly Research Group)

研究グループ長：松本 睦良

(つくば中央第5)

概要：

研究目的：有機分子からなる組織体を作製し、その構造、形成機構を明らかにするとともに、その組織体の構造制御、操作手法の高度化・精密化を行う。また組織体の機能を検討するとともに、機能制御の基礎的知見を得る。

研究手段：有機薄膜及び液相中で形成される組織体の構造解析、構造制御を行い、機能制御の基礎的知見を得る。

方法論：両親媒性スピロピランの LB 膜中における光誘起 J 会合体形成について検討し、フォトマスクを通した光照射によるパターンニングが可能であることを明らかにした。分子サイズの異なる様々な両親媒性アンモニウムとアニオン性のアゾベンゼン誘導体を混合した LB 膜を作成し、アゾベンゼンの光異性化率とアンモニウムの分子サイズとの関係について検討した。また芳香族機能性分子の表面電位等を用いた各種分析法により、そのセンシングおよびスイッチング機能を明らかとした。新規アミノ酸誘導体の合成を行い、その3次元構造体の形成を見出した。双頭型両親媒性化合物からなる球形中空微粒子に関して、溶媒の組成を制御することにより容易に作製できる手法を見出した。また、担体としての特性や、アミノ基でパターンニングされた表面に対して選択的に吸着する特性を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目3

### 分子ナノ物性グループ

(Molecular Nanophysics Research Group)

研究グループ長：徳本 圓

(つくば中央第2、5)

概要：

STM/STS を用いて、カーボンナノチューブの電子状態に対する基板の影響や、MoS<sub>2</sub>ナノチューブなど種々の分子性ナノ構造体の微視的構造と電気的特性の関係を明らかにした。

単層カーボンナノチューブを水溶性ポリマー（ポリビニルアルコール）に均一に分散した「可飽和吸収効果」を示す光ファイバー通信用非線形光学薄膜素子を用いて、モードロック短パルスファイバーレーザーの発振に成功した。

マイクロカンチレバーの新しい応用として、低磁場における1  $\mu$ g 以下の微小単結晶の磁気トルク測定を試み、有機反強磁性体 $\lambda$ - (BETS) 2FeCl<sub>4</sub>の反強磁性相におけるスピントロニック転移の観測に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 単一分子・界面技術グループ

(Single molecular and interfacial engineering Research Group)

研究グループ長：野副 尚一

(つくば中央第5)

概要：

単一分子・界面技術を主要な手法としてナノテクノロジーを実用に結びつけることを目標として、以下の項目について研究を行う。1) 走査型プローブ顕微鏡等により単一原子・分子操作技術、自己組織化技術に関する研究を行う。2) 金属、酸化物、高分子の表面・界面の制御・評価技術に関する研究を行う。このため、走査型プローブ顕微鏡の手法の高度化、カーボンナノチューブ探針の有効利用技術の開拓による原子・分子極限操作技術の開発、非線形分光法等の新規手法に取り組む。

研究テーマ：トップコンタクト型ナノギャップ電極の、ナノ構造観察・評価技術に関する研究、金属酸化物の固相反応を用いたナノ構造物の作成、DFT による OH 基を持つチオール分子吸着の解明、ITO 表面上の有機 EL 分子の吸着、有機物の表面ナノサイエンス

研究テーマ：テーマ題目 2

### 先進ナノ構造グループ

(Superior Nanostructure Group)

研究グループ長：秋永 広幸

(つくば中央第2)

概要：

物質をナノ構造化することによって、合目的に設計された機能の発現と制御を可能とし、そのようなナノ材料の開発成功例を積み上げていくことを活動指針

とし、この過程で、「先進」と呼ぶに相応しいナノ構造と、そのナノ構造に触発された新しい研究分野あるいは研究概念を創造していくことを本グループの長期目標としており、より具体的には、ナノエレクトロニクスとナノプロセシングの2つのサブテーマを掲げている。前者においては、ナノ構造化することによって様々な物質における電子の持つスピン物性や強相関効果が顕著になることを利用して、大量の電子情報処理を、低コスト・低エネルギー消費で実現するためのメモリー機能や電磁場に対する高い感度を備えた機能を期待出来るナノエレクトロニクス材料を設計・開発し、更にその全く新しい材料形成技術を構築することを目指している。現在までに、室温・低磁場において大きな物性変化を示すナノスピントロニクス材料、強磁性体/半導体ヘテロ接合材料における室温スピン注入の実証等に成功している。後者では、産総研ナノプロセシング施設を、産学官の研究者に広く提供することにより、そのアイデア実現を加速する機動的ナノテクノロジー研究開発支援と人材育成を実施している。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目

7

### ソフトナノシステムグループ

(Soft Nanosystem Research Group)

研究グループ長：山口 智彦

(つくば中央第5、つくば中央第2)

概要：

当グループでは、生体由来の材料や生体システムが持つしなやかな構造特性や特異性、可塑性、興奮性および広義の自己組織化能を基盤とするソフト・ナノテクノロジーの研究開発を行う。具体的には：(1) “標的特異性ドラッグデリバリー用のナノベシクル（アクティブ標的指向性 DDS ナノ粒子）”の開発、(2) 極微量のウイルスや細胞などの高感度・高速微量分析を目指したマイクロ流体デバイス（マイクロフルイディクス）に関する研究、(3) システムの複雑性を増し階層構造形成を可能にする新しい自己組織化技術の体系化とその応用研究、を行う。本年度は：(1) ナノベシクルに癌や炎症性疾患治療用の薬剤を封入して各種のアクティブ・ターゲティング DDS ナノ粒子製剤のプロトタイプを作製した。(2) 半導体微細加工技術を応用したオンチップバイオ操作技術、マイクロバイオセンサーの開発に取り組んだ。(3) ①機能性ソフトマテリアルの合成：カリウムイオン認識能を持つ、2本のエステル基を導入したカリックスアレーンを合成した。②階層的アーキテクチャ：自己組織化的手法による金属ナノ粒子の階層的配列化について検討した。フォトリソミック分子の光異性化反応を用いて、液晶という配向場に自己組織的に構築されるコロイド粒子の超構造の形成に成功した。水中交流電場下における球状コ

ロイド粒子と板状コロイド粒子の配向・集積化挙動の差異を明らかにした。③理論：一次元反応拡散系の自己複製過程におけるエネルギー散逸(エントロピー生成)の計算を行った。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目6

### 分子スマートシステムグループ

(Molecular Smart System Research Group)

研究グループ長：玉置 信之

(つくば中央第5)

概要：

次世代の情報技術 (IT) では、分子間相互作用を有効に利用する機能性分子組織体に対する期待が大きい。分子組織体の構造を制御することで新たな機能を発現することが可能である。また、分子組織体は自発的な構築が可能で経済的であり、得られたものはしなやかで刺激に対して劇的に応答する特徴がある。さらに刺激によって生じる組織構造が変化した複数の状態を速度論的に安定化できる可能性がある (双安定または多安定性)。これらの特徴はいずれも情報を扱う材料として優れた点である。本研究グループでは、次世代 IT として期待されているペーパーライクディスプレイ、多重メモリー、微小機械の実現を目指して、化学反応や分子間相互作用の利用による情報の感知、変換、保存、再生を行う新しい分子組織体の構築を目的とする。併せてそのために必要な新しい分子組織体の探索と分子組織体と光、熱、電場、磁場との相互作用に関する基礎的研究を行う。グループの研究スタンスの特徴は、有機化合物の設計、合成から、組織体構築、基礎物性測定、機能評価、デバイスの試作までを一貫して行うことである。

研究テーマ：テーマ題目3

### 高分子構造・物性研究グループ

(Polymer Structure and Properties Group)

研究グループ長：海藤 彰

(つくば中央第5)

概要：

高強度材料、光電子材料等の高機能を図ることを目的に、高分子のナノ構造の制御と解析を行ってきた。本年度は、高分子の自己組織化過程 (結晶化、ブロック共重合体のマイクロ相分離など) を利用した新規なナノ秩序構造の形成と、高分子のナノ構造と界面の構造解析および構造形成のダイナミックスの解析について成果が得られた。自己組織化制御としては、ブロック共重合体が形成するナノドメインの機能化と配列制御、ナノドメインの結晶化による結晶配向構造の形成、液晶場における架橋構造形成による極微細繊維の形成などを進め、新規なナノ秩序構造の形成に成功した。ま

た、ナノ構造解析については、電子分光結像法による高分子間界面や接着界面の構造解析、固体 NMR スピン拡散法によるマイクロ相分離構造の解析、分光法と X 線回折による構造形成過程の in-situ 計測を行い、材料物性を支配している界面構造や相構造を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5

### 高分子成形加工研究グループ

(Polymer Processing Group)

研究グループ長：清水 博

(つくば中央第5)

概要：

高分子材料が広範な産業分野に浸透し、それら材料の性能や機能に対する産業ニーズが極めて多様化している昨今、単一の高分子ではそのようなニーズに応えることが困難となり、異なる性質をもつ高分子同士や無機材料等と高分子とをナノレベルで複合化するブレンド、アロイ、コンポジット作製技術、いわゆる高分子系のナノファブリケーション技術の構築が重要な課題となっている。このようなナノファブリケーション技術の構築に向けて、当グループでは主にトップダウン手法として高せん断流動場等特殊場を利用する技術、ボトムアップ手法としてブロック共重合体の自己組織化により形成されたマイクロ相分離構造を超臨界流体場等の外場で制御する技術、さらには溶液場を利用したバイオミメティック法による有機・無機複合体の構造制御技術を独自に開発しながら基礎的知見を集積し、実用材料への応用展開を図ることを目標としている。

研究テーマ：テーマ題目5

### ナノ流体プロセスグループ

(Nanofluidics Research Group)

研究グループ長：大竹 勝人

(つくば中央第5)

概要：

ナノ材料を幅広い産業分野へ応用してゆくためには、ナノ材料をナノデバイスへと組み立ててゆく技術、すなわちアセンブリの技術が必要とされる。ナノ材料は表面エネルギーが高く、そのために分散安定化、配列制御、構造化などが困難であるといわれており、従来のプロセス技術では対応できない場面も出始めている。当研究グループでは、高真空から常温常圧に近い条件で行われている通常のプロセス操作に圧力をパラメーターとして導入することにより、これらの限界を打破して新しいアセンブリプロセスを開発するとともに、これに密接に関連した基礎物理化学情報の蓄積を行うことを目的とする。

研究テーマ：テーマ題目5

### 自己組織エレクトロニクスグループ (Self-assembled Nano-electronics Group)

研究グループ長：片浦 弘道

(つくば中央第4)

#### 概要：

カーボンナノチューブやナノワイヤー等のナノサイズ新物質や自己組織化膜の生成機構、電子的・光学的性質、機械的性質を調べることで、既存の物質に無い新たな機能を見だし、電子デバイスとして応用するための総合的な研究を行っている。今年度は、カーボンナノチューブすすに含まれる半導体的性質をもつナノチューブを選択的に燃焼除去する、簡便で効率の良い新たな技術を開発し、これを非線形光学素子の特性改善に適用した。また、新たに孤立ナノチューブを直接合成する手法を開発し、全く未処理の状態でのナノチューブからの蛍光が観察されることを確認すると共に、ナノチューブの基礎物性を明らかにした。通常の光リソグラフィを用いた巧妙な手法により、ナノサイズ電極加工に成功した。自己組織化膜を用いた具体的分子サイズデバイス作製に向けた要素技術の開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目1

### メゾテクノロジー連携研究体

(Mesotechnology Collaborative Research Team)

連携研究体長：中山 景次

(つくば東)

#### 概要：

動的トライボロジー現象と静的メゾスコピック構造を電子、フォトン、さらにはそれらの相互作用を中心としてナノ秒の時間分解能、原子～ナノメートルの空間分解能で計測・解析する技術を開発し、革新的ナノトライボロジー技術開発、及び高性能薄膜デバイス開発に資する。

動的トライボロジー現象に関する研究においては、ハードディスクドライブ用のパーフルオロポリエーテル油の分解劣化機構をトライボプラズマ発生との関係で調べ、その分解劣化機構を、周囲の空気分子とのプラズマ反応の観点から詳細に明らかにした。一方、静的メゾスコピック構造に関する研究においては、様々な欠陥を含む光学薄膜デバイス用試料について、界面構造の原子～ナノメートルレベルの計測技術開発を行った。熱刺激電子・光子放出計測法による LiF への電子打込み試料の欠陥計測、トンネル電流刺激蛍光放出計測法による Ag 薄膜のナノメートル表面構造計測、超高真空ケルビンフォース顕微鏡による Si 表面の原子解像度ポテンシャル構造計測、さらには超音波力顕微鏡などをを用いた内部構造計測に成功した。

研究テーマ：テーマ題目2

### スーパーインクジェット連携研究体

(Collaborative Research Team of Super Inkjet Technology)

連携研究体長：村田 和広

(つくば中央第5)

#### 概要：

マイクロメートルスケールのパターニング方法として、従来の1/1000以下の超微細液滴を精密に基板上に配列できる超微細インクジェット（スーパーインクジェット）技術の開発を行っている。

本技術の実用化のために、複数企業との共同研究（＝連携研究体）により超微細インクジェット技術の高度化・実用化に取り組んでいる。今年度は、超微細インクジェットの基本特性の評価を中心に研究を行い、特に微細配線などのパターニング技術としての潜在能力が十分にあることを実証した。

連携研究体における共同研究により、超微細インクジェットのポテンシャルの検証は完了した。また、金属超微粒子ナノ材料を用いて、高さ100 $\mu\text{m}$ 以上、直径サブミクロンの高アスペクトレシオの立体構造物などの形成技術をほぼ確立し、スタッドパンプおよび穴あき基板、層間配線などへの検討を開始した。また、ベンチャー化に向けた1次試作機の開発を進めた。

研究テーマ：テーマ題目5

#### [テーマ題目1] 量子ナノ構造と量子材料・デバイス

[研究代表者] 南 信次 (ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 南 信次、徳本 圓、片浦 弘道、  
カザウィ・サイ、ハサニエン・アブドゥ、  
小倉 睦郎、永宗 靖、王 学倫  
(職員8名、他14名)

#### [研究内容]

(カーボンナノチューブ)

レーザー蒸発法・CVD法による単層CNT合成装置を組み上げ、従来よりも高純度な合成を可能にした。特に孤立性の高いCNTの直接合成に成功し、その生成要因を触媒担体のX線構造解析から明らかにした。孤立性の高いCNTの共鳴ラマン散乱から、その電子構造の詳細を明らかにした。過酸化水素処理により、チューブ直径分布の詳細な制御が可能であることを見いだした。これらは、非線形光学素子への応用にとって重要な知見となる。

CNTを分散したPVAフィルムを延伸処理することにより異方的光学吸収を観測した。配向によって、より低い光強度で可飽和吸収効果が出現することを確認した(光技術部門との共同研究)。水素プラズマ処理で金属CNTが選択的に破壊されることをSTM観察により見いだした。基板から浮いたCNTのSTM/STSを測定し、電子状態に対する基板の影響を明らかにした。

マトリックスポリマーとしてゼラチンを用いることに

より、孤立 CNT が均質に分散した薄膜を作製し、更に延伸処理によって孤立 CNT を配向制御することに成功した。配向薄膜では、バンド間光学遷移に由来する光吸収・発光が強い異方性を示すこと、また、複屈折を示すことを明らかにした。また、温度等の環境変化によって薄膜の吸収・発光ピークがシフトすること、シフト方向が、Type I 半導体と Type II 半導体とで逆方向になることを見いだした。

CNT (直径1.2nm) 内に吸蔵された水分子が、室温で Ice-nanotube となることを確認した。また、100℃程度で水は一気に外部に噴出し、ナノジェットとして応用可能であることが分かった (都立大学との共同研究)。  
(量子線光ディテクタ)

グレーティングを施したリッジ基板上での一回の選択成長により、AlGaAs/InGaAs 系利得結合型埋め込み量子細線分布帰還型レーザーを開発した。更に、通信波長帯 (1.5μm) において温度特性の優れた、InP 基板上の InGaAlAs/InGaAs 系利得結合型埋め込み量子細線分布帰還型レーザーを開発した。AlGaAs/InGaAs 系量子細線フォト FET において、量産性に優れた光リソグラフィと MOCVD 成長の組み合わせプロセスにより 30KA/W の高感度を実現した。基礎研究面では、流量変調法などにより、V 字溝基板上に原子層レベルで平坦な界面を持つ量子細線を実現し、マクロスケール (数μm) に渡って拡張した低次元励起子状態を明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、量子細線

## 【テーマ題目2】 ナノ計測技術とナノサイエンス

【研究代表者】 秋永 広幸 (ナノテクノロジー研究部門 先進ナノ構造グループ)

【研究担当者】 古賀 健司、秋永 広幸、堀内 伸 (職員3名、他8名)

### 【研究内容】

(ナノ粒子の構造)

非結晶構造を持つ金ナノ粒子について、サイズおよび温度に対する構造安定性を、高分解能 TEM を用いて定量的に調べた。その結果、正20面体構造 (Ih と略す) をもつ粒子 (3-14nm) が5角10面体構造 (Dh と略す) へ非可逆的に構造転移することが明らかになった。これは熱処理による構造安定化の結果である。このようなナノ領域特有の構造間での固相転移の発見は世界初である。

Dh 構造粒子は融点直下まで安定であり、融解→固化のプロセスにより初めて結晶へ変化することがわかった。Dh 粒子と結晶粒子の生成量のサイズ依存性から、非結晶-結晶転移サイズは12.5nm であることが明らかになった。

ガス中蒸発法で生成した金ナノ粒子の多くは Ih 構造であった。Ih 構造は、Ih→Dh 転移温度以上での熱処理によって完全に Dh 構造に転移した。Dh 構造は、融点

以上での熱処理によって結晶化 (12.5nm 以上) した。このように、熱処理はナノ粒子の構造制御に非常に有効であることがわかった。

### (CNT 磁気力顕微鏡)

高分解能磁気力顕微鏡観察を可能とするプローブ顕微鏡用探針を作製するためのプロセス評価と、その探針を用いた磁気力顕微鏡機能の評価を行った。その結果、カーボンナノチューブから成る AFM 用探針に強磁性体薄膜をコーティングする技術を開発し産総研ノウハウとして登録した。また、その探針を用いた磁気力顕微鏡の空間分解能が10nm を越えるものであることを確認した。現在は、カーボンナノチューブ磁気力顕微鏡探針作製プロセスの最適化、その探針を用いた観測の信頼性の確認を終えたところであり、来年度市場投入に向けて、歩留まり向上の為の探針プロセスの確立、探針の耐久性を確認するための加速試験等を年度内に完了する予定。

### (エネルギー分散 TEM)

10nm 以下の解析を実現する上での問題点を克服し、高分子界面の解析方法を最適化した。PMMA (ポリメチルメタクリレート) /SAN (スチレン-アクリロニトリルランダム共重合体) における界面を、酸素および窒素マッピングを作製し、それらをカラー画像化した後重ね合わせることで、可視化した。PMMA には酸素、SAN には窒素が含まれているため、酸素マップを赤 (R)、窒素マップを緑 (G) とし、重ね合わせると、重なり合った部分は R と G の混合により黄色として可視化される。これにより約10nm の界面相の可視化に成功した。自動車タイヤ等に使用されているゴム材料におけるゴム/フィラー界面を解析した。加硫促進剤として添加されている酸化亜鉛と硫黄との相互作用の解析に成功し、両者の反応により微細化が起こることを初めて確認した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、磁気力顕微鏡、電子顕微鏡

## 【テーマ題目3】 ソフト複雑系ナノシステム

### 1. 分子スマートシステム

【研究代表者】 玉置 信之 (ナノテクノロジー研究部門 分子スマートシステムグループ長)

【研究担当者】 玉置 信之、長沢 順一、吉田 勝、秋山 陽久、甲村 長利、Anitha Nagamani、工藤 成史、和田 百代 (職員5名、他3名)

### 【研究内容】

スマート分子として自己組織化分子系および光応答性分子系についての研究を行った。自己組織化分子系では、重合性有機ゲル化剤、光応答性有機ゲル化剤および新ハイドロゲルに関する研究を行った。重合性有機ゲル化剤に関してはこれまで光重合性基としてジアセチレンを有

し、ファンデルワールス相互作用部位としてコレステロール、水素結合部位としてウレタン結合を有する化合物を見出し、分子からのボトムアップによるナノワイヤー形成を可能とする材料として研究を進めてきた。コレステロール部位を持たないより単純な光重合性ゲル化剤を探索した結果、アミド系の中に良好なゲル可能と光重合能を示す化合物を見出した。また、本化合物では、ゲル形成能と光重合性がそれぞれキラリティーとメチレン鎖長の偶希によって変化することを明らかにした。一方で、有機ゲルの1次元的な分子配列の方向を制御する目的で分子組織体形成過程での流動配向を試み、配列制御した後紫外線重合することで配向したナノワイヤーを分子からのボトムアップで得ることに成功した。また、アゾベンゼン-コレステロール系の新しいゲル化剤を合成し、光による可逆的なゲル-ゾルゲル転移を起こすことを見出した。ハイドロゲルの研究においては、自己縮合反応によって市販の原料から1段階反応で合成でき、強酸環境にも耐える新しい有機電解質型ハイドロゲルを見出した。光応答性分子系においては、これまで光に対して可逆的な異性化反応を示すアゾベンゼンやスピロピランが分子機能をスイッチする部位として様々な系で用いられてきた。しかし、従来のスイッチング分子では運動の自由度が高く厳密な機能の制御を行うには問題がある場合があった。また、アゾベンゼンやスピロピランは、他のスイッチング分子に比べ大きな分子構造変化を示すが、一方の状態が熱的に不安定であるといった問題があった。そこで、より厳密な動きを示し、光反応のみが選択的に起こる新しいスイッチング分子の開発を目指し、その一つとして蝶番のような閉じたり開いたり動きを光照射によって示す新しい分子スイッチを設計した。2つのアゾベンゼン部位をキサンテンの骨格で強固に固定した環状化合物は、二つのアゾベンゼン部位が協調した蝶番のような閉じたり開いたり動きを光照射によって示した。また、一つのアゾベンゼンユニットでは通常、熱的に不安定なシス体（シス-シス体）が室温で全く熱異性化反応を示さないことを見出した。本結果は、剛直な部位で連結された2つのシスアゾベンゼン部位がお互いの構造変化を伴う反応に立体的に影響を与えたためと解釈できる。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 分子組織体、光反応、スイッチング分子

## 2. 液晶ナノ構造

【研究代表者】 横山 浩

(ナノテクノロジー研究部門長)

【研究担当者】 横山 浩、多辺 由佳、山本 潤、  
新居 輝樹、奥菌 透

(職員2名、他3名)

【研究内容】

液晶コロイド系では、ネマチック液晶に固体微粒子を

分散させ、デュアルビームレーザートラップによって微粒子を自由自在に動かすことのできるシステムを完成させた。それを用いて、粒子間に働く力をピコニュートンのオーダーで検出することに成功し、二次元マッピングすることによって従来知られていなかった多体粒子の安定配位を見出した。さらに理論解析によって実験結果を検討し、定量的な一致を得た。

液晶単分子膜系では、気液界面に置かれたキラル低分子が、界面を通る水の移動によって一方向に回転し、それが液晶の協調作用によって分子の集団歳差運動に発展することを確認した。さらに、擬似生体膜としてリン脂質/コレステロール/液晶で単分子膜を構成し、膜中に埋め込まれた1ミクロン径の液晶ドメインが分子モーターとして機能することを確認した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ネマチック液晶、キラル低分子、分子モーター

## 3. 非平衡システム

【研究代表者】 山口 智彦 (ナノテクノロジー研究部門  
ソフトナノシステムグループ長)

【研究担当者】 山口 智彦、西村 聡、有村 隆志、  
真原 仁、大金 邦成、末松 信彦、  
熊本 諭 (職員3名、他4名)

【研究内容】

Turing 構造からカオスまでさまざまなパターン形成をすることで知られるグレイ・スコットモデルを改良してエントロピー生成速度の計算が可能な数理モデルを構築した。このモデルを用いて1次元反応拡散系を構成し、スポットパターンの自己複製過程におけるエントロピー生成速度の経時変化を求めた。この結果、細胞分裂などの自己複製はエントロピー的に有利なためとする従来の考えは必ずしも正しくないことが判明した (Mahara et al., JCP 2004)。自己複製を経てチューリング構造に至る過程や時空間カオスのエントロピー生成速度に関する論文を作成中である。

一方、CCVD 法によるカーボンナノチューブの成長機構を推論し、反応拡散ダイナミクスに基づくシンプルな数理モデルを構築した。触媒金属ナノ粒子の赤道上が成長の足場であると考え、数値計算により一次元周期境界条件の下での進行波解の安定性を求め、カーボンナノチューブの成長モードの相図を作成した。パラメータの値により活性点が回転するモードと一様に振動するモードが定常安定となる条件があることを認めた。

さらに、産総研が提案する階層的自己組織化（自己集合と散逸構造形成の相互アシストによりスパイラル的に高次階層構造を形成する）の実証研究についても研究展開を行った。高分子希薄溶液の脱ぬれ現象を利用して、銀あるいは銅ナノ粒子の凝集体を周期的に2次元配置させるための階層的自己組織化プロセスについて検討を進

めた。金属ナノ粒子がサブミクロン径の高分子ドットの中央部で凝集するモードと、高分子ドットを取り囲むように環状に凝集する2つのモードが出現することが判明した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 チューリング構造、エントロピー生成、カーボンナノチューブ、数理モデル、金属ナノ粒子、高分子、パターン形成、階層、自己組織化

【テーマ題目4】 ナノ物質の構造・機能理論・シミュレーション

【研究代表者】 阿部 修治（ナノテクノロジー研究部門 ナノ構造物性理論グループ）

【研究担当者】 針谷 喜久雄、下位 幸弘、川本 徹、川畑 史郎、Barzykin Vadimovich Alexander、関 和彦、小林 伸彦、福田 順一（職員8名、他4名）

【研究内容】

分子機能の理論予測の一環として、分子の磁性を電子的に制御する可能性について、昨年度までに構築した理論モデル（ $\pi$ 共役系部位と2つの局在スピン部位が結合したモデル）に基づき、計算物理的手法によって研究した。実験的に合成されている芳香族系でヘテロ原子を含む系の分子などについて、長距離クーロン相互作用を取り入れたタイトバインディングモデルの多電子系を厳密対角化手法により計算し、局在スピンの結合位置によって、また、電荷ドーピングや光励起によりどのようにスピン状態が変化するのかを調べた。計算結果は最近の実験事実とよく合致しており、現実の有機分子におけるスピンを制御するためにこの理論モデルが有効であることを示した。

分子の高感度センシングに関して、まず、分子ワイヤの伝導について電子間相互作用の効果を調べ、長距離クーロン相互作用を考慮することの重要性を示した。その効果を考慮した上で、標的分子の捕捉による局所ポテンシャル変化が電気伝導に及ぼす影響について一般的なモデル系での計算を行い、位置依存性や電圧依存性などを明らかにした。また、センサー分子の有力候補であるピペリジン系の分子について、第一原理計算法による電子状態および電気伝導の計算を行って、標的分子が結合することによる状態変化の実験結果と比較を行なった。

高温超伝導体のナノ構造ジョセフソン接合における巨視的量子トンネル効果に対して理論的な解析を行い、準粒子散逸（デコヒーレンス）の影響について詳細に検討を行い、高温超伝導体接合における準粒子散逸の影響はBCS型超伝導体接合に比べて著しく小さくなることを明らかにした。これは従来の予想を覆す結果であり、高温超伝導体が高温動作可能な量子コンピュータになりうる

ことを示唆している。この結果に基づいて、高温超伝導体位相量子ビットの理論提案を行った。デコヒーレンス解析を行い、従来のBCS型に比べて10倍以上高温でも長いコヒーレンス時間を維持できることがわかった。また量子ビットの読み出し効率もBCS型に比べて著しく高くなることも見出した。

金属表面上のポルフィリン超薄膜のSTM像について、新たに開発した新規計算手法を用いて理論解析を行い、STM像のバイアス依存性を再現することができた。イジング型モデルのモンテカルロシミュレーションなどの手法を用いて光誘起相転移の理論的研究を行い、ナノ構造とバルクの違いを明らかにした。特にシアノ錯体の超微粒子を中心に研究を行い、超微粒子の粒径や形状によってスピン転移挙動が大きく変化することを計算により明らかにした。ナノグラファイト系や、BNやBCN系のナノリボンのコンデンサーとしての特性に関して、スペーサーが絶縁体であるか金属的であるかに応じて、特性を理論的に予測した。生体高分子ヒアルロン酸水溶液中での分子の拡散に対する実験結果を解析するための理論式を導出し、実験結果を解析した結果、拡散がヒアルロン酸の高分子鎖で阻害される長さが求められた。異方的媒質における拡散律速反応を理論的に研究し、反応速度の電場依存性の理論式を導いた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 物性理論、シミュレーション、機能

【テーマ題目5】 ナノマニュファクチャリング材料・技術・システム

(1) スーパーインクジェット

【研究代表者】 村田 和広（ナノテクノロジー研究部門 スーパーインクジェット連携研究部長）

【研究担当者】 村田 和広、鷺坂 浩子（職員1名、他1名）

【研究内容】

連携研究体における共同研究により、超微細インクジェットのポテンシャルの検証は完了した。

金属超微粒子ナノ材料を用いて、高さ100 $\mu\text{m}$ 以上、直径サブミクロンの高アスペクトレシオの立体構造物などの形成技術をほぼ確立し、スタッドパンプおよび穴あき基板、層間配線などへの検討を開始した。また、ベンチャー化に向けた1次試作機の開発を進めた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 超微細インクジェット、金属超微粒子ナノ材料

(2) 高分子ナノコンポジット

【研究代表者】 清水 博

（ナノテクノロジー研究部門高分子成形加工研究グループ）

【研究担当者】 清水 博、大山 秀子、横山 英明、大矢根 綾子、李 勇進、中山 和郎、

Li Lei、大野 悠子、横山 敬郎  
(職員5名、他4名)

#### 【研究内容】

本研究では、以下の3つに大別される課題を設定し、相互に密な連携をしながら基礎的知見を蓄積し、ナノファブリケーション技術の確立ならびにメゾスコピックレベルで構造が制御された高性能、高機能材料の創出を目指している。

- 1) 高せん断流動場等特殊場利用技術の開発
- 2) 外場や超臨界場を用いたブロック共重合体等のナノ秩序形成技術の開発
- 3) 過飽和溶液場等を用いた高分子/生体活性セラミックス複合体の形成技術の開発

##### 1) 高せん断流動場等特殊場利用技術の開発

高せん断成形加工により非相溶性ポリマーブレンドである PVDF/PA11ブレンド系において十～数十 nm レベルの PA11ドメインが PVDF 相に均一に分散している構造構築に世界で初めて成功しただけでなく、当該ブレンド系の非晶部においては両方の分子鎖が混ざり合って“相溶化”していることも見出した。また、PVDF 相中に分散する PA11ナノドメインの数密度は、高せん断条件になる程、高くなること分かった。このようなナノ分散構造の構築により伸び等の機械的特性が著しく改善されることが分かった。さらに、当該ブレンド系においてはナノ分散構造の形成が強誘電性を著しく向上させ得ることが分かったが、PA11相における結晶形態がその性能を左右していることも判明した。

##### 2) 外場や超臨界場を用いたブロック共重合体等のナノ秩序形成技術の開発

フッ素化ブロック共重合体を超臨界二酸化炭素中で処理することにより、この系の空孔サイズを 10nm～30nm 程度の範囲で任意に制御できることを見出しただけでなく、この系の屈折率を元の 1.5 から 1.23 に減少させることに成功した。さらに、この系では真空中で処理した場合に比し、超臨界二酸化炭素中でアニーリングすることにより表面の親水性が著しく向上することを見出した。

##### 3) 過飽和溶液場等を用いた高分子/生体活性セラミックス複合体の形成技術の開発

準安定な過飽和溶液場を利用することにより、生体活性蛋白質とアパタイトが、過飽和溶液中において自発的に、分子レベルで3次的に複合化されることを見出した。こうして形成されるナノコンポジット構造が、材料の高い生理活性に寄与していることが判明した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノファブリケーション技術、メゾスコピック構造制御、特殊場利用構造制御技術、高せん断成形加工、非相溶性ポリマ

ーブレンド、ナノ分散、リアクティブプロセス、ブロック共重合体、自己組織化、マイクロ相分離、超臨界流体場、ナノ多孔体、溶液場、バイオミメティック、アパタイト、生理活性

#### (3) 超臨界流体プロセス

【研究代表者】 大竹 勝人 (ナノテクノロジー研究部門  
ナノ流体プロセスグループ長)

【研究担当者】 大竹 勝人、古屋 武、依田 智、  
竹林 良浩 (職員4名)

#### 【研究内容】

超臨界流体は、気体に近い拡散係数と液体に近い溶解度を併せ持つ、優れた流体である。特に超臨界二酸化炭素は、高分子全般に高い親和性を示すとともに、低粘性で拡散性に優れ、微細な構造内に物質を導入するのに優れた効果を持っている。これらの特性を利用して、超臨界二酸化炭素に溶解した Au、Ag 等の貴金属錯体をテフロン、フッ素化ポリイミド等へ含浸後、水素雰囲気中で還元することで、5nm 以下の貴金属微粒子を均一高分散したポリマーが容易に調製できることを見いだした。これらは光学デバイスなどへの応用が期待できる。(英国 Nottingham 大との共同研究)

また、超臨界二酸化炭素は、有機物に溶けてこれを可塑化する。同時に、共存する水相があると、水相中に溶解してその pH を 3 付近まで低下させる。この特性と、生分解性高分子であるキトサンが pH3 付近でカチオン化することを利用して、有機溶媒を全く使用することなくカチオン修飾リポソームを形成する技術を開発した。カチオンリポソームは長期保存に対して安定であり、室温保存で1ヶ月以上安定であった。本研究により、細胞毒性のない材料のみでカチオンリポソームの大量生産のめどが立った。

ほかに、超臨界流体を用いるマイクロ・ナノ材料プロセスのシーズ探索として、微粒子重合、導電性高分子超薄膜作成の各プロセスの基礎的検討や、高分子超微細発泡体形成の動力学的検討、超臨界二酸化炭素マイクロエマルジョン形成のための界面活性剤の探索や、プロセス実用化の上で重要な基礎物性である、溶解度・溶媒和構造の測定、高圧反応プロセスの反応ダイナミクスの検討および流体の熱物性測定を行っている。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 超臨界流体、超臨界二酸化炭素、カチオンリポソーム

#### 【テーマ題目6】 ナノバイオ・メディカルテクノロジー

【研究代表者】 山崎 登 (ナノテクノロジー研究部門ソ  
フトナノシステムグループ)

【研究担当者】 山崎 登、大矢根 綾子  
(職員2名、他9名)

## 〔研究内容〕

(ドラッグ・デリバリー・システム)

アクティブ標的指向性 DDS ナノ粒子を作製するために、リポソーム表面の性質あるいは表面に結合させる糖鎖およびリンカー蛋白質について種々の実験・検討を加えた。結合糖鎖分子の構造設計により、各組織への標的指向性を制御できることを見いだした。更に、複数種類の糖鎖結合 DDS ナノ粒子を作製し、そこに複数種類の薬剤を封入した。これらの新規な標的指向性 DDS ナノ粒子が、各種疾患（癌、ぶどう膜炎、関節リウマチ）の治療に有効であることを、動物薬効試験によって実証した（世界初）。

(バイオコンポジット)

親水化処理されたポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリカプロラク톤等の高分子基板を、カルシウム溶液、及び燐酸溶液に交互に浸漬すると、同基板表面にアモルファス燐酸カルシウムから成るナノ粒子が固定されることが分かった。上記処理された基板は、ヒトの体液とほぼ等しい無機イオン濃度を有する擬似体液中で24時間以内に、その表面に緻密で均一な骨類似アパタイト層を形成した。すなわち、種々の高分子材料表面に、擬似体液中で短時間内に骨類似アパタイトを形成させるための簡便な表面処理法を確立することができた。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ドラッグ・デリバリー、バイオコンポジット

## 〔テーマ題目7〕 ナノテクノロジー基盤整備・社会貢献

〔研究代表者〕 横山 浩

(ナノテクノロジー研究部門長)

〔研究担当者〕 横山 浩、秋永 広幸、中桐 伸行

(他10名)

## 〔研究内容〕

当研究部門は、文部科学省の委託事業（ナノテクノロジー総合支援プロジェクト）におけるナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムを遂行している。本年度は5年間のプロジェクトの3年目である。平成16年度はナノプロセッシング施設の拡充を実施し、本格的な支援活動を展開中である。本プロジェクトは産官学の所属を問わず、無料で参加支援機関の施設を使って支援活動を行う画期的な試みである。多くの研究開発者に利用して頂くことが特に重要で、支援件数とその評価の目安となる。

また、ナノテクノロジーが急速に製造分野へ浸透しており、特に中小企業において、「高レベル技術・技能の習得」「暗黙知の体系化」を可能とする人材の育成が緊急の課題となっていることを受け、広域関東圏の産業集積地を中心に、産学官連携による人材育成システムの構築を目指して、地域における人材育成の必要性とその取り組みの実態を調査する。

## 1) 広報活動

AIST ナノプロセッシング施設をベースにした、産学官のナノテクノロジー研究者の研究開発に対する MEXT ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムによる支援活動をより広い分野の方々にご利用頂くために積極的な広報活動を展開する。具体的にはフライヤーを作成し、学会等様々な機会を捉えて配布する。さらには学会誌への広告掲載や、電子メールによる案内送付をおこなう。

当事業の活動を紹介する A4両面印刷のフライヤーを修正して印刷し1500部を配布する。インターネットのホームページを拡充し、支援件数や支援成果例を掲示すると共に、開催したスクールに関するテキストを順次公開して、ナノテク図書館の充実を図る。また、グループの支援活動の PR として応用物理学会誌、日本物理学会誌、電気学会誌に広告を掲載する。

## 2) 支援活動

AIST ナノプロセッシング施設をベースに、産学官のナノテクノロジー研究者の研究開発に対する MEXT ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムによる支援活動を積極的に展開する。具体的には様々な支援相談や問い合わせに迅速にかつ柔軟に対応し、支援活動を展開する。AIST ナノプロセッシング施設では解決できない場合、産総研内の研究者に協力を要請して、支援依頼に応えられるように努力する。

具体的には、支援活動は装置利用、技術代行、共同利用、技術相談の4つに分類されるが、この支援件数の総数の目標を120件とする。

## 3) ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの極微細加工・造形グループの幹事機関としての活動

MEXT ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムは MEXT のナノテクノロジー総合支援プロジェクトの極微細加工・造形グループの1機関としての活動で、産総研は本グループの幹事機関の任務を担っている。具体的には、グループ会議を開いて支援活動に関する様々な課題や問題に対して協力して取り組むと共に、ワークショップを開催して、グループの支援活動を報告する機会を設ける。

本年度は、グループ会議を2回、早稲田大学と東京工業大学で開催する。また、広報を主目的として、極微細加工・造形グループ主催のワークショップを大阪大学で開催する。更に、産総研の平成15年度の実績報告書を製本し、ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンターや他支援機関に配布すると共に、極微細加工・造形グループ全体の実績報告書のまとめを作成、製本して関係機関に配布する。

## 4) MEXT ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラムにおける AIST ナノプロセッシング施設を用いた極微細加工・造形に関する人材育成スクールの開催

平成16年度は、ナノ・マイクロファブリケーション

の代表的な装置やテーマ毎に、一日半あるいは二日間の短期で少人数のスクールを6回開催する。取り上げる装置やテーマは、集束イオンビーム加工観察装置、電子ビーム描画装置、走査型プローブ顕微鏡、高分解能電界放出型走査電子顕微鏡、薄膜作製、フォトリングラフィである。

5) 広域関東圏における産学連携製造現場中核人材育成に関する実態調査

ナノテクノロジーは我が国の特徴である高度部材産業集積に不可欠な基盤技術であり、電子情報・環境エネルギー等の産業の創出を支える共通基盤技術として新たな製品・市場を切り開く可能性が高く、国際的優位性を早期に確立することで、経済的、技術的波及効果は極めて大きいものとなる。また、現在、国際的なナノテクノロジー分野の開発競争が激化しつつあり、この国際競争に打ち勝つためには、我が国が優位性を有する情報家電、燃料電池、ロボット、医療機器、バイオ等の応用分野において、大企業中心に進められてきた「基礎加工技能・技術特殊な要素技能・技術に習熟し、その仕様を理解して製造技術の高度化を図る人材」及び「豊富なナノ加工プロセスの知識や先端機器を使いこなすノウハウ等を持つと共に、ナノテクノロジー分野を俯瞰し製造現場の技能・技術を統括できる人材」の育成を一層加速すると共に、産業の基盤と創出を支える中堅・中小企業においてもこれらの人材育成を開始することが緊急の課題である。そのような認識に基づいた産学官連携による人材育成システムの構築を目指して、地域における人材育成の必要性とその取り組みの実態を調査する。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノプロセッシング施設、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム

⑨【計算科学研究部門】

(Research Institute for Computational Sciences)

(存続期間：2001. 4. 1. ～)

研究部門長：池庄司 民夫

副研究部門長：三上 益弘

総括研究員：北浦 和夫

所在地：つくば中央第2事業所

人 員：31 (29) 名

経 費：253,466千円 (186,243千円)

概 要：

本研究部門は、ミクロからマクロまでの広範な系において、量子力学、統計力学、連続体力学などの種々の物理法則に支配される世界を対象としている。部門内はこれらの物理法則に基づく計算手法で4つのグル

ープ(量子、粒子、複合、基礎解析モデリンググループ)に分かれているが、実際にはそのようなグループを越えて、現実的な問題を解決すべく5つの重点課題を掲げて研究を進めている。それぞれの研究概要は以下のとおりである。

1. ナノテクノロジーシミュレーション技術に関する研究：

1nm から100nm にわたるナノスケール材料の構造の制御、発現される機能の解析を可能とする手法の開発、およびこのサイズの系が持つ特徴について系統的な研究を行っている。

2. 生体系シミュレーション技術に関する研究：

生体高分子の構造・機能を計算科学によって解明することを目的とし、量子化学計算を中核とした解析・設計技術の研究とともに、新規・既成の手法によるタンパク質やDNAなどの研究を行っている。

3. 化学反応シミュレーション技術に関する研究：

広範な化学反応(不均一触媒、溶液反応、気相反応など)を扱うことを目指して、化学反応解析・設計手法および反応経路予測手法の開発と具体的な化学反応の機構解明の研究を行っている。

4. シミュレーション基礎理論に関する研究：

シミュレーション技術を高度化しその適用範囲を拡大する事を目指し、電子相関、電子励起状態、輸送問題を扱うための理論手法の開発、およびこれらの手法の適用研究を行っている。

5. 材料シミュレーション技術に関する研究：

シミュレーション基礎理論で開発した最新のシミュレーション技術を取り入れて、特に電子材料の解析から特性予測まで幅広い研究を行っている。

これらの課題に共通することとして、現実の問題のほとんどが、マルチスケール、マルチフィジクスと言われる複合現象であり、それらを扱うためのシミュレーション手法の開発を長期的な重要な課題として取り組んでいる。また、現象の解析の段階から、新しい現象の予測、狙った機能を持つ系の設計の段階にある。このような手法開発と同時に、現実問題のシミュレーション、そのための並列化などの手法開発を進めて、プログラムの公開・普及に努める。さらに、平成15年度末に導入されたAISTスーパークラスター上での研究を進める分野戦略をグリッド研究センターと共同で行った。

発 表：誌上発表67件、口頭発表134件、その他6件

内部グラント：

分野戦略実現のための予算「AIST スーパークラスター上での高速実現のためのプログラムの最適化」

外部資金：

文部科学省 主要5分野「統合ナノシミュレーションシステムの研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金「第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体の構造と電子機構の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「蛋白質・巨大分子系のための量子シミュレータの開発」

文部科学省 科学研究費補助金「非経験的フラグメント分子軌道法による蛋白質の構造最適化計算のルーチン化」

文部科学省 科学研究費補助金「局在化基底による新しい固体電子励起状態計算手法の開発」

独立行政法人科学技術振興機構「単一分子伝導・接合シミュレーション」

独立行政法人科学技術振興機構「電極二相界面のナノ領域シミュレーション」

-----  
**量子モデリング研究グループ**

(Quantum Modeling Research Group)

研究グループ長：内丸 忠文

(つくば中央第2)

概要：

量子力学の原理に従って電子の振る舞いを記述し、電子機能素子や化学反応過程を高信頼度、高効率に扱う手法の開発・改良に取り組む。(分子軌道法、密度汎関数法)

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目11

**粒子モデリング研究グループ**

(Particle Modeling Research Group)

研究グループ長：三上 益弘

(つくば中央第2)

概要：

分子動力学法、モンテカルロ法などにおいて統計力学の新しい手法を開発し、生体高分子や自己組織化膜などの複雑な物質の構造・機能と分子間相互作用の関係を研究する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目6、テーマ題目11

**複合モデリング研究グループ**

(Hybrid Modeling Research Group)

研究グループ長：石橋 章司

(つくば中央第2)

概要：

材料科学における実際の問題に対して、適切な理論モデル・計算手法・計算プログラムを開発し、材料シミュレーション(バンド計算等)をすることで問題の解決を図り、産業技術の発展に寄与する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目11

**基礎解析研究グループ**

(Fundamental Analysis Research Group)

研究グループ長：浅井 美博

(つくば中央第2)

概要：

計算シミュレーションの適用範囲を拡大することを目的としたシミュレーション基礎の開発および、それらと係わりの深い分野の物性理論研究(電子相関、励起状態、電子輸送など)を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4、テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目12

-----  
**[テーマ題目1] ナノテクノロジーシミュレーション技術に関する研究(重点課題)**

運営交付金

外部予算

ナノレベル電子セラミックス材料低温形成・集積化技術(NEDO)

ナノ構造体シミュレーション技術の開発(NEDO)

統合ナノシミュレーションシステムの研究開発(NAREGI、文科省)

ナノ物質・量子シミュレータの開発(ACT-JST)

[研究代表者] 三上 益弘(計算科学研究部門)

[研究担当者] 三上 益弘、田中 克己、都築 誠二、橋本 保、三浦 俊明、篠田 渉、森下 徹也、手塚 明則、尾崎 泰助、小川 浩、吉田 晴男、篠田 恵子、西尾 憲吾、吉田 孝史、寺倉 清之(研究コーディネータ)、森川 良忠(大阪大学)(職員11名、他4名)

**[研究内容]**

1ナノメートルから100ナノメートルのスケールにわたるナノスケール材料(無機材料、有機材料、生体高分子材料、およびそれらからなる複合材料)の構造の制御、発現される機能の解析を可能とするシミュレーション手法の開発、およびナノスケール系の持つ特徴について系統的な

研究を行い、ナノテクノロジーのためのシミュレーション技術を確立することを目的とする。

本年度は下記の手法の研究開発と適用研究を実施し、以下のような成果を得た。

(1) 電子状態計算の大規模化・高精度化

ナノ構造体の持つ機能は、本質的に量子効果に関係するため、大規模系の電子状態計算を可能にするオーダ(N)法の開発と標準的な密度汎関数法と分子軌道計算法の高精度化を行った。その結果、生体高分子にも適用できる変分最適化基底関数、安定なオーダ(N)法を実現した。また、分散力を精度良く効率的に計算できる基底関数系とCCSD(T)法の補正項の計算手法を開発し、比較的負荷の小さい計算により芳香族分子の相互作用エネルギーを精密に推定する新しいモデルケミストリーの手法を実現した。

(2) 分子動力学法の大規模化・高精度化

ナノ構造体では、ナノサイズの集合体としての構造と安定性が重要であり、その予測・解析には分子動力学シミュレーションが有効である。そこで、その高効率化、高速化、高精度化を進め、以前に我々が提案した熱浴と系の結合の強さを一般化する方法が、マルチカノニカル法及びサリス統計法と同等とみなせることがわかった。その結果、より幅広いエネルギー領域のサンプリングを実現した。

(3) 適用研究

以上のように開発している第一原理分子動力学法を用いて、量子ドットと高圧下の共有結合性物質の相転移現象の研究を行った。また、分子動力学法を用いて、ナノ構造体を作る上で重要な自己集合化現象、脂質二重膜による分子透過現象、ナノ空間における相転移の系統的研究に取り組んだ。さらに、微粒子衝突による薄膜形成(低温でのセラミックス膜の形成)、粒子法による破壊・爆発現象の研究に取り組んだ。その結果、自己集合化膜と水界面の構造と動的性質は、自己集合化膜の密度、分子の末端官能基により大きく変化することや脂質二重膜の代わりに擬環状タイプの脂質膜を用いると安定性と柔軟性を同時に満たす分子膜が実現できることなどの成果を上げた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 密度汎関数法、分子軌道法、分子シミュレーション、分子動力学法、モンテカルロ法、分子間相互作用、粗視化法、ナノ構造体、自己組織化膜、生体膜、量子ナノドット、表面・界面

【テーマ題目2】 生体系シミュレーション技術に関する研究(重点課題)

【研究代表者】 北浦 和夫(計算科学研究部門)

【研究担当者】 北浦 和夫、古明地 勇人、FEDOROV Dmitri、上林 正巳、

館野 賢(東京工業大学)

(職員4名 その他1名)

運営交付金、運営交付金(分野戦略予算)

外部予算: 蛋白質・巨大分子系のための量子シミュレータの開発(科研費)

非経験的フラグメント分子軌道法による蛋白質構造最適化計算のルーチン化(科研費)

フラグメント分子軌道法による生体分子計算システムの開発(JST-CREST)

【研究内容】

生命現象の本質を計算科学によって解明することを目的とする。そのためには、生体高分子を、マルチスケール、マルチフィジックス、ならびに多くの複合領域にわたる境際的な対象として捉え、量子力学的計算を中核とした解析・設計シミュレーション技術の研究を行う。

(1) FMO法

動的負荷分散の仕組みを改良し、500-1000CPUによる並列計算の効率を改善した。FMO-MCSCF法を完成させた。CI法への拡張を開始した。FMO法の実用レベルのプログラムを開発し、GAMESSに組み込んで公開した。

(2) 量子・古典融合法の開発

QM/MMの一種である諸熊らのIMOMM法のQM部分にFMO法が使えるプログラムを開発した。

(3) 電荷分布の高速計算法の開発

パラメータの改良を行い、実験と非常に良い相関を得ることに成功した。

(4) FK506結合タンパク質とリガンドの結合エネルギー

FMO法のSBDDへの応用として、FK506結合タンパク質とリガンドの結合様式を解析した。

(5) 大規模実証計算の実施

AIST スーパークラスター1,000CPUによる、光化学系I全系(約20,000原子系)のFMO-RHF/6-31(+)-G\*レベルの計算を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体分子シミュレーション、大規模系の量子化学計算、量子・古典融合法、大規模系のシミュレーション手法、蛋白質の構造・機能シミュレーション

【テーマ題目3】 化学反応シミュレーション技術(重点課題)

運営交付金

運営交付金(分野戦略予算)

外部予算

ナノスケール触媒創成シミュレータの開発(ACT-JST)

電極二相界面のナノ領域シミュレーション(CREST-JST)

【研究代表者】 内丸 忠文(計算科学研究部門量子モデ

ルリンググループ)

【研究担当者】池庄司 民夫、内丸 忠文、土田 英二  
崔 隆基、秋永 宜伸、森川 良忠、  
BOERO Mauro (職員4名、他3名)

【研究内容】

電子状態計算で扱える原子の数を大幅に増加させるとともに、反応経路を効率的に探索することを可能にすることにより、現実の問題における広範な化学反応（不均一触媒、溶液反応など）を扱えるようにすることを目的とする。

本年度は、電極反応、固体表面上の触媒反応、溶液内化学反応、大気環境中の反応など、化学反応に係わる様々な具体的問題を取り上げ、反応経路や反応機構に関して、詳細な解析を行った。

(1) 電極反応の第一原理分子動力学による解析

電子状態計算、反応経路探索、古典分子動力学などを総合的に組み合わせて、燃料電池の電極反応を解析した。

(2) 固体表面上の化学反応

第一原理分子動力学（バンド計算）の固体触媒への適用の最初として、メタノール合成触媒反応の初期過程として重要なギ酸の生成および分解過程について、当部門で中心的に開発している STATE を用いて解析した。

(3) 溶液内化学反応

① 超臨界水中の化学反応

超臨界水中で特異的に起こるベックマン転位反応について、超臨界水中の不完全な水素結合ネットワーク構造が重要な役割を担っていることを明らかにした。

② 有限要素基底に基づく第一原理分子動力学計算の溶液系への適用

有限要素法基底を用いる電子状態計算プログラムを液体ホルムアミドに適用した。動径分布関数や振動密度などについて信頼度の高い情報が得られることを確かめた。

(4) 大気中化学物質の計算化学的環境動態予測

計算化学的手法により加水分解反応過程を解析し、化学物質の環境動態に及ぼす加水分解過程の寄与を見積もることができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】第一原理分子動力学法、STATE、量子・古典動力学法、効率的反応経路探索法、誘起構造相転移、電極反応、表面赤外可視和周波発生、超臨界水中

【テーマ題目4】シミュレーション基礎理論（重点課題）

運営交付金  
外部予算

単一分子伝導・接合シミュレーション (JST-CREST)

複合手法を用いた電子構造計算技術の開発 (JST-CREST)

局在化基底による新しい固体電子励起状態計算手法の開発 (科研費基盤 C)

ナノ複合系設計 (NAREGI、文科省)

【研究代表者】浅井 美博 (計算科学研究部門基礎解析研究グループ)

【研究担当者】浅井 美博、中西 毅、  
ARYASETIAWAN Ferdi、伏木 誠、  
大脇 創 (職員4名、他1名)

【研究内容】

先端分野での研究開発を促進するためにシミュレーション理論の研究開発と具体的な問題への応用を行う。特にナノエレクトロニクス分野で重要であるナノ電子系における輸送問題、磁性及び強相関効果と光励起ダイナミクス等の問題を扱うための理論手法開発を行う。これらの問題が総合的に絡んでいるナノプローブに対するシミュレーション理論の研究開発も行なう。

電子相関・電子励起状態の計算理論の開発：

(1) 強相関電子系の DMFT+GW 理論

理論に現れる振動数に依存した短距離クーロン斥力に関して、スペクトル関数の高エネルギー領域での影響が大きい事を見出した。これと関連して、第一原理計算からモデルハミルトニアンをマップする理論を開発した。

(2) 電子励起状態の TDDFT 理論

TDDFT の非局所交換相関項に関しては contact 近似の妥当性に関する研究を纏めた。

(3) GW 法の応用

実用的な光触媒物質である InVO<sub>4</sub>、TiO<sub>2</sub>に対して、電子状態に対する酸素マイグレーションの効果及びバンドギャップに対する電子相関効果を明らかにした。

ナノ構造系・分子の電子輸送現象の理論研究：

(1) 電極・分子接合系における非弾性電流

電流により非弾的に励起される分子内振動の散逸エネルギー、振動モード依存性の機構などを解明した。

(2) コンダクタンスの長さ依存性の理論

分子のコンダクタンスがその長さや電極のフェルミエネルギーに依存して変化する事に対して、dephasing 効果やクーロンブロック効果と与える影響について解明した。

(3) 電界放出の第一原理計算

表面からの電界電子放出において、バルク状態からの寄与と表面状態を介した寄与を統一的に扱う手法を開発し、表面状態寄与の重要性をより明確に示した。

(4) 量子ドットを片腕に持つ AB リングにおけるフェノ効果

片側に量子ドットを持つ AB リングの伝導における位相測定問題に関して、ドットとリード間の少数の強

結合準位の存在が位相保持に重要であることを差分法を用いた数値計算と解析的な理論により解明した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 電子相関、輸送問題、有限要素法

#### 〔テーマ題目5〕 材料シミュレーション技術に関する研究

運営費交付金

外部予算

ナノ複合系設計 (NAREGI、文科省)

第一原理計算における極限環境下における分子性固体の構造と電子機能の解析 (科研費)

小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究 (原子力)

結晶性材料の構造および電子状態に関する理論的研究 (共同研究)

〔研究代表者〕 石橋 章司 (計算科学研究部門複合モデリンググループ)

〔研究担当者〕 織田 望、西村 憲治、片桐 秀樹、  
宮崎 剛英、吉田 晴男、田村 友幸  
(職員7名)

#### 〔研究内容〕

第一原理電子状態計算・分子動力学計算による材料シミュレータ「QMAS (Quantum Materials Simulator)」の作成

エレクトロニクス材料の理論研究のため、効率・精度の両面で優れた Projector Augmented-Wave (PAW) 法を採用して、標記の計算プログラムを作成した。

「陽電子消滅 $\gamma$ 線運動量分布・陽電子寿命」、「電場下の電子状態・原子に働く力」などを計算できることが特徴的な機能である。

材料、特に電子材料・光学材料などの機能性材料の開発・評価に資するために、適切な理論モデル・計算手法および基礎理論の課題で得られた最新の成果を取り入れた計算プログラムを構築する。また、実験研究者との密接な連携のもと、実問題に適用しその解決を図る。

本年度は、材料研究のための第一原理電子状態計算プログラムの作成および整備とダイヤモンド・有機導体などを対象とした適用研究に重点を置き研究展開を行なう。

第一原理電子状態計算・分子動力学計算による材料シミュレータ「QMAS (Quantum Materials Simulator)」の作成

エレクトロニクス材料研究のため、効率・精度の両面で優れた Projector Augmented-Wave (PAW) 法を採用して、標記計算プログラムを作成した。「陽電子消滅 $\gamma$ 線運動量分布・陽電子寿命」、「電場下の電子状態・原子に働く力」などを計算できることが特徴的な機能である。

電子材料への適用研究

(1) ダイヤモンド表面構造の決定・浅い n 型不純物の

探索

ダイヤモンド表面構造を決定し電界放出計算の基礎データとした。浅い n 型不純物の探索の一環として2準位3電子系の複合ドナーのエネルギー準位を計算した。

- (2) 歪 Si 層への Ge の拡散の陽電子消滅法による検出  
歪 Si 層への Ge の拡散の陽電子消滅法による検出を理論計算により確認した。
- (3) 単一成分分子性導体の電子状態  
新しい物質群である単一成分分子性導体について代表的物質の電子状態を明らかにした。
- (4) ポリジアセチレンの光誘起構造相転移  
ポリジアセチレンの光誘起構造相転移に関連して DFT 法でアセチレン (PDA) 型とブタトリエン (PBT) 型の安定性を調べた。
- (5) 繰り返し加重下のクラック進展  
繰り返し加重下のクラック進展の様子を古典分子動力学法により明らかにした。

#### 〔テーマ題目6〕 AIST スーパークラスター上での高速実現のためのプログラムの最適化

〔研究代表者〕 池庄司 民夫 (計算科学研究部門)

〔研究担当者〕 池庄司 民夫、関口 智嗣 (AIST スーパークラスター)、  
横川 三津夫 (グリッド研究センター)、  
北浦 和夫、FEDOROV Dmitri、  
池上 努 (グリッド研究センター)、  
石田 豊和、石橋 章司、工藤 知宏  
(グリッド研究センター)、  
篠田 渉、尾崎 泰助、児玉 祐悦 (グリッド研究センター)、  
森川 良忠 (大阪大学)  
(職員11名、その他2名)

#### 〔研究内容〕

フラグメント分子軌道 (FMO) 法の並列化とその実行:

AIST スーパークラスター (ASC) 中の最大構成のシステムである P-32 (1024nodes, 2048Opteron) では、フラグメント分子軌道 (FMO) 法を用いて、これまでにない大きなタンパク質の電子状態計算を集中的に行った。FMO 計算のプログラムとしては、2004年5月に公開した GAMESS 版を用いた。まず、GAMESS の並列計算が、ASC の myrinet-SCore 上での MPI を用いた方法で効率よく動作するように、socket-MPI hybrid mode を開発した。次に原子数約20,000個のタンパク質の電子状態計算を行った。このサイズでの計算は、世界最大である。以上の作業は、計算科学研究部門とグリッド研究センターで合同チームを作って行った。現在は、タンパク質とリガンドとの相互作用など、FMO の特徴を生かした大規模計算を行っている。

第一原理分子動力学プログラムの ASC 上での並列化:

M-64 (128nodes, 512 Itanium) は、ASC の中でメモリ重視のシステムであり、平面波基底の密度汎関数 (DFT) 計算のプログラムに適している。そのようなプログラムとして STATE を選び、ASC でも効率よく動作するように、新たに FFT ルーチン等を開発して、チューニングした。その結果、従来はスーパーコンピュータを必要とした金属原子100個程度の電子状態計算が ASC 上で可能となった。以上の作業は、計算科学研究部門とグリッド研究センターで共同して行った

**[テーマ題目7] 第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体の構造と電子機構の解析 (外部資金: 科学研究費補助金)**

**[研究代表者]** 石橋 章司 (計算科学研究部門複合モデリング研究グループ)

**[研究担当者]** 石橋 章司、浅井 美博、寺倉 清之 (研究コーディネータ) (職員2名、他1名)

**[研究内容]**

第一原理計算手法および物性理論に基づき、分子性固体の構造と電子機能の解析を行なう。新物質あるいは極限環境下の物質を特に研究対象とする。新規に合成された分子性固体の電荷分布、バンド構造、導体であればフェルミ面構造などの電子構造を、第一原理計算により求め、新物質の機能の予測、各種分光実験結果の解釈に資する。必要があれば、第一原理分子動力学法により格子定数・原子位置を最適化し、結晶構造も計算により決定する。高圧下など極限環境下での分子性固体の電子構造についても同様の研究を行なうが、この場合、現時点での実験技術では到達困難な環境を理論計算によりシミュレートし、新規な物性の発現の可能性を探ることも視野に入れる。また、現有の計算手法の適用限界を見極め、物性理論などを駆使し、計算手法の高精度化・高速化を行ない、より分子性固体の物性計算に適した手法を確立する。

本年度は、単一成分分子性導体 Ni(tmdt)<sub>2</sub> と Au(tmdt)<sub>2</sub> の電子構造を第一原理平面波擬ポテンシャル法で計算した。両者は同じ結晶系をとり格子定数も近いが、価電子数が1だけ異なっており、電子状態にも差がある。Ni(tmdt)<sub>2</sub> についての計算結果は磁気量子振動実験によるフェルミ面の観測結果を良く再現できた。Au(tmdt)<sub>2</sub> については、フェルミ準位近傍の電子バンドの素性と感受性の波数依存性の詳細な検討を行い、この物質の電子構造の特徴を明らかにした。また、Au(tmdt)<sub>2</sub> の外側の S 原子を Se に置換して得られる Au(tmstfdt)<sub>2</sub> 分子も Au(tmdt)<sub>2</sub> と同じ結晶形をとり、その格子定数も近く、価電子数も等しい。しかし、S を Se に置換したことによる微妙な分子間の重なりの変化がフェルミ面の形状に

有意な変化をもたらすことが計算の結果から明らかになった。

**[分野名]** ナノテク・材料・製造

**[キーワード]** 第一原理電子状態計算、分子性固体

**[テーマ題目8] 蛋白質・巨大分子系のための量子シミュレータの開発 (外部資金: 科学研究費補助金若手研究B)**

**[研究代表者]** Dmitri G. Fedorov (計算科学研究部門量子モデリング研究グループ)

**[研究担当者]** Dmitri G. Fedorov (職員1名)

**[研究内容]**

第一原理に基づいた量子化学計算法は高精度と一般性を持つが、計算量が膨大な為、巨大分子への適用が進まない。第一原理法の精度と一般性を保ちながら、分子分割により大幅に計算量を減らすことに成功したのは FMO 法である。

高分子や分子集合体では、分子内・分子間非結合相互作用を高精度で計算するためには電子相関効果を含んだ電子状態計算を行う必要がある。本研究では、本方法を発展させ、巨大分子の分子内非結合相互作用の計算法として実用化する。

本年度は、反応領域などの重要な部分には高精度計算法を適用し、それ以外の部分には低精度計算法が適用できるように、異なった基底関数や波動関数を融合して計算する多階層 FMO 法を開発し、この計算方法を Diers-Alder 反応に適用し化学反応系に関する FMO 法の精度を確認、第一原理計算と比較して数 Kcal/mol の誤差で反応熱と活性化エネルギーを再現できることを明らかにした。さらに、当所の超並列コンピューターに本プログラムを載せ、超並列環境下で高効率に稼動できることわかった。新しく開発した方法は GAMESS に組み込み無償公開の予定である。

**[分野名]** ナノテク・材料・製造

**[キーワード]** FMO 法、並列、蛋白質、GAMESS

**[テーマ題目9] 局在化基底による新しい固体電子励起状態計算手法の開発 (外部資金: 科学研究費補助金)**

**[研究代表者]** 片桐 秀樹 (計算科学研究部門量子モデリング研究グループ)

**[研究担当者]** 片桐 秀樹、Aryasetiawan Ferdi、石田 俊正 (分子科学研究所) (職員2名、他1名)

**[研究内容]**

本研究課題では、(1) 局在化基底関数 (ガウス基底関数) を用いた Hartree-Fock 法と post Hartree-Fock 法を周期系に適用して固体の電子励起状態を第一原理から求めるプログラムを開発すること、(2) 一次元固体の電子状態計算を行い、そのパフォーマンスを明らかにする

ことを目的としている。昨年度までに、周期境界条件を適用した Hartree-Fock 法のほか、積分変換法、二次の Moller-Plesett 摂動法、coupled-cluster (CC) 法、equation of motion-CC (EOM-CC) 法のプログラムモジュールを作成した。

今年度は、これらのプログラムに quasi-particle エネルギー準位を計算する機能を追加して、エキシトンの束縛エネルギーを求められるようにしたほか、プログラム全体のブラッシュアップ（逐次実行部分の並列化および一部プログラムの書き換え）によって、実行速度の高速化を図った。改良したプログラムをポリエチレンに応用し、EOM-CC 法による一重項励起エネルギーを様々な基底関数を用いて計算したところ、diffuse な関数を加えた基底関数 (6-31+G 基底) では 8.1eV となり、実測値として報告されている 7.6eV とよく一致する結果を得た。また、一重項および三重項励起エネルギーのシステムサイズ依存性（周期系に含まれるユニットセル数）を EOM-CC 法、DFT 法、TDHF 法の三者で比較し、一重項励起エネルギーではいずれも同じような依存性を持っているのに対して、三重項励起エネルギーでは、DFT 法だけが EOM-CC 法、TDHF 法と異なった依存性を持っていることを示した。この結果は EOM-CC 法による励起エネルギーが DFT 法に比べて、より正確であることを示唆するものとなった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 第一原理計算、結晶軌道法、励起状態

【テーマ題目10】 非経験的フラグメント分子軌道法による蛋白質の構造最適化計算のルーチン化  
(外部資金：科学研究費補助金)

【研究代表者】 北浦 和夫 (計算科学研究部門)

【研究担当者】 北浦 和夫、上林 正巳、根本 直  
(生物情報解析センター) (職員3名)

【研究内容】

アミノ酸配列から蛋白質の立体構造を非経験的に予測することは未だ成功していないが、ホモロジーモデリングや3D-1D 法など、構造既知の蛋白質との類似性に基づいて、新規アミノ酸配列を持つ蛋白質の構造予測をする方法が発展しつつある。本研究では、これらのモデリング構造や解像度の低い実験構造など、何らかの形で蛋白質の構造が得られた場合に、それら初期構造として非経験的電子状態計算による構造最適化を行うことにより、精密な信頼性の高い構造を求める手法を確立することを目的とする。

本年度は、FMO 法の高速化と高精度化を行うとともに、FMO 法の計算構造の精度を検証するために、ポリペプチドで標準 ab initio MO 法と比較した (計算はすべて RHF/3-21(+)G レベル)。アラニン10量体の  $\alpha$ -helix、 $\beta$ -turn と extended 配座異性体および Met-enkephalin 二量体で比較した。両者の構造は、原子の

デカルト座標の最小二乗変位 (RMSD) で最大 0.20 Å であった。これにより FMO 法が ab initio 構造を非常に精度よく再現することが確認できた。次いで、合成ポリペプチドのアルファ-1二量体、植物毒蛋白質の crambin および IgG 結合蛋白質の B1ドメイン蛋白質 ProteinG の構造最適化を行った。これらの結果は、非経験的電子状態計算で得られる蛋白質構造 (気相中の構造) が、結晶中または水溶液中の構造とほぼ同じであり、低解像度の構造データの精密化に使えることを示した。方法論の開発に関しては、全エネルギーなどのプロパティを高い精度で計算するために、より大きな基底関数による電子相関を考慮した計算が可能な FMO 法 (FMO-MP2法) と、高精度電子状態理論 (計算時間大) と低精度電子状態理論 (計算時間少) を混在して用いることができるマルチレーヤーFMO 法を開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 FMO 法、蛋白質、最適化

【テーマ題目11】 統合ナノシミュレーションシステムの研究開発・ナノ複合系設計の研究開発  
(外部資金：科学技術振興費)

【研究代表者】 三上 益弘 (計算科学研究部門)、  
寺倉 清之 (研究コーディネータ)

【研究担当者】 三上 益弘、篠田 渉、森下 徹也、  
尾崎 泰助、土田 英二、小林 伸彦  
(ナノテクノロジー研究部門)、  
中西 毅、橋本 保、  
Aryasetiawan, Ferdi、浅井 美博、  
池庄司 民夫、石橋 章司、手塚 明  
(先進製造技術研究部門)、  
西村 憲治、大脇 創、寺倉 清之  
(研究コーディネータ)、  
森川 良忠 (大阪大学)、  
小谷 岳生 (大阪大学)、  
石田 浩 (日本大学)、  
大淵 真理 (富士通)、  
広瀬 賢二、宮本 良之 (NEC)、  
杉野 修 (東京大学)、  
矢花 一浩 (筑波大学)、  
信定 克幸 (北海道大学)、  
小山 敏幸 (物材機構)、  
加賀爪 明子、佐々木 直哉 (日立)、  
毛利 哲雄 (北海道大学)  
(職員14名、その他15名)

【研究内容】

統合ナノシミュレーションシステムの研究開発：

本課題では、非経験的分子軌道法、密度汎関数法、分子動力学法、統計力学プログラムなどのナノシミュレータの統合方法に関する研究を行い、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野の研究に広く利用できる統合ナノシ

ミュレーションシステムの開発を行うことを目的とする。本年度は、非経験的分子軌道法、密度汎関数法、分子動力学法、統計力学積分方程式の統合データ形式を確立し、各研究グループで開発されるシミュレータを試験的に統合した。さらに、シミュレーション結果を表示するナノ可視化システムのプログラムを開発した。これらのサブシステムを統合し、統合ナノシミュレーションシステムの $\alpha$ 版を構築した。

具体的には、(1) 分子軌道法プログラム：FMO-games、統計力学積分方程式プログラム：3D-RISM、ナノ磁性量子応答解析プログラム：APLS-looper (C-Mag) の3種のプログラムに対し、解析パラメータ、入出力データ、入出力プログラム、入出力説明書を詳細に調査し、平成15年度に設計した「計算科学シミュレータ統合データ形式設計書」に基づいて統合データ形式を開発した。(2) 昨年度、設計した「入出力コンバータ機能設計書」に基づき、分子軌道法プログラム：FMO-games、統計力学積分方程式プログラム：3D-RISM、ナノ磁性量子応答解析プログラム：APLS-looper (C-Mag) の各プログラムの統合データ形式と各プログラムの独自のデータ形式の間に入出力データコンバータを開発した。(3) 昨年度、設計した「可視化システム設計書」に基づき、オープンソースの可視化ソフトを利用して、ナノシミュレータの入力データと出力データを表示するナノ可視化システムのソフトウェア開発を行った。(4) 昨年度に実施した全体システム設計および GUI 機能設計に基づき、GUI システムの入力データ編集機能・シミュレーションの実行制御機能・ジョブ実行状況のモニタリング機能・出力結果のグラフ表示機能を持つソフトウェアを開発し、分子軌道法プログラム：FMO-games、統計力学積分方程式プログラム：3D-RISM、ナノ磁性量子応答解析プログラム：APLS-looper (C-Mag) の3種とツール6種 (FMO-util, PyMol, Mayavi, gnuplot, Openbable, RasMol) を組み込むことにより、統合ナノシミュレーションシステムの $\alpha$ 版を構築した。

ナノ複合系設計の研究開発：

本課題では、量子細線、量子ドット、相分離型合金系のナノサイズドメインなどの個々の素材の安定性、形成過程、および物性の解析を進めるとともに、それらの素材を組み合わせたものや基板に埋め込まれた複合系の機能 (伝導、光応答、磁性など) の予測を可能とするために、方法論開発、プログラム開発を行うことを目的とする。

本年度は、量子細線、量子ドット、相分離型合金系のナノサイズドメイン、などの個々の素材の安定性、形成過程の解析を進めるとともに、それらの素材を組み合わせたものや基板に埋め込まれた複合系の機能 (伝導、光応答、磁性など) の予測を可能とするために、方法論開発、プログラム開発を進め、予備的な計算を実行した。

また、現実の応用のためには、必然的に大規模となる複合系の扱いを可能とする電子状態計算の手法を改良・開発し、プログラムの作成を進めた。具体的には、(1) 大規模第一原理電子状態計算の効率化と高機能化を目指して、第一原理局在軌道法を整備し、非平衡グリーン関数による量子伝導の計算に組み込んだ。(2) 複合系量子伝導現象の第一原理計算手法として、リカージョン伝達法の拡張を行い、計算の効率化と安定化を進めた。(3) 光応答と電子励起による反応制御のための時間依存密度汎関数法の研究・開発については、物質への原子衝突の例として、グラフェンシートへの高速水素原子の衝突のシミュレーション、強光子場中での多電子ダイナミックスの例として、配向のそろった分子からの高次高調波発生の解析を N<sub>2</sub>分子について行った。(4) ナノ組織化材料のための Phase-Field 法の研究・開発については、エピタキシャル膜成長解析、Fe-Pd 系の逆位相境界の時間発展についての第一原理計算に基づく解析、均質化法とフェーズフィールド法の連携、などの成果を得た。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノシミュレーション、第一原理電子状態計算、分子シミュレーション、ナノ材料

【テーマ題目12】 単一分子伝導・接合シミュレーション  
(外部資金：科学技術振興機構)

【研究代表者】 浅井 美博

【研究担当者】 浅井 美博、中西 毅、  
ARYASETIAWAN Ferdi (職員3名)

【研究内容】

単一分子を介した電気伝導に伴う非弾性効果、量子散逸効果を理論的に研究する。伝導電子と分子内振動やフォノンとの結合に起因する非弾性効果を始め、電子相関効果等も研究する。単一分子伝導機構をより良く理解する為に、電子状態計算に基づく研究に加え、物性理論モデルを用いた網羅的な研究も行なう。

本年度は、伝導電子と分子内振動やフォノンとの結合に起因する非弾性効果を取り扱うための電子状態理論を開発し、拡張ヒュッケル近似の下に典型的なテストケースであるベンゼンジチオール・金 (111) 2電極系に対して適用した。原子・分子ワイヤーのゼロバイアスコンダクタンスの長さ依存性を物性理論的に研究した。

非弾性電流の分子内振動エネルギーに対する閾値的な振る舞いを確認し、さらに非弾性電流に対する振動モード依存性や、エネルギー散逸量等をこの理論に基づき計算した。原子・分子ワイヤーのゼロバイアスコンダクタンスの長さ依存性に関してはそのエネルギー依存性 (フェルミエネルギーと原子エネルギー) を明らかにし、長さに対する偶奇振動を電極の電子状態を変化させる事により反転させ得る事を解明した。

〔テーマ題目13〕 電極二相界面のナノ領域シミュレーション (外部資金：科学技術振興機構)

〔研究代表者〕 池庄司 民夫 (計算科学研究部門)

〔研究担当者〕 池庄司 民夫、崔 隆基、秋永 宣伸 (職員2名、その他1名)

〔研究内容〕

電極に代表される固液界面および界面付近の構造、電子移動とそれにともなう化学反応を、分子・原子のオーダーから第一原理シミュレーションで明らかにし、さらに実用的な意味での電極全体の挙動をシミュレーションするための計算理論を構築する。

電極近傍での化学反応を伴うプロトン伝導を明らかにするために、必要な第一原理計算の要件について検討し、第一原理計算として有限要素基底あるいはオーダーNの方法を採用することにした。また、実用的な意味での電極全体の挙動をシミュレーションするための方法について検討し、格子ボルツマン法に焦点を絞りつつある。また、第一原理計算のプログラムのチューニング、計算環境の整備、CREST 研究員等の採用を行った。

これまでの産総研ほかのグループで行ったプロトン伝導の第一原理計算の結果を参考に、電極反応系に必要な計算の条件を見いだした。また格子ボルツマン法を拡散系に応用する手法については、検討中である。第一原理計算のプログラムのチューニングでは、64node (256 Itanium) での計算が可能となるようにした。

⑩【生物機能工学研究部門】

(Institute for Biological Resources and Functions)

(存続期間：2002.9～)

研究ユニット長：巖倉 正寛

副研究部門長：中村 和憲、山岡 正和

総括研究員：清水 隆、平野 隆、岡 修一

所在地：つくば中央第6

人員：79 (77) 名

経費：1,455,600千円 (907,791千円)

概要：

1. ミッション

広い意味でのバイオプロセスに関連する技術体系等の整備に努め、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化等への貢献を目指すとともに、研究部門一般に課せられた共通のミッションであるプラットフォーム機能を果たすために、国内外のライフサイエンス、バイオテクノロジー分野の動向把握に努め、将来に向けた技術の芽を発掘・育成すると共に人材育成に取り組む。

2. 研究の概要

今後の我が国におけるバイオテクノロジー／ライ

フサイエンス分野における真の産業活性化においてバイオプロセス産業の本格化に対する期待感是非常に大きい。そのため、「バイオプロセスにかかる技術体系を整備し社会に提供すること」との認識のもと、その実現を目指し、バイオプロセスを構成する技術要素の分析、すなわち、技術を構成する基礎原理の理解・解明、技術レベルの現状、未来展望、社会的要請等の理解・分析により戦略的に課題を設定し研究開発を進めている。また、本研究部門の研究活動は、社会資本の活用を基本とすることから、高い倫理観と社会に対する説明責任の観点を重視すると共に種々の観点での社会貢献のあり方を模索し実践している。

具体的には、下記の5つの重点課題を設定し、各課題を推進することによりバイオプロセスに係る技術体系の整備に取り組んだ。

- ・生物遺伝子資源の探索  
自然生態系、人口生態系、共生系などの微生物相解析を通じた新規微生物・遺伝子資源の探索と各種生態系における微生物機能の解明に取り組んだ。
- ・生体物質の機能解析・利用技術  
生体物質である核酸、たんぱく質、脂質などの機能性分子について、その構造・機能解析・解明、分子創製・設計、合成・製造、分離精製、及びその利用技術の開発に取り組んだ。
- ・細胞・個体の機能解析・利用技術  
生命体である細胞・個体を対象に、遺伝子発現制御機構の解明、遺伝子発現ネットワーク解明、プロテオーム解析、生物時計分子機構の解明、バイオマーカーの探索、及びその利用技術の開発に取り組んだ。
- ・生体分析科学  
バイオプロセスに係る各種分析手法の開発、バイオセンシング技術の開発等による分離・分析技術開発、新規バイオセンシング素子開発、新規マイクロアレイ・チップの開発とそれを利用した分析技術開発に取り組んだ。
- ・バイオ計測・標準  
生分解プラスチック等の開発、その生分解性評価をはじめとする各種バイオ計測、バイオ標準を支える技術開発に取り組んだ。

-----  
外部資金：

経済産業省 試験研究調査委託費「マーカー遺伝子を導入した組換え微生物の検出法の開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発「オステオポンチン蛋白質に親和性を有する RNA アプタマーに関する研究」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発「ハイスルー

ブット対応生体外タンパク質合成キットの開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発「RNA 抽出・精製系の高機能化を目指した高純度 RNA 精製試薬キットの開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発「醸造副産物からの乳酸生産技術の開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発「紅麹発酵物の循環器系疾病改善効果を活用した製品開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発「長周期型睡眠リズム障害モデル動物の開発」

文部科学省 若手任期付研究員支援「構造形成要素に基づく蛋白質構築原理の解明」

文部科学省 若手任期付研究員支援「ゲノムワイド DNA アレイによる癌診断技術」

文部科学省 若手任期付研究員支援「環境複合微生物の迅速検出による環境質評価」

文部科学省 若手任期付研究員支援「ヒト微生物共生系の遺伝子解析及び利用」

文部科学省 総合研究「海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する共同研究」

文部科学省 「遺伝子情報解析に関する研究」

財団法人住友財団 基礎科学研究助成「鋳型非依存性 RNA 合成酵素の特異性切り替えの分子的基盤研究」

文部科学省 科学研究費補助金「出芽酵母と分裂酵母をモデルとした細胞極性の制御機構の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「生物時計による性選択の分子機構」

文部科学省 科学研究費補助金「蛋白質フォールディングにおけるフォールディング・エレメントの役割」

文部科学省 科学研究費補助金「哺乳類における給餌性リズム形成の分子機構に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「鋳型非依存性 RNA ポリメラーゼ CCA 付加酵素による CCA 付加の動画の作製」

文部科学省 科学研究費補助金「ショウジョウバエを用いたポリ (ADP-リボース) 代謝の生理的意義の解明」

(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構「生物機能活用型循環産業システム創造プログラム 植物利用エネルギー使用合理化工業原料生産技術開発 植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発」

(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構「生活機能活用型循環産業システム創造プログラム 環境中微生物の高精度・高感度モニタリング技術の開発」

(財) 日立地区産業支援センター「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 (細胞増殖促進機能を有したデスクトップ型細胞ファクトリーの開発)」

国立大学法人北海道大学「遺伝子情報解析に関する研究」

(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心プログラム 早期診断・短期回復のための高度診断・治療システム 心疾患治療システム機器の開発」

(独) 科学技術振興機構「生体分子検出用ナノ構造電極の開発」

(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構「細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発/多色多様生物発光システムを利用した細胞内マルチ標識技術開発、細胞内分子ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発」

(財) 日本産業技術振興協会産総研イノベーションズ「臨床遺伝子診断用小型解析装置事業化」

(財) 野田産業科学研究所「麹菌 DNA マイクロアレイによる遺伝子発現解析」

(財) 京都高度技術研究所「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 (ポストゲノム解析を簡便にする生体試料精密分画キットの開発)」

(独) 農業・生物系特定産業技術研究機構生物系特定産業技術研究支援センター「微生物による昆虫の生殖操作機構の解明と利用」

発表：誌上発表153件、口頭発表423件、その他19件

生物資源情報基盤研究グループ

(Microbial and Genetic Resources Research Group)

研究グループ長：鎌形 洋一

(つくば中央第6)

概要：

1) 生物遺伝子資源の探索・解析

メタン発酵リアクター、水処理活性汚泥、海洋熱水環境などを中心に新規微生物資源の探索、ならびに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析およびこれら微生物群の機能解析に関する研究を行った。また、これまで全く培養されてこなかったものの、環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離を行った。これらの中にはある種の微生物の培養上清液中の未知化合物を要求するような微生物、フタル酸類を分解する絶対嫌気性共生微生物などが含まれる。後者はこれまでにその存在が予想されていたものの全く分離例がなかった難培養微生物である。

2) 環境生物学

環境浄化と微生物の活動の関係を明らかにする目的で、環境汚染物質分解微生物(群)の探索と挙動解明を行った。すなわち、パラニトロフェノールやジクロロフェノキシ酢酸類を分解する微生物ならびに分解遺伝子群の詳細な解析を行った。また、環境浄化を目的に遺伝子組換え体微生物を環境に放出することを想定して、リスク評価等モニタリングが可能な標識化微生物の創製を試みた。また、水処理プロセスやルーメンなどの消化管微生物群集中の特定微生物(群)を SSU RNA 含量をもとに迅速かつ定量的にモニタリングするためのまったく新規な手法を開発した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

生物共生相互作用研究グループ

(Biological Interactions and Symbiosis Research Group)

研究グループ長：深津 武馬

(つくば中央第6)

概要：

非常に多くの生物が、恒常的もしくは半恒常的に他の生物(ほとんどの場合は微生物)を体内にすまわせている。このような現象を「内部共生」といい、これ以上ない空間的な近接性で成立する共生関係のため、きわめて高度な相互作用や依存関係がみられる。このような関係からは、しばしば新規な生物機能が創出される。共生微生物と宿主生物がほとんど一体化して、あたかも1つの生物のような複合体を構築することも少なくない。

我々は昆虫類におけるさまざまな内部共生現象を主要なターゲットに設定し、さらには関連した寄生、生

殖操作、形態操作、社会性などの高度な生物間相互作用をとまなう興味深い生物現象について、進化多様性から生態的相互作用、生理機能から分子機構にまで至る研究を多角的なアプローチからすすめている。

我々の基本的なスタンスは、高度な生物間相互作用をとまなうおもしろい独自の生物現象について、分子レベルから生態レベル、進化レベルまで徹底的に解明し、理解しようというものである。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5

酵素開発研究グループ

(Enzyme Exploration Research Group)

研究グループ長：宮崎 健太郎

(つくば中央第6)

概要：

本グループは、土壌微生物のスクリーニング・ゲノムインフォマティクス・メタゲノム等のアプローチにより、酵素およびその遺伝子を中心とした生物遺伝子資源を取得することを目的とする。また、進化分子工学や立体構造に基づいた機能改変を行い、タンパク質の構造・機能相関を明らかにするとともに、産業上有用な特性をもつ酵素を創出することを目的とする。

本年度は、近年研究人口が増加しつつある新たな微生物資源の活用方法、すなわち環境より微生物の分離培養を経ずに DNA を直接クローニングする方法(メタゲノム)研究に本格的に着手した。とくに、今後の展開を考え、他のグループにない独自性を築くことを目標にメタゲノムライブラリのハイスループットスクリーニング系の構築に注力した。

研究テーマ：テーマ題目6

機能性核酸研究グループ

(Functional Nucleic Acids Research Group)

研究グループ長：古沢 清孝

(つくば中央第5)

概要：

ポストゲノム時代に向けて、ゲノム情報及び生体分子の利用技術の確立は重要な研究課題である。今年度当グループは核酸および脂質の研究に取り組む。当グループが研究対象としている新機能性核酸(RNA アプタマー等)は、生体内では特定遺伝子や産物の人為的制御法として、生体外では検出・診断の新素材として期待されている。また、脂質類には従来の膜構成成分としての単純な見方を越えた機能性が認識されつつあり、新たな機能性素材として期待されている。それらツールとするための基礎的ならびに応用研究を目的とする。また、それら人工分子の開発と同時に天然に見られる現象、すなわち RNAi や RNA-タンパク質相互作用等の分子・原子レベルでの解析とその応用

を目指す。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8

### 蛋白質デザイン研究グループ

(Protein Design Research Group)

研究グループ長：巖倉 正寛

(つくば中央第6)

概要：

蛋白質デザインにおいて、欲しい機能を有する蛋白質を思いのままに創成することは究極の目標です。我々は、配列空間探索というコンセプトのもとに新しい観点からの蛋白質デザイン手法の開発に取り組みます。そのため、蛋白質の変異解析を行うとともに個々の変異の効果について曖昧な加算性を仮定した適応歩行法の広範な利用を推進します。また、作製される膨大な変異体を整理統合し、蛋白質の変異データベースの整備を行います。

また、蛋白質を工学的利用に貢献する技術として、蛋白質の配向制御固定化技術の確立を目標に研究を進めています。この実現のために、独自に開発した固定化反応の改良と固定化反応を適用できるように蛋白質の改良を行い、バイオプロセス、蛋白質デバイスをを用いた各種測定など広範な分野で利用できる技術の開発を行います。

研究テーマ：テーマ題目9

### 蛋白質ダイナミクス研究グループ

(Protein Dynamics Research Group)

研究グループ長：森井 尚之

(つくば中央第6)

概要：

タンパク質の構造ダイナミズムの原理の解明を中心目標とする。ゲノム情報が急速に明らかにされつつある現在、次の重要課題はゲノムの表現系である生体分子系の構造と機能の解明である。特に機能との関係では、個々のタンパク質の静的な立体構造の解析とともに、構造変換や分子間相互作用などの時間的空間的に変化する動的な過程（構造ダイナミズム）の理解が極めて重要である。個々のタンパク質についての研究とともに、このようなタンパク質に関する物理化学的過程がどのような一般原理で進行するのかを理解し解明することをグループの基本目標とする。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11

### 脂質工学研究グループ

(Lipid Engineering Research Group)

研究グループ長：神坂 泰

(つくば中央第6)

概要：

再生産可能な生物資源であり、健康維持に重要な役割を持つ脂質を、高効率に生物生産させるバイオプロ

セス技術の開発をめざす。そのために、微生物での脂質生産に関わる遺伝子を探索し、それらの有用遺伝子を再構築することによって、脂質生産を人為的にデザインする系の開発にとりくむ。具体的には、脂質蓄積性の微生物であるモルティエラ属糸状菌、ラビリンチュラ類海生菌、リボミセス属酵母や、遺伝子レベルでの解析が進んでいる出芽酵母などで、脂質蓄積及び脂肪酸合成に関わる蛋白質及び遺伝子の解析を進め、生理活性を有する高度不飽和脂肪酸の生産系を構築する。また、新たな脂質遺伝子資源を有する微生物を自然界よりスクリーニングし、その培養方法等の検討を行う。

研究テーマ：テーマ題目12

### 健康維持機能物質開発研究グループ

(Physiologically Active Substances Research Group)

研究グループ長：丸山 進

(つくば中央第6)

概要：

高血圧症、動脈硬化症、2型糖尿病など、生活習慣病の予防やその軽度な段階での改善のための機能性物質を開発し、特定保健用食品などとして実用化することを目標とする研究を行っている。本研究は食品由来の血圧降下ペプチドを特定保健用食品として世界で初めて実用化したことにより、産総研のアウトカムの例としても採り上げられており、その後も新たな特許実施契約などの実績を積んでいる。

具体的には沖縄県などの亜熱帯生物資源などを材料として、血圧降下物質、エンドセリン産生抑制物質、インスリン分泌促進物質、アディポネクチン産生増強物質などを探索し、機能メカニズムの解明を行いつつ、血圧降下作用、血糖値上昇抑制作用などを動物試験で確認し、企業による実用化を行うことを目的としている。

研究テーマ：テーマ題目13

### 分子認識研究グループ

(Molecular Recognition Research Group)

研究グループ長：小高 正人

(つくば中央第6)

概要：

各種のバイオツールを開発・利用し、膜タンパク質、脂質、抗体などの生体分子における精緻な分子認識機構を解明し、さらにこれらに基づく癌細胞転移機構等の解明を目指す。この目標のために、新規高分子微粒子の調製とアルツハイマー病の原因物質と考えられているアミロイド $\beta$ -タンパク質の分子間相互作用解析法の開発、生体膜における分子認識の場であるマイクロドメイン形成機構の解析、生体分子認識の解析ツ

ールとしてインビトロ免疫法を用いた高効率抗体作成技術の開発、および癌転移機構に関わる細胞間相互作用の解析を行った。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16

### 生物時計研究グループ

(Clock Cell Biology Research Group)

研究グループ長：石田 直理雄

(つくば中央第6)

概 要：

約24時間を周期とする生命活動の周期的変化のリズムをサーカディアン（概日）リズムと呼ぶ。本グループの研究戦略目標は、これら多様な生物時計の背後にある分子的基礎を、分子生物学、神経科学、生理学、遺伝学、行動学、形態学などの基礎的研究手法により総合的に研究し、知的基盤へ貢献することを第一の目的とする。さらにこれら基礎的研究成果の中から産業社会へ利用できるものを見出し、社会へ還元する。時計蛋白質 PER1のリン酸化と分解機構にカゼインキナーゼとプロテオソームの関与を報告した。

(Biochem J. 2004, 380, 95-103)

糖尿病モデルマウスを用いて糖尿病併発性心筋梗塞の原因としてプラスミノゲンアクティベーターインヒビター1 (PAI-1) の過剰発現リズムが関与することを見出した。(Thrombosis Res. 114, 129~135, 2004)。食事を自由に与えたネズミの方が、新しい昼夜逆転環境に早く適応できる事を時計遺伝子と行動レベルから証明した (Genes to Cells, 2004 9, 857-864) (他報道多数) ストレプトゾトシン誘発糖尿病モデルマウスにおいて血清コルチコステロンリズムの過剰発現を見出した (BBRC, 317, 330~334, 2004)。ショウジョウバエにおいては食事のリズム位相調節能力が光ほど強力ではない事を見出した (Neuro Report, 15, 4, 739~743, 2003)。

研究テーマ：テーマ題目17

### 遺伝子応用技術研究グループ

(Applied Gene Technology Research Group)

研究グループ長：町田 雅之

(つくば中央第6)

概 要：

遺伝子、タンパク質などの生体に分子に関する情報を高精度かつ高速に解析する技術の開発およびこれらの情報を産業に展開するための技術を開発することを目的とする。磁気ビーズ、マイクロアレイ、蛍光検出などを利用した新たな解析手段の開発、およびゲノム情報を利用した診断技術の開発や生物機能の利用技術の開発を行う。固定化した DNA から試験管内の転写翻訳系を用いることによって、簡便に活性状態のタン

パク質アレイを作成する技術、DNA マイクロアレイによって染色体異常を検出することによってガンなどの診断を行う技術、ゲノム情報に基づいた新規な酵素の機能解析などによる生体分子の解析に有用なツールの開発や有用物質の生産に結びつけるための技術などの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目18、テーマ題目19

### バイオセンシング技術研究グループ

(Biosensing Technology Research Group)

研究グループ長：丹羽 修

(つくば中央第6)

概 要：

ナノ領域や単分子膜表面での分子認識基盤技術の開拓やバイオセンサー応用を目的とし、材料、デバイス、或いは、表面解析法からのアプローチを行った。材料的には、金ナノ微粒子の合成を行い、それに糖鎖などの分子認識部位を有する自己組織化膜を修飾したナノ材料を用いて、蛋白との相互作用を光学的に評価する手段を立ち上げた。また、表面プラズモン共鳴 (SPR) 法を用いた分子認識膜と蛋白質の相互作用を定量的に解析する為、小型 SPR 装置 (16年度購入) を用いて予備検討を行った。一方、デバイス面では、原子間力制御型電気化学顕微鏡のカンチレバーを利用したナノセンサーを開発し、膜蛋白との相互作用を1分子レベルで計測する手法を開発した。

研究テーマ：テーマ題目20

### 複合微生物研究グループ

(Microbial Community Research Group)

研究グループ長：金川 貴博

(つくば中央第6)

概 要：

複合微生物系は環境保全対策に広く用いられている。当研究グループでは複合微生物系中の特定微生物の定量方法の確立や、微生物相を解析する手段の確立のための研究を行っている。研究方法は、DNA 解析を主としている。また、当グループで開発した DNA 解析方法を、医療、食品など広い分野で使用することも目指している。

1. 産業廃水の処理に汎用されている活性汚泥法において、トラブルを起こす糸状性細菌の活性の度合いを定量するための新しい手段の開発を行った。また、活性汚泥法によるリン除去における微生物相の変化を研究した。
2. 特定の微生物が生態系に与える影響を評価するためのモデル生態系の構築を行い、その安定性を確認した。
3. ヒトゲノム中の一塩基多型を解析するための新規な方法や、特定の細菌の存在量を解析する新たな方

法など、DNA解析の新手法を開発した。

#### 4. DNA計測方法の標準化に協力するため、国際機関から送られてきたDNA試料の測定を行った。

研究テーマ：テーマ題目21

### 環境保全型物質開発・評価研究グループ

(Environmentally Degradable Polymer Research Group)

研究グループ長：常盤 豊

(つくば中央第6)

概要：

糖鎖型およびエステル型の高機能高分子の開発：天然に豊富に存在する糖を利用した高機能性高分子として、開環重合してポリエステルを与えるモノマー(MTC)と側鎖に糖を有するイソプロピリデングルコフラノースとをラジカル共重合して、生分解性で主鎖にエステル基、側鎖に糖を有する共重合体を得た。ポリL-乳酸とポリD-乳酸から調製した高融点のポリ乳酸ステレオコンプレックスは、酵素により分解されないことを見出した。

生分解性高分子素材の環境影響評価：系統的類縁関係の明確な乳酸菌6属12種には、ポリエステル分解能を示すものは見いだせなかった。ゴム分解微生物の特性を把握するため、タイヤゴムの生分解性を詳しく検討した。タイヤトレッドの微生物分解において、天然ゴムからはイソプレンオリゴマーが、また合成ゴムからはブタジエンオリゴマーが生成することを明らかにした。

生分解性高分子素材の処理技術の開発：放線菌 *Kibdelosporangium* 属の1菌株が、ポリ乳酸を強力に分解することを発見した。この菌株は、使用後のポリ乳酸廃棄物の処理に有望と思われた。ゴム製品の微生物分解については、微生物の種類によって生育条件が異なり、生育は遅いが比較的多量の分解中間体を蓄積する微生物を見出した。

研究テーマ：テーマ題目22

#### 〔テーマ題目1〕複合微生物の迅速検出手法の開発

〔研究代表者〕 関口 勇地 (生物機能工学研究部門生物資源情報基盤研究グループ)

〔研究担当者〕 関口 勇地、大橋 明子、井口 晃徳 (職員1名、他2名)

#### 〔研究内容〕

本研究では、迅速・簡便に複合微生物群集中の特定微生物群を検出・定量する技術を開発し、その技術によって微生物を指標とした廃水処理プロセス等のバイオプロセスの診断、各種環境の環境室診断を達成することを目的としている。平成16年度は、昨年度に引き続き、嫌気性廃水処理プロセスをモデル微生物生態系とし、その生態系においてプロセス診断上重要な指標となる微生物の

特定を行うと同時に、我々が新規に開発したRNA分子を標的としたRNAase H法を用いることによって、主要構成微生物群の定量を試みた。この際、定量手法を実際の処理プロセスに適用するためにさまざまなプローブをデザインし、それぞれのプローブの有効性を評価した。その結果、嫌気性廃水処理プロセスの運転上重要ないくつかの微生物を同定し、そのいくつかについて機能解明を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 環境微生物、プロセス診断、微生物検出技術

#### 〔テーマ題目2〕標識遺伝子を導入した組換え微生物の検出法の開発

〔研究代表者〕 鎌形 洋一 (生物機能工学研究部門生物資源情報基盤研究グループ)

〔研究担当者〕 鎌形 洋一、木村 信忠、諸野 祐樹 (職員2名、他1名)

#### 〔研究内容〕

微生物の分野では、国内において現在までに実用化されている組換えDNA技術として、酵素、医薬品の生産などの閉鎖系において利用されている例が数多くあるが、環境中などの開放系利用においては実用化されている例は未だに存在しないのが現状である。一方、研究段階では組換えトリクロロエチレン分解菌、水銀化合物浄化菌、石油分解菌等の環境浄化を目的とする組換え微生物が現段階で創製されており、化学物質や重金属を分解・除去する環境浄化微生物などへの実用化が期待されている。そのような組換え微生物の利用法の一つとして、環境中の汚染物質除去を行うために組換え微生物を環境中へ添加して環境浄化を促進する、いわゆる“bioaugmentation”が注目されている。しかしながら、環境中に解放した微生物の生残性や浄化活性を長期間に渡ってモニタリングする手法はまだ確立していない。そこで、汚染物質分解微生物を特異的に検出し、追跡できる手法の確立を目指した。本年度はTCE分解微生物 *Burkholderia cepacia* G4株が持つ toluene-2-monooxygenase 遺伝子へマーカ一配列を導入し、その特異的検出を試みた。*Burkholderia cepacia* G4株由来の toluene-2-monooxygenase 遺伝子に計7種類のマーカ一配列を導入し、それぞれを特異的に検出することが可能であることを明らかにした。マーカ一配列導入による酵素活性への影響は見られなかった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 トリクロロエチレン、マーカ一遺伝子、トルエンモノオキシゲナーゼ

#### 〔テーマ題目3〕微生物による昆虫の生殖操作機構の解明と利用

〔研究代表者〕 深津 武馬 (生物機能工学研究部門生物共生相互作用研究グループ)

〔研究担当者〕 深津 武馬、安佛 尚志、沓掛 (高橋) 磨也子、櫻井 真紀子、陰山 大輔、後藤 俊輔、辰野 聖子、周防 佐知江、戸塚 典子 (職員3名、他6名)

#### 〔研究内容〕

目的:

ショウジョウバエおよび内部共生細菌であるスピロプラズマをモデル系として、雄殺しや細胞質不和合などの生殖操作や、宿主体内における共生の分子機構に関与する遺伝子を同定する。さらにはそれらの遺伝子を改変・操作することによって、宿主昆虫の生殖表現型や内部共生系を操作できる系の確立をめざす。

実施方法:

ショウジョウバエにおいて EP 因子をゲノム中にランダムに転移挿入した突然変異系統を多数作成し、その中から共生細菌による生殖操作が救済される突然変異体をスクリーニングして、内部共生や生殖操作に関わる宿主遺伝子群を取得する。さらにはショウジョウバエにおける導入遺伝子の時空間特異的発現システムを利用して、宿主昆虫の共生系や生殖表現型の操作を試みる。

進捗状況:

ショウジョウバエの EP 因子挿入突然変異体の作製、スクリーニング、さらには GS 系統の導入とスクリーニングが進行中で、いくつかの内部共生に関わる遺伝子の突然変異体の候補が単離され、その一部については詳しい解析をすすめている。突然変異体スクリーニングのほかにも、スピロプラズマの個体群動態や、宿主免疫系との相互作用などについての新知見が得られている。さらに、雄殺しスピロプラズマの全ゲノム配列の決定も進んでいる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 昆虫、微生物、内部共生、生殖操作

#### 〔テーマ題目4〕 ヒト-微生物共生系の遺伝子解析及び利用

〔研究代表者〕 古賀 隆一 (生物機能工学研究部門生物共生相互作用研究グループ)

〔研究担当者〕 古賀 隆一、小池 早季、牧野 純子 (職員1名、他2名)

#### 〔研究内容〕

目的・目標:

共生微生物とヒトの相互作用は人の一生を通じて続くため、その健康や老化に与える影響は甚大である。従ってこの関係を解析し、改善する方策を見つけることはヒトの健康増進・老化抑制に非常に有効であると考えられる。本研究では、高度生命現象である微生物とヒトとの共生系を遺伝子レベルで解析し、成果をヒトと微生物の関係を改善することによって健康増進や老化抑制を図る食品成分やプロバイオティクスの開発に役立てることを目的としている。

研究計画:

ヒト培養細胞-微生物共培養系をモデルとして、DNA マイクロアレイ、生物情報処理技術、組織化学的手法を駆使し、微生物との相互作用に関与するヒト遺伝子群を同定するとともに炎症反応などの生命現象と微生物との関係も見出す。

進捗状況:

ヒト培養細胞が細菌との共培養によって発現を亢進すると思われる候補遺伝子を DNA マイクロアレイ解析に選出した。これら候補遺伝子と関連する遺伝子の発現変化を定量的 RT-PCR により詳細に解析を行った結果、腸管免疫系で重要な役割を果たしていると思われる3種のケモカインが処理した細菌種に依存して差分発現変化をしていることが示唆された。また、培養細胞で構築した腸上皮モデル系に細菌を処理したところ、細菌種に応じて異なった膜抵抗変化を示すことを見出した。二つの現象ともになぜ特定の菌がヒトに有用であるのかと言う疑問に対して答えを与え得るものであるため、その解析はヒトと微生物の共生系を理解する上での重要な知見や、ヒトの健康増進や老化抑制を目的とした生理活性物質やプロバイオティクスの新たな選択基準をもたらす可能性がある。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 腸内細菌、健康と老化、プロバイオティクス、機能性食品

#### 〔テーマ題目5〕 微生物-昆虫間の遺伝子水平転移の進化過程及び分子機構の解明

〔研究代表者〕 深津 武馬 (生物機能工学研究部門生物共生相互作用研究グループ)

〔研究担当者〕 深津 武馬、今藤 夏子、櫻井 真紀子 (職員1名、他2名)

#### 〔研究内容〕

目標:

我々の研究グループは、ボルバキアという共生細菌の大きなゲノム断片 (推定100kb 以上) が、アズキゾウムシという昆虫の X 染色体上に水平転移していることを発見した。この共生細菌から宿主昆虫への遺伝子水平転移現象について、その進化過程と分子機構を明らかにすることをめざす。

研究計画:

アズキゾウムシの X 染色体上に水平転移した共生細菌ボルバキアのゲノム断片の全長をクローニングし、両端の宿主染色体部分を含めたその一次配列構造を決定する。具体的にはアズキゾウムシ全 DNA のコスミドゲノムライブラリーを構築し、既知のボルバキア遺伝子をプローブにしてショットガン配列決定および染色体歩行によって、ゲノム断片の全長を取得、配列決定する。決定されたゲノム断片上のすべての細菌遺伝子を同定して、The Institute for Genomic Research が決定したショウ

ジョウバエのボルバキアのゲノム配列との比較により、水平転移した細菌遺伝子の塩基置換パターンの特徴、特徴的な分子進化などについて探索する。

進捗状況：

ボルバキアの遺伝子配列をプローブとして、アズキゾウムシ全 DNA から作成したコスミドライブラリーのスクリーニングをおこなった。これまでに約100kb の領域をカバーする5つのコスミドクローンをショットガンシーケンスで塩基配列決定を終了しており、さらに両側に染色体歩行を進めている。これまでの解析からわかったこととして、転移ボルバキアゲノムはアズキゾウムシ染色体上でさまざまなレトロトランスポゾンにより分断されていた。ボルバキアの各遺伝子の配置は基本的にはよく保存されていた。ボルバキアの全ゲノムを約10kb 毎にカバーする130セット以上のプライマー対を作成して PCR 検出をおこなったところ、ボルバキアゲノムの半分ほどの領域が水平転移している可能性が示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】昆虫、微生物、共生、遺伝子水平転移

#### 【テーマ題目6】先進バイオプロセス用新規遺伝子資源の開発

【研究代表者】中村 和憲

(生物機能工学研究部門 副部門長)

【研究担当者】宮崎 健太郎、矢追 克郎、末永 光

(常勤職員3名、契約職員1名、ポスドク1名)

【研究内容】

従来、酵素スクリーニングといえば、土壌サンプルをもとに集積培養を繰り返し、有用微生物を同定する手法が取られてきた。しかし今日では、実験室で培養可能な微生物が実際に存在するもののうちの1%にも満たないということがわかってきている。そこで、自然界に存在する微生物資源を余すことなく有効活用するために、分離・培養を介さないで微生物資源を活用する方法、メタゲノム研究が注目を浴びている。本アプローチでは、環境より直接抽出された DNA (メタゲノム) をライブラリ化し、スクリーニングする。

メタゲノム研究に着手するグループは、いまだに少数に留まっているが、世界中に現れつつある。大多数のグループは寒天プレート上で酵素活性のアッセイを行っている。すなわち、寒天培地に色素等の化合物を混合しておき、酵素活性の発現とともに色素の着色・脱色でスクリーニングを行う。我々は、同じアプローチを取ることを避け、他のグループとの差別化を図るために、高感度に活性の検出が可能な溶液系でのスクリーニングを中心に行うことにした。とくに本年度は、ハイスループットシステムの構築に注力した。また、環境試料から直接 DNA を抽出することは、実験室で一般的に微生物を培養し抽出することに比べると格段に困難な点が多いため、

実験技術の確立にも力を入れた。

実際には、コークス炉ガス廃液処理活性汚泥を DNA ソースに選び、効率的な抽出方法を確立し、さらにメタゲノムライブラリを構築した。また、スクリーニングのスループット、ヒット率、人的労力、コストなどについて検討した。その結果、我々の実験系に最適化したマイクロタイタープレートを用いた系を構築した。本システムにより、培養から酵素抽出、反応、検出までを一連の自動化システムで効率的に行うことができる。ターゲット酵素としては糖分解酵素、シトクロム P450、酸化ストレス応答に関わる遺伝子群を材料とし、スクリーニングを行った。しかしながら、検出感度が低く、ポジティブクローンを選ぶには至らなかった。今後は、よりモデル的な酵素を材料に選び、活性感度を向上させる方法を段階的に構築していく。

上記方法とは別に、メタゲノムを鋳型に PCR により遺伝子を増幅・クローニングする方法も検討した。糖分解酵素、シトクロム P450等をターゲットとしてマルチプルアラインメントによりプライマーに適したモチーフを抽出し、縮退プライマーを合成し、増幅を試みた。環境 DNA を鋳型にした場合、ベクターに挿入した後の DNA を鋳型とした場合等、各種条件を検討したが、ポジティブクローンを得ることは非常に困難であった。一方、単離しないまでもある程度培養を経て集積効果の高まった微生物群から抽出した DNA を鋳型に PCR を行った場合、ポジティブクローンを得ることができた。しかしながら、ターゲット酵素について常に適切なプライマーを作成できるとは限らないこと、得られる DNA 断片は部分配列であり、全長 DNA を再取得する必要があること、ヒット率が非常に低いこと、擬陽性(得られる断片長が目的の長さにも近くとも配列上は相同性のないもの)を簡便に判定できないことなどの理由から、酵素活性を直接スクリーニングする方法に比べて効果的でないとの感触を得た。鋳型濃度やプライマー設計、反応溶液組成等、改善の余地は大きいですが、クローン化後の工程も考慮するとターゲットが決まっている場合以外には、現状では不適な方法であると判断している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】環境 DNA、メタゲノム、産業酵素、ハイスループットスクリーニング

#### 【テーマ題目7】新機能性核酸

【研究代表者】Penmetcha Kumar (生物機能工学研究部門機能性核酸研究グループ)

【研究担当者】Penmetcha Kumar、富田 耕造、西川 諭、Thirumanannseri Kumarebel、御園 智子、西川 富美子、Subash Chandra Bose Gopinath、楳原 琢哉、関矢 聡、瑞原 あい (職員3名、他7名)

### 〔研究内容〕

情報と機能を合わせ持つ RNA に着目し、新機能を有する RNA 分子の創出とその応用への展開ならびにその基本となる RNA-蛋白質相互作用の分子・原子レベルでの解析を目指す。

新規 RNA アプタマーの開発では、インフルエンザサブタイプに対するアプタマーを創出し生体分子相互作用解析装置を用いて解離定数を測定し親和性を定量的に評価した。これらのアプタマーはサブタイプの差を認識できることが分かった。アプタマーは抗体以上の親和性を持っており機能素子としてきわめて有用といえる。アプタマーの選別法について新しく方法論を開発した。またアプタマーのチップ化に関する検討を進めた。

ヒスチジン資化オペロンに関して転写制御タンパク質 HutP、RNA、L-ヒスチジン、 $Mg^{2+}$  イオンからなるアンチターミネーション4次複合体の構造を1.60Å 分解能の X 線結晶解析で決定した。この複合体の構造から、HutP がターミネーターRNA に特異的に結合すると、RNA は三角形の構造に変化し、下流の mRNA の転写開始のスイッチが ON になるというアンチターミネーションの形成機構を提案した。また、RNA の合成および分解に関与する蛋白質による RNA の認識機構、機能発現の分子的基盤を解析するために、tRNA の5' あるいは3' 末端を合成する鋳型非依存性 RNA 合成酵素の機能構造解析を行った。特に CCA 付加酵素の複合体解析からそのヌクレオチドの選択の分子的基盤の一端を明らかにした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 新機能性核酸、RNA、アプタマー、タンパク質、複合体、X 線結晶解析、分子的基盤

### 〔テーマ題目8〕 生体機能模倣材料

〔研究代表者〕 古沢 清孝（生物機能工学研究部門機能性核酸研究グループ）

〔研究担当者〕 古沢 清孝、村上 梯一、芝上 基成、後藤 理恵、加藤 和明、三由 伸、正村 亮、広野 玲子  
（職員3名、他5名）

### 〔研究内容〕

21世紀には生体に学んだ技術開発が不可欠である。生体分子工学の展開を目標とする。天然糖脂質アナログや複合化・集積化可能な機能化糖脂質を分子設計・合成し、生体膜マイクロドメイン形成との関わりを明らかにするとともに、センサ等の機能材料への応用を目指す。また、耐環境性に優れた膜材料開発を目的として各種の人工環状脂質を開発する。

チオール基を疎水部末端にもつ新規機能化糖脂質（マルトース系一本鎖型）を合成し、金基板上に固定化してレクチン（ConA 等）との相互作用を QCM 法により解

析した。さらに金微粒子をチオール型糖脂質で修飾した複合体を調製し、その分散水溶液中に ConA を加えると凝集し、色が変化する（紫色→無色）ことを見出した。環状骨格の両端にコリン基と水酸基を持つ非対称型人工環状脂質の合成ルート確立に成功した。この脂質を自己組織化することにより、直径約80nm のリボソームを形成することを見出した。さらにこのリボソームはチューブ状に経時変化することを見出した。この合成で得られた知見を基に2つの親水基が単糖および水酸基である非対称型人工環状脂質の合成ルートを確立した。また、ジアセチレン重合で形成されたナノリボンはさらに高次の構造体（ポーラスシェル、フィッシュネットメッシュ）を構築することを見出した。このポーラスシェルとフィッシュネットメッシュは溶媒の極性を変化させることで可逆的に形態変化することを見出した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖脂質、チオール、金微粒子、レクチン、人工脂質、環状脂質、自己組織化、高次構造

### 〔テーマ題目9〕 蛋白質デザインに関する研究

〔研究代表者〕 巖倉 正寛（生物機能工学研究部門蛋白質デザイン研究グループ）

〔研究担当者〕 巖倉 正寛、織田 雅直、末森 明夫、広田 潔憲、新井 宗仁、竹縄 辰行  
（職員6名、他7名）

### 〔研究内容〕

我々が欲する機能を有する蛋白質を確実に創成するための技術としての配列空間探索による蛋白質デザインというコンセプトの実証研究、デザインした蛋白質利用としての配向制御固定化による生体外での蛋白質利用技術開発研究を行っている。更に、蛋白質がどのようにして高次構造を形成してその機能を発揮するのかの機構解明を目指し研究を行っている。

配列空間探索による蛋白質デザインというコンセプトの実証研究において、ジヒドロ葉酸還元酵素と p-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼを対象に変異解析を進めているが、前者に関しては、すべての部位について一アミノ酸置換変異体の作製を完了すると共にその中から約50%の変異体について変異蛋白質を分離精製均一化を行った。また、その特性データとして酵素活性、補酵素特異性、熱安定性などに関し調べた。後者に関しては、系統的に作製した一アミノ酸置換変異体の特性データを利用し、複数の特性を同時に改良する方法の開発を行った。

デザインした蛋白質の生体外での利用技術の観点から、医薬品候補蛋白質と特異的に結合する機能性タンパク質の創製及びその利用を目的とした研究を推進し、3種類の特異的結合蛋白質について配向制御固定化に向けた配列変換を行い、高効率で配向制御固定化を可能とする改

良蛋白質の開発を行った。

蛋白質構造形成機構の解明研究において、ジヒドロ葉酸還元酵素におけるフォールディングエレメントと名付けた配列単位の役割として、構造形成能（フォールダビリティ）獲得において必須な配列であることを示すとともに、高次構造形成反応段階において、反応初期段階に重要な役割を果たすことを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質デザイン、配列空間探索、配向制御固定化、蛋白質構造形成機構

【テーマ題目10】タンパク質の局所的構造性と相互作用性の基本様式及び機構の解明（運営費交付金）

【研究代表者】森井 尚之（生物機能工学研究部門蛋白質ダイナミクス研究グループ）

【研究担当者】石村 美雪、本田 真也、澤田 義人、鈴木 博人、村瀬 司  
（職員3名、他3名）

【研究内容】

タンパク質の局所構造の実験的および理論的解析により、タンパク質の構造形成機構や構造安定化原理の解明に寄与することを目標とする。また、産業用タンパク質の改変、小型タンパク質の機能開拓、生体分子間相互作用系への応用などの方向で、得られた基礎的知見を社会的価値ある形へ転換することを目指す。

局所構造の実験的解析に関しては、安定な高次構造を形成する10残基のペプチド・シニョリンの分子設計についての研究論文を国際誌に報告し、またプレス発表等を通じて社会に対する本成果の普及に努めた。これは、タンパク質として必須の物理化学的要件を、わずかなアミノ酸残基数で実現した点で重要な意味を持っている。さらに、このシニョリンのさらなる構造安定化を目指して、両末端残基を系統的に置換した変異体を多数作成し解析を進めた結果、熱安定性が約30度向上した変異体を得ることに成功した。今回、合成した変異体群の中では、芳香族性アミノ酸残基間の相互作用が全体の構造安定化に対して最も大きな影響を与えることがわかった。局所構造の理論的解析に関しては、構造モチーフの抽出とその多様性解析を昨年度に引き続き行うとともに、局所構造に立脚する新たなタンパク質研究への波及を期待して、解析した系統的分類結果を外部から閲覧可能にするための公開データベースの構築に着手した。小型タンパク質の機能開拓と生体分子間相互作用系への応用に関しては、安定な立体構造形成する骨格部分と種々のアミノ酸を配した柔軟なループ部分からなる人工タンパク質を設計合成した。この人工タンパク質といくつかのペプチドとの相互作用を調べたところ、ループ部分の残基種についてある程度の相関性があることを見いだした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、局所構造、構造形成機構

【テーマ題目11】生体分子秩序集合体における基本的構造形成機構の研究

【研究代表者】森井 尚之（生物機能工学研究部門蛋白質ダイナミクス研究グループ）

【研究担当者】別所 康男、佐伯 政俊、森井 奈保子  
（職員2名、他2名）

【研究内容】

アミロイド性フィブリルなどの周期性秩序構造の形成について、基本的な構造形成要因を明らかにする。また、生体高分子の秩序構造形成における磁場と界面の効果について検討し、その応用を図る。

周期性秩序構造の構造形成要因の解明に関しては、タンパク質の配列からアミロイド性フィブリルの形成傾向を予測する新たな方法を考案した。この予測方法をアミロイド形成が既知である種々のタンパク質に適用し、アミロイド形成に最も深く関わっていると思われる領域を抽出した。ついで、これらの領域に相当するペプチド分子を実際に合成し解析したところ、その大部分がアミロイド性フィブリルを形成することを確認した。この結果は、考案した予測方法の有用性および「疎水性の高いアミノ酸の線維軸方向への列状配置がアミロイド形成の基本要因である」というわれわれの作業仮説を支持するものであり、アミロイド構造の構造形成要因の解明に大きく貢献するものである。秩序構造形成における磁場と界面の効果の検討に関しては、外部強磁場による DNA の磁気モーメントの安定化効果と、DNA の希薄水溶液を乾燥させる過程で生じる気液界面および固液界面における液晶的集積効果を相乗的に適用することによって、DNA 分子鎖を一軸性に高精度に配向させる技術を確立した。さらに、この系に DNA と相互作用する各種の有機分子を添加することで、これらの分子を DNA と共に良好に配向させることに成功し、有機分子のあたらしい配向固定化膜の作成技術としての可能性を示した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、秩序構造、アミロイド

【テーマ題目12】脂質の生物生産の高効率化

【研究代表者】神坂 泰（生物機能工学研究部門脂質工学研究グループ）

【研究担当者】神坂 泰、木村 和義、植村 浩、中原 東郎、横地 俊弘  
（職員5名、他4名）

【研究内容】

微生物によって、脂質を高効率に生産するシステムの開発をめざす。ターゲットを、生理活性を有する高度不飽和脂肪酸におき、遺伝子解析が進んでおり、遺伝子改変が容易な出芽酵母を宿主として、高度不飽和脂肪酸を合成する酵素の遺伝子を導入して、高度不飽和脂肪酸を

生産するシステムを構築する。また、この出芽酵母の脂質生産性を向上させるために、脂質含量に関与する遺伝子の解析、発酵能を向上させるために、解糖系などのエネルギー生産系の解析を行う。さらに、脂質合成遺伝子に関わる新たな資源の開発をめざして、モルティエセラ属糸状菌、ラビリンチュラ類海生菌、リボミセス属酵母などでの脂質生産過程の解析を行う。平成16年度は、以下の結果を得た。

1. 脂肪酸合成に関わる不飽和化酵素及び鎖長延長酵素の遺伝子を、強力な発現プロモーターであるADH1プロモーターにつないだプラスミドを構築し、このプラスミドで形質転換した出芽酵母で、上記の酵素活性が発現することを確認した。
2. 出芽酵母の脂質含量を増加させる遺伝子の解析のため、それらの遺伝子破壊株を作成し、それらの株で増加する脂質クラス、脂肪酸の種類などを明らかにした。
3. モルティエセラ属糸状菌のリピッドボディでの蛋白質リン酸化酵素活性及びカゼインキナーゼ I の特異的阻害剤を用いた解析より、この糸状菌のリピッドボディでの動態、脂質蓄積にカゼインキナーゼ I が関与している事を見出した。
4. 出芽酵母での DNA マイクロアレイによる網羅的な解析により、解糖系が低下した変異株では、呼吸によるエネルギー生産経路の酵素の発現が増強され、全体としてのエネルギー効率が増上し、脂質などの物質生産の向上につながる事を見出した。
5. リボミセス属酵母の脂質蓄積に影響を与える植物由来の化合物について、その作用が主要な貯蔵脂質であるトリアシルグリセロールの合成阻害である事を見出した。
6. 高度不飽和脂肪酸を生産するラビリンチュラ属海生菌の培養条件を検討し、塩分及び油脂等を多く含む食品廃棄物をペースト状にしたものを培地として利用できる事を見出した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 脂質生産、微生物、高度不飽和脂肪酸、遺伝子組み換え

〔テーマ題目13〕 有用遺伝子探索と機能性生体分子創製、第4項

〔研究代表者〕 丸山 進 (生物機能工学研究部門健康維持機能物質開発研究グループ)

〔研究担当者〕 丸山 進、山崎 幸苗、河野 泰広、市村 年昭 (職員4名、他5名)

〔研究内容〕

高血圧や糖尿病などの生活習慣病の予防・改善のための機能性物質を開発し、実用化することを目標として研究を行った。高血圧自然発症ラットに経口投与したパッ

ションフルーツ果皮抽出物10~50mg/kg は投与1時間後に血圧を10~30mmHg 下げることを見出した。シソ科植物に多く含まれているルテオリン (フラボノイドの一種) が10 $\mu$ M の濃度で大動脈内皮細胞のエンドセリン-1 (強力な血管収縮物質) 合成を抑制することを明らかにした。また、沖縄産のクミスクチン等数種の植物抽出液、これらに含有されていることが確認できたポリフェノールなどについて、細胞あるいは動物レベルでプロスタサイクリン (血管拡張物質) 産生促進、エンドセリン産生抑制、血圧降下などの機能を確認した。また、合成フェルラ酸誘導体やショウガ、高良姜等のエキスについて培養脂肪細胞の分化促進、アディポネクチン産生増強作用を見出し、ショウガでは活性成分をジングロール等と同定した。ウコン抽出物やそれに含まれるクルクミンを添加した飼料で飼育すると糖尿病モデルマウスの血糖が低下し血中アディポネクチンが増加傾向を示すことを確認した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 高血圧、糖尿病、ポリフェノール

〔テーマ題目14〕 癌の骨髄転移機構の解析

〔研究代表者〕 岡田 知子 (生物機能工学研究部門分子認識研究グループ)

〔研究担当者〕 岡田 知子 他1名

〔研究内容〕

癌の骨髄転移機構を解明するために、骨髄高転移性癌細胞と骨髄由来内皮細胞、及び生理的条件下で骨を溶かす細胞である破骨細胞三者の相互作用を解析し、骨髄転移性癌細胞が内皮細胞を刺激して間接的に破骨細胞の分化誘導を増強する事を明らかにした。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 骨髄転移、癌、破骨細胞

〔テーマ題目15〕 生体膜マイクロドメイン解析のためのウイルス膜タンパク質発現系の開発

〔研究代表者〕 小川 昌克 (生物機能工学研究部門分子認識研究グループ)

〔研究担当者〕 小川 昌克 他1名

〔研究内容〕

培養細胞膜上でウイルスが出芽する際に形成される膜マイクロドメインの形成機構の解明を目指して、蛍光タンパク質が結合したウイルス膜タンパク質の発現系を作成した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生体膜、膜タンパク質

〔テーマ題目16〕 抗体作成技術の開発

〔研究代表者〕 羽生 義郎 (生物機能工学研究部門分子認識研究グループ)

〔研究担当者〕 羽生 義郎、岡田 知子 他1名

## [研究内容]

インビトロ免疫法を用いて特異性の高いモノクローナル抗体を高効率に作製する技術を開発し、作製した抗体の有用性を詳細に評価する手法を確立する。このために、抗原作製や免疫刺激の方法等の技術的改良を行った。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 抗体、インビトロ免疫

## [テーマ題目17] 運営費交付金

[研究代表者] 石田 直理雄 (生物機能工学研究部門生物時計研究グループ)

[研究担当者] 宮崎 歴、大石 勝隆、大西 芳秋  
(職員3名、ポスドク2名、学生2名)

## [研究内容]

## 1. 新規時計遺伝子の解析

モデル動物としてのホヤの人工海水での水槽飼育に成功した。又、DNA マイクロアレイ解析等により、現在発現が24時間振動する遺伝子を探索中である。

## 2. 生物時計遺伝子産物核内分子機構とその蛋白修飾機構解析

PER1のリン酸化と分解機構にカゼインキナーゼとプロテオソームの関与を報告した。(Biochem J. 2003 278, 42 41519~ 41527) PER2の核移阻害型時計分子を発現する長周期型トランスジェニックマウスの分子機構を研究中である。

## 3. 新規時計遺伝子ホモログの機能解析

我々はショウジョウバエ *D.melanogaster* のメイティングリズムが正常雌の CT12付近で抑制される事を報告してきた。ただし、TIM 変異株ではこの抑制が見られない。この交尾行動抑制に関する分子機構を明らかにする目的で本年度は cDNA マイクロアレイ解析 (アフィマトリックス社) を行った。CT12付近で抑制蛋白質が働いていることから約3時間前の CT9付近で mRNA の変動が見られる遺伝子を網羅的に探索するために、この時間帯で正常 CartonS♀で TIM 変異株♀より発現の多い遺伝子を選択した結果、ショウジョウバエ全遺伝子13,800の内から2078個に絞られた。その後これら遺伝子群の中で CartonS♀で CartonS♂より発現の上昇しているものを選択すると約400個まで絞られた。(P<0.06) 驚くべき事にはこの中に24個の卵形成 (Oogenesis) 関連の遺伝子が含まれた。例えば Chorion protein 18, 16, 36, 19, Yolk protein 3, Vitelline membrane 32E 等である。この事からショウジョウバエ♀個体の中で卵形成が盛んに行われている日周時間帯では、交尾活動が抑制される事が推定された。この現象は、未成熟卵の受精による生命力の低い次世代嫡子の産生を抑制する分子機構としては重要なものである可能性を示す。

## 4. 新規時計関連遺伝子の探索

糖尿病モデルマウスを用いて糖尿病併発性心筋梗塞

の原因としてプラスミノーゲンアクティベーターインヒビター1 (PAI- I) の過剰発現リズムが関与することを見出した。(Thrombosis Res. 114, 129~135. 2004)。食事を自由に与えたネズミの方が、新しい昼夜逆転環境に早く適応できる事を時計遺伝子と行動レベルから証明した (Genes to Cells in press, 他報道多数) ストレプトゾトシン誘発糖尿病モデルマウスにおいて血清コルチコステロンリズムの過剰発現を見出した (BBRC, 317, 330~334. 2003)。ショウジョウバエにおいては食事のリズム位相調節能力が光ほど強力ではない事を見出した (Neuro Report, 15, 4. 739~743, 2003)。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 体内時計、時計遺伝子、時差ぼけ

## [テーマ題目18] 生体分子の解析ツールとゲノム情報利用技術の開発

[研究代表者] 町田 雅之 (生物機能工学研究部門遺伝子応用技術研究グループ)

[研究担当者] 町田 雅之、玉野 孝一、萩原 央子、金 昱東、夏木 潤、戸田 智美、Naimuddin Mohammed、山口 純一、砂川 美佐緒、菅野 徳子、大橋 澄子、寺林 靖宜、岩瀬 啓一郎、佐藤 正明  
(職員2名、他12名)

## [研究内容]

ゲノム解析の進展によって膨大な遺伝子塩基配列が蓄積され、これを利用した生命科学の研究、ゲノム創薬や医療診断技術の開発、有用物質の生産技術の開発など、ライフサイエンス分野における基礎研究から医療・バイオテクノロジーなど産業利用まで、きわめて広範な利用が行われている。一方、ゲノム情報のより高度な利用には、単なる塩基配列だけでなく、DNA の修飾から遺伝子にコードされたタンパク質の性質、遺伝子やタンパク質が関与によって生産された物質、細胞の機能など、多種多様な解析を高速かつ安価に行うことが重要となっている。そこで、本研究では、分子生物学的・生化学的な技術の開発を中心とし、自動化を視野に入れた解析技術の開発を行う。また、様々な解析によって得られた情報を利用して、医療診断や有用物質生産などの産業化に利用するための技術を開発することを目的とする。

タンパク質アレイは、DNA マイクロアレイの製造技術を基盤として、タンパク質とタンパク質あるいはその他の分子との相互作用を解析するための技術として注目されている。現状では主として細胞内の相互作用ネットワークなどの研究目的に利用されているが、抗体アレイ、レクチンアレイなど、医療診断に利用される可能性を持ったアレイの開発も行われている。一方、タンパク質は変性や失活などの問題があり、乾燥させることが難しい、長期間の保存が困難であるなど、DNA マイクロアレイ

以上に製造と利用方法が難しい。そこで、あらかじめ DNA をアレイ状に固定化しておき、利用する直前に試験管内でタンパク質を合成することによってタンパク質に変換するタイプのアレイを考案した。また、自動的に溶液が交換できる形状にすることにより、容易に自動化が可能なプロテインアレイの基礎技術を開発した。麹菌ゲノム塩基配列については、自動的にアノテーションされた麹菌遺伝子情報を整理し、既に解析されている EST との対応付け、同様の機能を有する遺伝子のクラスタリング、麹菌ゲノムの特徴の解析などを行った。また、複数の培養条件などから得られた発現情報を用いた統計的処理によって、特定の機能を有する遺伝子を抽出する方法を考案した。機能推定された遺伝子より有用な活性を有すると考えられる酵素遺伝子を探索し、試験管内での発現などによって精製タンパク質として取得し、酵素活性、基質特異性などの酵素機能の確認と性質の解明を行った。

#### 〔テーマ題目19〕ゲノム情報に基づいた診断システムの開発

〔研究代表者〕平野 隆

〔研究担当者〕平野 隆、町田 雅之、玉野 孝一、森田 桂子、大貫 順子、斎藤 総一郎  
(職員3名、他3名)

#### 〔研究内容〕

ゲノム情報を利用した診断技術は様々な方式や技術が存在するが、ゲノム DNA に基づく方法は、解析方法が比較的容易で信頼性の高い結果が得られる特徴があると考えられる。また、細胞内のタンパク質分子の動態を時系列を含めてイメージング技術を用いて解析することにより、細胞機能に関する重要な情報が得られると期待される。そこで、発現メカニズムの解明やガンの性質などを高感度かつ高精度に診断するシステムを構築することを目的として高感度かつ高信頼度で解析する技術の開発を行った。

半導体ナノ粒子は、直径数ナノの大きさに揃えた半導体材料が外部からの光に対して極めて半値幅の狭い蛍光を発色すること、直径に依存して蛍光波長がことなること、従来の有機蛍光物質に比べて退色がほとんどないことが特徴である。この利点を生かせば、一波長で多蛍光を発色・計測することが可能となり、生きている細胞内の複数分子のリアルタイム解析に応用可能となる。今年度は生きた細胞内への半導体ナノ粒子の移行手法について検討した。正電荷を帯びたりポソーム中に封入する方法は、リポソームの毒性のため細胞が損傷することから、採用できないことが判った。ナノゲルを半導体ナノ粒子の周りに非特異的に貼り付けると、生きた細胞内に高効率で取り込まれることが判った。また細胞表面のある種のタンパク質に結合する抗体との結合でも生きた細胞内に入ることが明らかとなった。これまで半導体ナノ粒子

の生細胞観察は、細胞内にマイクロインジェクションにより注入する方法に限られていることから、これらの移行手法は重要な技術開発となる。

ヒトゲノム計画で染色体断片を安定に増幅するバクテリア人工染色体 (BAC) 技術の開発は決定的役割を果たした。BAC ライブラリーは、初期においては主として長大 DNA 断片のクローニング、染色体およびゲノム全体のマッピングなどに利用されてきたが、近年においてはマイクロアレイ化した BAC ライブラリーによるゲノム構造の比較解析技術が開発され、その有用性が増しつつある。世界的には NIH が RPCI に委託して作成した BAC ライブラリーがあるが、最近のゲノム研究は民族個性の解明にある。これまで日本においては公的日本人 BAC ライブラリーが作られていなかったことから、クローニングされる断片長の最大化、ライブラリーを構成する独立したクローンの最大化など、産総研において高品質な日本人ライブラリーを作るための技術開発を行った。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕プロテインアレイ、麹菌、ゲノム解析、半導体蛍光ナノ粒子、バクテリア人工染色体、BAC ライブラリー

#### 〔テーマ題目20〕自己組織化膜を利用した分子認識法、ナノセンサーの開発

〔研究代表者〕丹羽 修 (生物機能工学研究部門バイオセンシング技術研究グループ)

〔研究担当者〕飯島 誠一郎、平田 芳樹、澤口隆博、佐藤 縁、矢吹 聡一、Jia Jianbo  
(職員5名、他1名)

#### 〔研究内容〕

ナノ微粒子を用いた新たなバイオセンシング技術の構築を目的として、従来、グループで行って来た電気化学的な測定手法に加えて、光学的な手法の開拓を行った。前年度に、特定の核酸分子と選択的に相互作用する自己組織化膜及び相互作用を分光学的、或いは電気化学 QCM 法により解析する手段を開発した。それに加えて、今年度は新規に糖鎖を有するアルカンチオールを合成し、これを用いて固体表面上に糖鎖チオール単分子層の構築を行った。まず金微粒子の表面上に糖鎖チオール単分子層を構成することで、糖鎖修飾金微粒子を作製した。12-メルカプトドデシル  $\beta$ -D-マルトシドで修飾した金微粒子 (粒径15nm) 溶液の吸収スペクトルが、糖チオール修飾により金微粒子間の相互作用が変化することを反映して修飾前のピークに比べて20nm ほど高波長側にシフトすることを確認した。糖鎖修飾微粒子が特定のタンパク質 (コンカナバリン A : Con A) とのみ特異的に反応することを、微粒子の凝集、沈降反応により確認した。また、この反応を固体表面で観測し、結合の速度常数を評価することを目的に表面プラズモン共鳴

(SPR) 法を利用した。簡易な小型 SPR 装置 (NTT-AT 社、Handy-SPR) を用い、金薄膜 (約500nm) を修飾した BK7ガラス上に上記の糖鎖末端を有するチオール化合物で修飾し、ConA との相互作用を示すセンサーが得られた。また、相互作用前後の微粒子を透過型電子顕微鏡で観測し、凝集の様子を観察できた。今後は、上記生体分子の相互作用の電気化学的な制御を目的として研究を進める。

一方、膜蛋白1分子の構造と力学的な性質を調べることを目的に、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いた1分子ナノ力学計測技術を開発した。インフルエンザウイルスの膜蛋白質であるヘマグルチニンを対象に、インフルエンザウイルスのレセプターとなる複合糖質糖鎖とチオール基を持つ分子を合成した。金被覆したカンチレバーをトランスデューサとして用い、この表面に自己組織化膜としてレセプター糖鎖を固定化し、ナノセンサーを作製した。励振はレバー先端近くに接着した磁石微粒子を外側のコイルによって発生させた磁場により行った。振動強度一定モードで共振周波数の変化を測定することによりウイルスとの相互作用を検討した。ウイルスとの相互作用により20~130Hz の周波数が観測できること、測定溶液中に inhibitor となる糖を共存させることにより周波数のプロフィールが変化することなどの基本的な知見が得られ、開発したカンチレバーがナノウイルスセンサーとして働くことを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖、金属微粒子、相互作用、凝集、インフルエンザウイルス、カンチレバー、ナノセンサー

【テーマ題目21】

【研究代表者】 金川 貴博 (生物機能工学研究部門複合微生物研究グループ)

【研究担当者】 金川 貴博、川原崎 守、陶山 哲志、末永 光、野田 尚宏、白政 優子、奥貫 優、足立 賢、中繁 誠人、谷 英典、森田 奈央、寺村 達也 (職員6名、他6名)

【研究内容】

複合微生物系は環境保全対策に広く用いられおり、その安定的な利用に資するため、複合微生物系の解析を行っている。また、解析のための新たな手法の開発を行い、さらには、開発した手法を、環境保全のみならず、医療、食品など広い分野で使用することも目指している。研究方法は、DNA や RNA の解析を主として用いており、新規手法の開発も、DNA や RNA を対象に行っている。

1. 産業廃水の処理に汎用されている活性汚泥法において、トラブルを起こす糸状性細菌の活性の度合いを定量するための新しい手法として、デオキシリボザイムを用いて特定の菌の RNA を定量することを考案した。

これを、実験室内で模擬廃水の処理を行っている活性汚泥に適用して、その有用性を実証した。また、活性汚泥法によるリン除去における微生物相の変化を研究した。

2. ヒトゲノム中の一塩基多型を解析するための新規な方法として、多型部分の手前にオリゴ DNA をハイブリダイズさせて、一塩基だけ伸長させて、取り込まれた塩基の種類を蛍光によって判定する方法と、3' 末端が多型部分のオリゴ DNA をハイブリダイズさせて、DNA 伸長反応が起こったかどうかを蛍光で判定する方法の2種類を開発した。また、特定の DNA を定量する方法として、競合 PCR 法の改良型の方法を開発した。

3. DNA 計測方法の標準化に協力するため、国際機関から送られてきた DNA 試料の測定を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 DNA 解析、廃水処理、標準化

【テーマ題目22】 生分解性高分子素材の開発と処理

【研究代表者】 常盤 豊 (生物機能工学研究部門環境保全型物質開発評価研究グループ)

【研究担当者】 常盤 豊、土井 明夫、平栗 洋一、楽 隆生、カラビア・ブエナ、五島 たか子、竹中 エステリータ、片瀬 憲一 (職員3名、他5名)

【研究内容】

環境調和型高分子素材の開発を目標として、糖鎖型およびエステル型の高機能高分子の開発を行うとともに、微生物や酵素の触媒機能を活用して、生分解性高分子素材の環境影響評価および処理技術について検討する。

糖鎖型およびエステル型の高機能高分子の開発：紙おむつ等に利用できる高吸水性高分子ゲルを開発するために、環状ケテンアセタール、無水マレイン酸および架橋剤からなる高分子を合成した。得られた高分子の吸水性は、市販のおむつライナーと比べて同等の吸水性を示し、生分解性も有していた。また、砂糖の生産工程からの廃糖蜜の副生を抑制して、ポリ乳酸製造における環境負荷低減技術を開発するため、シュガーケーンジュースからの乳酸発酵を検討し、高濃度に乳酸を蓄積する微生物を取得した。

生分解性高分子素材の環境影響評価：各種の生分解性プラスチックをコーティングした紙を使用することにより、それぞれのプラスチックの生分解性が高感度に評価できることを明らかにした。この方法により、ほ乳動物由来のキモトリプシンやトリプシン、エラスターゼがポリ乳酸を分解できることを発見した。トラック用タイヤの微生物分解試験を行った結果、タイヤトレッドゴムでは天然ゴム含量が高いほど分解されやすかったが、より具体的には合成ゴムとのブレンド体中における天然ゴムの相構造が微生物の作用に大きな影響を及ぼしている

ことが示唆された。

生分解性高分子素材の処理技術の開発：放線菌由来のポリ乳酸分解酵素が、絹粉末を添加することにより、培養液中に誘導生産されることを見出し、ポリ L-乳酸を短時間で分解し、L-乳酸を効率的に蓄積できることを確認した。ゴム分解菌を使用してゴム製品の分解処理を行う場合、穏やかな振とう培養を行った後に静置培養を行うことにより高いゴム分解活性が得られることが明らかとなった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生分解性プラスチック、高吸水性高分子、ポリ乳酸、ゴム分解菌

#### ⑪【計測フロンティア研究部門】

(Research Institute of Instrumentation Frontier)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：一村 信吾

副研究部門長：秋宗 淑雄、山田 家和勝、山内 幸彦

総括研究員：横川 清志、上養 義則、奥谷 猛、

岡寄 正治

所在地：つくば中央第2

人員：68 (65) 名

経費：922,085千円 (522,751千円)

概要：

本研究部門は、特に“遷移・変移現象”を、そしてそれが産業技術に大きく係わる“信頼性”をキーワードとして取り上げ、それに係わる計測・評価技術と、そこから派生する制御技術の開発を目指して2004年4月に設立された。この開発に向けた2つのアプローチ法として、産業や科学の発展に貢献する先進的な計測制御機器・システム開発（ツール開発）や、計測技術を高度に活用した評価・解析技術開発（知識開拓）をとりあげ、計測・評価技術のフロンティア開拓を進めている。併せて、知識開拓を基にした規格化・工業標準化への貢献や、ツール開発を基にした将来的な計量標準の創出につながる研究開発も視野に入れて展開している。

平成16年度は、次の5つの重点目標を9つの研究グループ（以下 G と略記）体制で推進した。

##### ① 遷移・変移現象の計測に向けたツール開発の研究（活性種計測技術 G、超分光システム開発 G）

原子分子、それらの励起状態など極微サイズの対象を計測する基盤的技術開発を通して、局所構造の遷移・変移プロファイル計測・制御を可能とする先進的計測制御ツールを開発する。特に、状態制御された粒子ビームの発生技術を開発し、機能材料・素子の表面層における組成・状態の計測制御に展開す

る。同時にその装置化・実用化を目指す。更に、測定精度や検出感度において従来技術の限界を超える性能を持つ超伝導検出器の作製技術を基盤として、エネルギー分光計測技術と質量分光技術を開発する。

##### ② 遷移・変移現象の理解に向けた知識開拓の研究（ナノ移動解析 G、水素脆化評価 G）

社会的要請が大きい高圧水素等の拡散、脆性、吸着、転移等の変化を追跡し、その起源を理解することにより成果を社会に還元する。派生して開発・改良した評価・解析技術、制御・利用技術についても普及を図る。高圧水素雰囲気における金属材料の機械的挙動を高精度で測定する技術開発を進め、金属材料の水素脆化評価の体系化を図り、社会に対する規格・標準化を目指す。高圧を用いたプロトン伝導物質のプロトン拡散係数測定と構造評価を行い、相関を明らかにする。支援技術として高圧下での物性評価技術、固体 NMR を用いたダイナミクス評価・解析技術、精密 X 線構造解析技術の開発等を図る。

##### ③ 構造物の信頼性計測に向けたツール開発の研究（構造体診断技術 G）

社会資本等に用いられる構造体およびその構成部材に発生する損傷・劣化を、人的資源に頼らずに精度良く検知する技術・装置の開発が必須である。本研究では、発生した損傷・劣化が許容限界に達するまでの進展状況を計測し、モニタリング・診断する技術と計測装置を開発することにより、信頼性計測を通じた産業構造物の安全性確保と長寿命化に繋げる。目標値は構造体に発生する損傷・劣化の兆候を予測・検知し監視するための光ファイバを用いた歪、AE、超音波多点計測技術の開発および損傷・劣化の進展を常時監視しリスクを診断できる技術の開発であり、高周波歪の測定（ナノ秒での歪計測）と損傷・劣化の進展量を監視可能とする。

##### ④ 製造技術・材料の信頼性に向けた知識開拓の研究（不均質性解析 G、無機粉体評価 G）

物質・材料やそれを創製するプロセス場の均質性、経時変化を計測し、その計測結果と材料や製造物、それらを用いた構造体の安定性との関係を解析することを通して、製造技術や部材の信頼性向上に資する知識の創出を行う。特に物性、組成のゆらぎや経時変化、反応場の状態分布を計測するために必要な局所物理化学分析・高分解能分析、力学物性計測手法等の開発を進め、開発途上にある材料・製造プロセスをモデルとした単純構造を中心に、信頼性に関わる個別現象の理解を進める。また、内外の他分野への知識の供給と要素技術の規格化を積極的に推進する。

##### ⑤ 動的現象のイメージング技術開発と信頼性解析の研究（光・量子イメージング技術 G、極微小欠陥評価 G）

高輝度光・量子源を開発しこれを用いて物質の持つ様々な情報を選択的に抽出・制御するための独自のイメージングツールを開発・実用化し、その普及を図ることにより、我が国の計測機器産業の振興と科学技術の進展に貢献する。特に真空紫外-赤外自由電子レーザー、交流偏光変調アンジュレータ放射、レーザーコンプトン硬X線ビーム、低速パルス陽電子マイクロビーム等、高性能光・量子源の開発・小型化を進める。併せて光・量子を用いた表面化学反応の動的計測、生体原子・分子の構造解析・機能ダイナミックスの追跡、高機能材料の局所領域の欠陥分布計測、3次元密度分布計測技術等のイメージング技術の開発及び信頼性向上の研究を行い、計測システムとしてユーザーに供給する。

外部資金：

経済産業省受託

「極浅不純物注入半導体の深さプロファイル分析のための標準化」

文部科学省受託（原子力）

「光子情報複合検出技術に関する研究」

「トリチウム吸蔵材料における蓄積ヘリウムの非破壊観測技術の開発」

「挿入光源を利用した動的過程の高度評価法に関する研究」

「原子力エレクトロニクスのための素子化プロセス技術に関する研究」

「高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究」

「自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究」

「小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究」

「SR-X線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究」

文部科学省受託（科学技術振興調整費）

「ナノ構造体での超高速電子移動の解明と制御」

石油安定供給受託研究費

「石油・天然ガス鉱床探索支援のための高精度質量分析計の開発」

エネルギー需給構造高度化受託研究費

「水素貯蔵システムの水素脆化および材料データベースの研究」

「水素濃度・流量同時計測の基礎研究」

NEDO 受託研究費

「3D ナノメートル評価用標準物質創成技術プロジェクト」

財団等受託研究費

「水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価」

「高感度センシング及び動的歪計測技術確認試験」

「酸素透過性セラミックス薄膜の成膜プロセスの確立」

「表面最適化炭素ナノ繊維の新規環境触媒機能」

科研費補助金

「CFRP 積層板の非線形弾性挙動を利用した構造ヘルスマonitoring技術の開発」

「宇宙機搭載をめざしたパルス管冷凍機の低振動化に関する研究」

「デュアルセンシング FBG 計測システムを用いた複合材料の健全化評価」

「3次元ファッション・ファクトリ・プティックのシステム開発」

発表：誌上発表131件、口頭発表258件、その他14件

活性種計測技術研究グループ

(Active State Technology Research Group)

研究グループリーダー：野中 秀彦

(つくば中央2、4、5)

概要：

①デバイス用絶縁膜計測用スケールとなるナノメートル厚のシリコン酸化膜標準物質開発を目指し、高濃度オゾン酸化炉を用いて、大面積均一シリコンオゾン酸化膜の作製条件の最適化を進めた。②半導体表面の極浅不純物分析においてナノメートル領域の深さ精度の実現を目指し、昇華型金属クラスター錯体を用いた低襲浸スパッター用の新イオン源の開発を進めた。さらに、溶液型金属クラスター錯体の利用を目指して、インクジェットノズルを用いた真空中への液滴導入部とイオン化部の開発を進めた。また、不純物元素の原子カウントを目指し、高効率イオン化用の真空紫外レーザー光発生技術の開発を進めた。③有機半導体材料中の活性キャリアの挙動の計測と可視化を目指して、レーザー光過渡吸収分光の高感度化と近接場光学顕微鏡との一体化を進めた。また、分子構造の直接分析ツールの開発を目指し、位相制御レーザー光を用いた分子の配向制御技術を検証した。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

超分光システム開発研究グループ

(Super-Spectroscopy System Research Group)

研究グループリーダー：大久保 雅隆

(つくば中央2)

## 概要:

急速に高度化する産業分野、科学技術分野において、従来の分光分析手法の限界を越える性能の実現が必要不可欠になっている。分光法とは、ある軸(変数)に対して物理量(測定法が規定できるもの)の変化を測定する手法で、その分光精度限界の革新的向上、新たな分光軸の追加は、我々が認知、分析できる観測対象の拡大を意味している。検出対象として、生体高分子や X 線光子を検出対象として、従来手法の限界を超える分光性能(超分光)を極低温技術と光学技術により実現し、たんぱく質分析や材料分析のための先端計測システムを構築する。従来、検出効率が数%しかなかった巨大たんぱく質を100%の効率で検出でき、分子構造解析を可能にする質量分析装置、生体材料等に含まれる軽元素等の高感度分析を可能にする軟 X 線分析装置の実現に取り組んでいる。

研究テーマ: テーマ題目 1

## ナノ移動解析研究グループ

(Nano-Dynamics Analysis Research Group)

研究グループリーダー: 本田 一匡

(つくば中央5)

## 概要:

産業技術において重要な移動拡散現象のうち、燃料電池開発に重要なプロトン拡散と半導体合成に重要な熱拡散をとりあげ、その計測・解析技術開発と機構解明を目的とした研究を行う。具体的には、固体 NMR 測定・解析技術、高圧力を用いた構造制御技術、精密 X 線構造解析技術等を駆使して、次世代の燃料電池固体電解質材料として期待されている無機固体酸塩の拡散係数と構造との相関を明らかにし、中・低温型無機プロトン伝導材料の探索・機能向上指針の提示を目指す。また、800°C以上の高温液状物質の熱移動計測技術を開発し、微小重力環境を利用して対流の影響を排除した正確な熱物性値を計測し、結晶成長および凝固プロセスの定量的な制御技術構築に貢献する。

研究テーマ: テーマ題目 4、テーマ題目 5

## 水素脆化評価研究グループ

(Hydrogen Dynamics in Metals Research Group)

研究グループリーダー: 横川 清志

(つくば中央4、5、西)

## 概要:

高圧水素貯蔵における機器開発のために、当該グループの保有する産総研水素脆化データを活用して機器設計に寄与させると共に、製作した実機の耐久試験を実施する水素脆化評価ステーションに向けて産総研内部で整備し、高圧ガス関連機器会社の製品開発を支援する。

高圧水素貯蔵関連機器は高圧水素に曝露されて用いられるために、使用材料の水素脆化が問題になる。そのため、材料選定或いは利用において産総研水素脆化データを基にして検討する。その水素脆化特性を勘案して機器を製作した後、耐久性試験を水素実ガスによって産総研の保有する評価施設で行い、設計手法を検証する。

本年度は高圧ガス設備を中国センターより移転させ、設備増強を行うと共に、施設を一般則に準拠して整備した。また、高圧ガス関連機器会社を巡回訪問して、企業のニーズ調査を行い、今後の設備整備、管理体制の構築について検討し、当面100MPaの水素圧を目標とした。

研究テーマ: テーマ題目 6

## 構造体診断技術研究グループ

(Structural Health Monitoring Research Group)

研究グループリーダー: 秋宗 淑雄

(つくば中央2)

## 概要:

当研究グループでは光ファイバセンサの一種であるファイバ・ブラッグ・グレーティング(FBG)センサを用いて構造体健全性評価システムの開発を進めている。FBGは光ファイバの導光路であるコア部に周期的な屈折率変化を有する構造を持ち、広帯域光が入射されたときに屈折率とその周期間隔で決められる波長(ブラッグ波長)を中心とする狭帯域光を反射する性質がある。このブラッグ波長はFBGが受けるひずみや温度によって変化するので、FBGはひずみセンサや温度センサとして利用されているが、当グループでは超音波・AEを検出する技術を開発し、FBGセンサー一つで構造体健全性評価において重要な三つのパラメータを計測することが可能なシステムを構築した。FBGは光ファイバセンサの特長である電磁波非干渉のほか、波長変調した信号を出力することから波長分離技術の適用により一本の光ファイバ上に複数のセンサを設けることができ、実用上大きな利点を有する。

研究テーマ: テーマ題目 7、テーマ題目 8

## 不均質性解析研究グループ

(Inhomogeneity Analysis Research Group)

研究グループリーダー: 兼松 涉

(中部センター)

## 概要:

材料の不均質性に由来する特性変化、機能発現機構に関する知識体系を構築することを目標とする。今年度は、主に次の4つのテーマについて研究を行った。「圧子力学に基づく微小領域の力学特性評価技術の開発」においては接触面の大きさをその場で計測し、高精度で弾塑性・粘弾性特性を評価できる手法を開発し

た。「分子シミュレーションによる酸化物セラミックス中の原子挙動解析」では分子動力学法によりジルコニア中の酸素イオンの拡散、陽イオンの挙動を明らかにした。「極安定フッ素ラジカルの開発」においては、極安定ラジカルを ESR の磁場校正用実用標準物質として利用するための準備段階として、その前駆体を合成する手法を確立した。標準基盤研究「高性能ころがり軸受部材の転動疲労特性評価方法」においては、試験片加工条件および、潤滑油粘度の影響について検討を行い、試験片表面は研磨仕上げが必要なこと、スピンドル油の使用が望ましいことなどを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 9

#### 無機粉体評価研究グループ

(Inorganic Powder Characterization Research Group)

研究グループリーダー：上養 義則

(中部センター)

概要：

ファインセラミックスを中心とする無機材料微粉末について、化学分析技術の開発と標準化を目的に研究を行った。酸化物系並びに非酸化物系ファインセラミックス微粉末を対象に、主成分濃度から微量成分にいたる金属成分並びに非金属成分の最適な化学分析方法の開発や、混合粉体の均質性を評価する指標の開発等の研究を行った。併せてファインセラミックス用窒化ケイ素微粉末の化学分析用国家標準物質の開発を目的とした研究を行うとともに、非酸化物系ファインセラミックスの化学分析方法の JIS 改正にも尽力した。

研究テーマ：テーマ題目10

#### 光・量子イメージング技術研究グループ

(Quantum Radiation Research Group)

研究グループリーダー：小池 正記

(つくば中央2)

概要：

次世代の計測プローブとして期待される光・量子放射源および計測システムの開発と利用研究を行う。具体的には、他に類を見ない小型蓄積リングを用いた発振型自由電子レーザー (FEL) の世界最短波長 (190nm) の更新とそれを用いた表面化学反応実時間観測技術の開発、世界的に希少なレーザーコンプトン散乱 (LSC) γ線装置を用いた CT 技術による高密度構造体非破壊検査技術開発、他所では不可能な交流偏光変調アンジュレタ放射利用円偏光二色性測定装置による生物分子のキラル識別法の研究、軟 X 線微視的イメージング技術研究を進めるとともに、これらのツールを用いて物質表層における欠陥分布、化学反応の動的計測、生体原子・分子の構造解析・機能ダイナミクス追跡等のイメージング技術開発とその信頼性

解析の研究を行う。いずれの光・量子放射源も計測プローブ源として世界最高性能あるいは世界には無い独自の特徴を有するものを開発し、それを革新的な計測に応用すること目標とする。

研究テーマ：テーマ題目11

#### 極微欠陥評価研究グループ

(Advanced Defect-Characterization Research Group)

研究グループリーダー：鈴木 良一

(つくば中央2)

概要：

先端デバイスや高機能材料の開発では素子や材料中の原子レベル～ナノレベルの欠陥や空隙がその特性に大きな影響を及ぼすため、これらの極微構造を詳しく分析・評価できる技術が望まれている。そこで、当研究グループでは主に加速器を用いて高品質の陽電子ビームやイオンビームを発生し、これらを計測プローブとした新しい極微構造評価技術の開発を行っている。特に、次世代半導体 LSI 用の低誘電率絶縁膜等で重要な薄膜中のナノ空孔のサイズや連結・開放性等について、エネルギー可変の短パルス陽電子ビームを用いた陽電子寿命測定法及び陽電子寿命・波高2次元測定法によって調べることができることを明らかにするとともに、企業等と協力して低誘電率絶縁膜プロセス条件と空孔構造との関係を探った。

研究テーマ：テーマ題目11

#### [テーマ題目 1] 多次元情報飛行時間質量分光法 (Super-TOF) の開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 大久保 雅隆 (超分光システム開発研究グループ)

[研究担当者] 齋藤 直昭、浮辺 雅宏、黒河 明、茂里 康、絹見 朋也、久志野 彰寛、陳 銀児、一村 信吾 (職員6名、他2名)

[研究内容]

[研究目的]

プロテオミクス研究等で必要不可欠な分析機器である質量分析装置は、分子量が大きくなると検出感度が急激に低下するという問題がある。また、その低下の度合いを知ることができなかった。この問題を克服し、原子からたんぱく質のような巨大分子 (10Da-1MDa) を 100% の検出効率でカバーでき、定量性をもった質量分析装置を構築する。

[研究手段、方法]

従来の飛行時間質量分析装置 (TOF-MS) では、コンポーネントの精密な定量的特性を知ることができない。これは、イオン源、イオン光学系、イオン検出器の定量

的特性を知る手段がないためである。超電導検出器は、原理上分子量に依存しない100%の検出感度を達成可能である。この検出感度が保証された分子検出性能を基に、(1)価数制御可能なエレクトロスプレー型 (ESI) イオン源、(2)そのイオン源の特性に最適化した加速部とイオン光学系、(3)分子量に依存しない検出特性の超電導検出器から成る飛行時間型質量分析装置を開発する。また、(4)標準への応用が可能な標準ペプチド、翻訳後修飾たんぱく質等を開発し、多次元質量スペクトルを取得する。具体的方法を以下に述べる。

(1) 定量性を有する質量分析器用イオン化部に必要な要素は、イオン化質量範囲が広く、高いイオン化効率をもち、試料分子を分解しない、ソフトなイオン化方法である。イオン化手法は多数存在するが、上記特性を満たすのに最も相応しいのはエレクトロスプレー (ESI) 法であると思われる。しかしながら、現状の ESI 法は定量分析用のイオン化手法としては不適切である。その最も大きな問題点は、多くの多価イオンが生成されてしまうことにある。そこで、多価イオンの発生を抑制するために、液滴の帯電価数の制御が可能なイオン源を開発する。

(2) ESI 型イオン源から真空に入ったイオンは導入時にある速度分布を持っている。この速度分布があっても、安定なイオン軌道を維持し、効率的にイオンを検出器まで導くことができるイオン加速のための光学系を開発する。

(3) イオンの検出部として、超電導トンネル接合からなる超電導検出器をフォトリソグラフィーの技術を活用して作製する。超電導トンネル接合検出器は、通常、検出器表面が二酸化シリコン等の絶縁層で覆われている。イオンが検出器に当たったときに、イオンの持つ運動エネルギーが検出器に伝えられて、イオン検出を行うため、この絶縁層は、高感度でのイオン検出の妨げとなる。このため、検出器上に絶縁層の無い、超電導電極がむき出しになった構造の超電導イオン検出器を開発する。イオン運動エネルギーの分光能力から検出感度100%を保証する。

(4) ペプチド、たんぱく質、合成高分子等、種々の分子の合成と質量分析を行い、運動エネルギーの分光測定から検出効率を保証する。

#### 【年度進捗】

(1) 同一粒径の液滴を生成し、液滴の帯電量を負から正まで制御可能であることを初めて示した。この価数制御により、定量に有利なシングルチャージイオン (単価イオン) を生成できる可能性を示した。

(2) イオン輸送光学系の性能評価を、金属クラスター源を活用して行い、質量分解能として、タンタル原子の質量180.95に対して質量分解能8,500を達成した。目標値の66kDa に対する10,000の質量分解能達成が可能なことを実証した

(3) リフトオフ法により超伝導アレイイオン検出器の作製に成功し、実際にペプチド等高分子イオンの質量分光計測に供した。質量分解能として最高となる0.78Da (陽子1個分を分離可能) を達成した。また、超電導検出器を動作させるためには0.3K といった極低温環境が必要である。アレイ化した超電導検出器を搭載するために、寒剤フリー冷凍器に今まで例のない100本の配線を実装し、超伝導検出器の動作に必要な0.3K 以下の温度を6日間以上保持することに成功した。

(4) マトリクス支援レーザー脱離イオン源 (MALDI) と超伝導検出器を接続したプロトタイプ Super-TOF 装置の性能試験のために、NIST デザインの3種の標準ペプチド (SRM2397) を合成した。また、産総研独自の標準ペプチド創製のために、122種類の異なる配列を有するペプチドを合成した。さらに、様々なたんぱく質機能のオン・オフを司る、翻訳後修飾 (リン酸化、酸化等) たんぱく質およびペプチドの検出技術を開発した。超伝導検出器を搭載したプロトタイプの質量分析装置にて、実際を上記標準ペプチド (1563–2950Da) に加えて、金属クラスター (200Da–100kDa)、牛血清アルブミン (66.4kDa)、ポリスチレン (200kDa) といった高分子の分析実験を行い、原子から600kDa まで100%の検出効率が達成できることを実証した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 質量分析、高分子、ペプチド、たんぱく質、超電導

【テーマ題目2】 分子ビームの状態制御とその計測ツールの開発 (運営費交付金)

【研究代表者】 大村 英樹 (計測フロンティア研究部門、活性種計測技術研究グループ)

【研究担当者】 大村 英樹、中永 泰介、永井 秀和、(職員3名)

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

気体の計測において、分子はばらばらの方向にまちまちの速度で飛び回っているため、測定結果は、運動状態の分布を伴うことは避けられない。また速度の影響を取り除けたとしても、分子はあらゆる方向を向いているので、その平均しか計測することができない。分子の運動状態 (並進、振動、回転) を単一化してやれば、情報量は飛躍的に増えることが期待される。反応制御や物質創生についても状況は類似しており、低収率、低選択性の原因は原子分子の運動状態の分布によるところが大きく、分子の運動状態を単一化して操作してやれば、高効率性、高選択性、機能性材料の創生などが期待できる。

研究者代表者は、世界に先駆けて位相制御レーザーパルスを用いて分子ビームの配向制御を実現した。これまでに(1)位相制御されたフェムト光パルスによって引き起こされる量子干渉効果を利用して、2原子分子を配向

させてことに成功した。(2)この手法は共鳴遷移を必要としない手法であるため光の波長を変える必要がなく、物質の種類に依存しない手法であることがわかった。また、2原子分子だけでなく複雑な多原子分子でも配向制御が可能であることがわかった。したがって、本研究に用いた手法が適応範囲の広い汎用的な手法であることを実証した。

本年度の目標は、以上の研究結果をさらに定量的に発展させるため分子ビームの配向状態を分光計測し制御パラメーターを探索、最適化することである。またそれらの応用として分子量だけでなく分子の空間構造に関する情報が得られる配向分子質量分析計の開発も行う。

#### 年度進捗

分子ビームの配向制御は、位相制御光を用いた量子制御の手法を用いた。この手法は基本的には光電場と分子の永久双極子との相互作用に基づいているため、(1)光電場強度、(2)分子の永久双極子モーメント、(3)分子の慣性モーメントの3つが主な制御パラメーターとなる。分子の種類と光強度、パルス幅を系統的に変える事によって分子配向に関与している制御パラメーターの最適化を行った。具体的には、永久双極子がほぼ同じで慣性モーメントがことなる4つのメチルハライド分子 ( $\text{CH}_3\text{X}$ :  $\text{X}=\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) の分子ビームの配向制御を行った。その結果、 $\text{CH}_3\text{F}$  を除くメチルハライド分子では、ほぼ予想通りの実験結果が得られたが、 $\text{CH}_3\text{F}$  は、予想とは異なる配向状態が検出されていることが明らかになった。その結果について考察し、分子の最外殻軌道の形状を反映した配向分子選択イオン化が重要な役割を果たしていることが明らかとなった。これは、分子ビームの状態制御において新しい第四の制御パラメーターが見出されたことを意味し、制御の自由度が広がる可能性を示唆している。

またそれらの応用として分子量だけでなく分子の空間構造に関する情報が得られる配向分子質量分析計の開発も行った。異性体である1ブromo2クロロエタンと1ブromo1クロロエタンを対象分子として配向分子質量分析計で異性体識別の実験を行った。その結果、両分子とも配向制御には成功したが、異性体を識別するには、実験装置が以下の改良が必要であることがわかった。(1)現有装置では、イオン検出は飛行時間に関する1次元検出であり、分子の立体構造を反映した光解離生成物の情報のごく一部しか利用していない。分子構造を反映した光分解生成物の放出角度分布をより詳細に検出するため、2次元画像イオン検出を行うこと。(2)分子の配向制御は単一偏向レーザーパルスによる維持区配向制御であり、分子は配向軸の周りに自由回転してしまい、分子の構造情報が平均化してしまっている。分子の配向制御を3次元空間で立体的に行うため、2軸配向制御を行うこと。

【分野名】標準・計測

【キーワード】位相制御光、フェムト秒レーザー、分子配向、位相制御、量子制御

#### 【テーマ題目3】半導体表面近傍活性種の高感度計測に関する研究

【研究代表者】加藤 隆二 (計測フロンティア研究部門 活性種計測技術研究グループ)

【研究担当者】加藤 隆二、山本 和弘、井藤 浩志、古部 昭広 (職員4名)

#### 【研究内容】

##### 研究目的、研究手段、方法論など

本研究は半導体表面近傍の活性種について、非破壊、非接触、高い検出感度で定量計測、活性状態計測を行う新しい計測技術開発に関するものであり、半導体表面近傍の活性種の定量計測を非破壊、非接触で行う新しい手法について検討した。具体的には、イオン注入法で作成した半導体試料について、高感度近赤外分光、超高速レーザー分光、STM (走査型トンネル顕微鏡) の三つの技術で、 $10^{18}\text{cm}^{-3}$ 以下の濃度で表面近傍 (<50nm) の領域での“活性を有する導入原子”の定量計測を行う手法の確立を検討した。

##### 年度進捗

##### 【高感度近赤外分光】

半導体表面に導入された原子が活性化することによって伝導電子・正孔が誘起される。それらは近赤外波長領域に光吸収バンドを持つため近赤外吸収分光計測により、生成した伝導電子・正孔の数を定量的に計測することができる。これまでの装置は計測感度が低く、ドーパント層の厚さが $1\mu\text{m}$ 程度以上なければ計測ができなかったため、2桁以上の感度の向上をはかった。

##### 【超高速レーザー分光】

紫外光によるバンドギャップ励起により電子と正孔を発生させた場合、時間とともに再結合していく様子が過渡分光法により追跡できる。この再結合速度は活性種の有無に敏感であるため、その速度から活性種の濃度を解析することができる。この手法で計測できるのは紫外光のしみこみ深さ (10nm程度) にある活性種であるため、表面近くにある一部分の活性種数の定量計測を行ったことになる。また、活性種の動きを反映する結果も得られた。

##### 【STM計測】

半導体に導入された原子は、活性化すると電子または正孔を放出し、母体と異なる電荷を持つので、STMでは、個々の活性種を検出することが可能であり、導入された原子ではなく、活性化した導入原子が直接観測できる。STMは最表面における測定であるため、試料表面の前処理と計測結果の関係が重要になるので、高度に制御されたイオン注入試料について検討を行った。

それぞれの手法は、“活性化した導入原子”の定量計測を、非破壊、非接触で行うことができるユニークな手法である。それぞれ測定原理が異なっており、また、計測している深さが異なっているため、同一の試料について、お互いの手法での計測結果を比較検討することで、

活性種の深さ分布に関する議論を進めることができた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 表面活性種、イオン注入、近赤外分光、高速分光法、STM

〔テーマ題目4〕 分子固体プロトニクス開拓のための基盤研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 本田一匡（ナノ移動解析研究グループ）

〔研究担当者〕 林 繁信、後藤 義人、山脇 浩、藤久 裕司、坂下 真実、竹谷 敏、小森 佳彦、鈴木 浩一（職員8名、他1名）

〔研究内容〕

次世代の燃料電池固体電解質材料として期待されている無機固体酸塩を研究対象として以下の研究を行った。まず、最も基本的な組成を持つ硫酸水素セシウム ( $\text{CsHSO}_4$ ) に着目し、固体 NMR 法を用いることによってプロトン拡散のメカニズムを明らかにするとともにその速度を決定した。固体 NMR の測定・解析結果から、室温相、高温相ともにプロトンの並進拡散が起きていて、 $\text{SO}_4$ 四面体イオンの回転運動がプロトン拡散の律速過程であることがわかった。隣接イオン間のプロトン交換が律速であるという従来考えられていたメカニズムとは全く異なる結果であり、今後の材料探索に大きな影響を与えると考えられる。また、固体 NMR の結果から、プロトンがある位置にとどまっている時間（平均滞在時間）を決定した。この平均滞在時間から、マクロな量であるプロトン伝導度を見積もったところ、室温相から高温相への相転移によりプロトン拡散が3桁以上速くなった。また、NMR の結果から見積もったプロトン伝導度はイオン伝導度測定文献値とよく一致し、原子レベルで観察したプロトンの拡散がそのままマクロなプロトン伝導度を決めていることがわかった。硫酸リン酸水素セシウム ( $\text{Cs}_2(\text{HSO}_4)(\text{H}_2\text{PO}_4)$ ) についても固体 NMR 法を用いてプロトンの拡散挙動を調べ、高温相におけるプロトン拡散速度を決定するとともにそのメカニズムを解明した。

次に、構造とプロトン伝導の関係をより詳しく調べるため、高圧力を用いて構造を変化させ、プロトン伝導度との相関を調べることにした。高圧発生装置（ダイヤモンドアンビルセル）の微小試料室中においてイオン伝導度測定を可能とするため、試料を微小化し、微小電極の形状、ガasket材料、電極間絶縁層作成等の諸条件を検討した。その結果、0.2mm 角程度の  $\text{CsHSO}_4$  試料で4GPa までの高圧力におけるイオン伝導度測定が可能となり、圧力上昇に伴いプロトン伝導度が低下する現象が観測された。圧力上昇は硫酸イオンの回転速度を下げると思われることから、硫酸イオンの回転がプロトン拡散の律速段階であるという、当グループが提唱したメカニズムを支持する結果を得た。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 プロトン拡散、固体 NMR、ナノダイナミクス、高圧（構造）制御技術、精密 X線構造解析

〔テーマ題目5〕 微小重力下での熔融金属類の熱伝導度計測（運営費交付金）

〔研究代表者〕 永井 秀明（ナノ移動解析研究グループ）

〔研究担当者〕 奥谷 猛、中田 善徳、間宮 幹人（職員4名）

〔研究内容〕

金属、化合物半導体などの製造プロセスにおける信頼性ある制御技術の構築に貢献するため、高温かつ高蒸気圧の融液の熱伝導度計測に対応できるホットディスクセンサーの開発を行うとともに、このセンサーを用いたホットディスク法によって対流の影響がない正確な熱伝導度データを収集することを目標に研究を開始した。熱伝導度の標準測定手法に採用されているレーザーフラッシュ法は、固体の測定にしか利用できない。本年度は、高融点金属であるモリブデン金属箔をセンサーエレメントとし、高耐食性、電気絶縁性を兼ね備えた窒化アルミニウムを被覆材としたホットディスクセンサーを作製し、その構造を最適化することによって800℃以上の高温で使用可能な7-60W/m<sup>2</sup>・K の熱伝導度領域の測定が可能なホットディスクセンサーを開発した。このセンサーを用いてスズ等の金属融液の熱伝導度を常重力下と無対流環境下で測定し、結果を比較した。無対流実験は北海道センターの微小重力研究施設を用いて行った。その結果、スズやビスマス融液の常重力環境における測定では750℃以上で対流の影響が顕著に現れ、熱伝導度測定値の確からしさが失われた。このことから、正確なデータ集積には微小重力実験が有効であることがわかった。このホットディスクセンサーをさらに高温・高感度で使用できるように、電極材料の耐熱性、センサー部分の耐食性を向上させるための改造を実環境計測・診断研究ラボと連携して開始した。これまでに貴金属と高融点金属とからなる積層形の電極をジルコニア基板上にスパッタリングで作製し、その上に窒化アルミニウムを皮膜として堆積することで、1450℃までの高温に耐える電極を作製することができた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 熱移動計測、結晶成長および凝固プロセスの制御技術

〔テーマ題目6〕 水素貯蔵システムの水素脆化および材料データベースの研究（エネルギー需給構造高度化受託研究費）

〔研究代表者〕 横川 清志（水素脆化評価研究グループ）

プ)

〔研究担当者〕横川 清志、福山 誠司、今出 政明、  
安 白（職員4名、他2名）

〔研究内容〕

目標：

水素エネルギー利用技術開発の中で、水素を貯蔵するシステムにおいて使用する材料の水素脆化の材料評価を行い、水素貯蔵容器等の開発を支援すると共に、水素脆化防止技術の開発並びに水素貯蔵システムの安全に資する。

研究計画：

水素を貯蔵するシステムに用いられる構造材料の水素脆化を体系的に調べると共に、この水素脆化を支配する表面での水素の吸着挙動の微視的な観察、及び現在の科学技術では観察することができない材料内で水素脆化の主要な機構である水素と格子欠陥の相互作用を計算材料科学によって検討することにより、総合的に水素脆化の防止を図る。また、我々の水素脆化データベースの拡充を図る。平成16年度は、水素貯蔵容器材料としての金属材料の水素脆化について、引き続き超高真空下での材料試験によって検討すると共に、結果をデータベースに追加する。また、水素脆化の主要な要因である材料表面上の水素の挙動を調べるために、材料に光を照射し、水素による表面反応に対する光の効果を予備的に検討する。さらに、水素脆化予測手法として、材料と水素の相互作用について計算材料科学を用いて有限要素法（FEM）計算を行い、微視的モデルから巨視的モデルへの展開を図り、水素脆化のメカニズムを検討する。

年度研究進捗状況：

超高真空（UHV）中で金属材料の水素脆化試験を行い、水素脆化に及ぼす表面皮膜の影響並びに水素雰囲気の影響等を検討し、塑性変形に伴う水素放出を見いだした。水素脆化の第一ステップである表面の水素の吸着挙動を、水素と強い親和力のあるニオブについて調べた。ニオブ（100）面に較べて、走査トンネル顕微鏡による画像パターンは異なると共に、水素化物生成にも違いが認められた。また、紫外光による原子の再配列が認められた。水素脆化の主要な機構である格子欠陥について、計算材料科学を用いてシミュレーションを行い、メカニズムを検証した。ニッケルの転位の水素による拡張挙動を検討し、水素が特定の分布をした時のみ拡張が認められた。また、水素貯蔵容器設計に直接的に寄与するFEMによる計算を行い、容器における応力分布を解析した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕データベース、水素放出、走査トンネル顕微鏡、計算材料科学、水素脆化

〔テーマ題目7〕アクティブセンシング用圧電膜超音波発振子の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕飯島 高志（構造体診断技術研究グループ）

〔研究担当者〕永井 英幹、遠山 暢之（職員3名）

〔研究内容〕

研究目的

膜厚1～10マイクロメートル（できれば以下すべて記号に直してください）の厚膜を用いて、1k～100MHzの帯域で発振可能な直径1～10マイクロメートルの圧電体膜素子を試作するとともに、振動シミュレーションモデルを構築することで素子の最適設計指針を明らかにし、圧電膜超音波発振子の実現を目指す。

研究手段・方法

(1) 圧電膜素子の作製および圧電特性評価

膜厚1～10マイクロメートル、直径1～10mmのディスク状素子を作製し、圧電特性・電気的共振特性評価の評価を行う。

(2) 素子の超音波伝発振特性評価

1k～100MHz帯域での発振特性ならびに薄板上での超音波伝播特性を評価し、圧電膜超音波発振子設計のための指針を明らかにする。

(3) 素子形状の最適設計

膜と基板から構成されるシミュレーションモデルを構築し、圧電膜超音波発振子の動作特性（帯域・出力・指向性など）の最適化をはかる。

年度進捗

ジルコン酸チタン酸鉛（PZT）の厚膜（膜厚10mm）を、反応性イオンエッチング（RIE）法により微細加工を行い、直径1～10マイクロメートルのディスク状もしくは長さ5mm、幅0.1～5mmの矩形形状圧電体膜素子を試作し、その動作特性の評価を行った。その結果、ディスク形状素子は、数MHz～数十MHzの帯域に半径方向の振動に関連する共振を、また100～200MHzの帯域には厚み振動に関連する共振を示し、超音波発振子として応用可能であることが明らかになった。また、矩形形状素子は、200～300kHzの帯域で長さ方向の振動に関連する共振を示すことより、数十kHz～数百kHzの帯域の超音波発振子への応用が可能であることが判明した。さらに、実際に作製した素子構造をもとに、有限要素法によるシミュレーションモデルを構築し、素子の形状、構造、膜厚から振動挙動を予測することが可能となった。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕超音波、発振子、膜、圧電体

〔テーマ題目8〕構造体神経網の開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕高坪 純治（構造体診断技術研究グループ）

〔研究担当者〕卜部 啓、津田 浩、遠山 暢之、  
李 政律、王 波（職員4名、他2名）

### 〔研究内容〕

構造体に亀裂等の損傷が発生したときに、生体神経網のようにその痛みを検知・診断できる光ファイバセンシング網の開発を目的として、FBG (Fiber Bragg Grating) 光ファイバセンサと圧電発振子を利用した損傷のアクティブセンシング法を検討した。

まず、FBG 光ファイバセンサを用いて超音波を高感度に検出する方法を検討した。これまで、FBG センサを用いた歪計測は広く行われているが、数 MHz の高周波な歪（超音波）を計測した例は報告されていない。我々は、FBG センサで検出された歪信号の反射光を可変光フィルタに通すことによって高周波歪を高感度で検出する方法を開発した。本手法による超音波検出性能試験を行った結果、圧電センサによる超音波検出に匹敵する検出感度が得られることを確認した。また、可変フィルタと FBG センサの中心波長の間隔をコンピュータ制御して、常に最適感度を得られるようにすることで、バックグラウンドに大きな歪や温度変化があっても超音波を検出できることを確認した。さらに、超音波伝播モードと検出感度の関係を調べた結果、縦波、表面波発振よりも横波発振の方が高感度なことや、FBG センサの検出感度はゲージ長さの影響を殆ど受けないことなどが分かった。次に、本計測システムを用いて、超音波アクティブセンシング法による損傷検出の可能性を検討した。アクティブセンシング法とは、発振子からアクティブに超音波を発生させ、その信号が損傷部を通過するときの応答変化から損傷を検出・評価する方法である。まず、炭素繊維複合材料に落錘による衝撃はく離損傷を導入し、損傷部を通過した超音波の変化を観察した結果、損傷部を伝播した超音波は伝播時間が遅れ、減衰が増加し、周波数が低下することが分かった。また、ステンレス鋼にスリットき裂を導入して、亀裂部を通過した超音波の波形変化を観察した結果、同様の現象変化が観察された。これらの結果は FBG センサシステムで損傷の進展を十分検知できることを示している。現在、FBG センサを利用したアクティブセンシング法による損傷検出・評価法を検討中である。

本研究では、損傷検出の信頼性を上げるために、超音波スペクトロスコーピーによる欠陥と環境外乱の識別法についても検討した。超音波伝播特性の変化を利用して構造体の損傷監視を行う場合、超音波は欠陥に対してのみならず、雨水の付着や日照による温度変化等の環境外乱によっても音速や波形が変化するので、それらの識別法の開発が課題となっている。そこで、欠陥として、疲労き裂、スリット、ドリル穴の3種類を対象として、欠陥の進展に伴う超音波伝播特性の変化と、水滴、荷重、温度変化等の環境変化による超音波伝播特性の変化を比較検討した。その結果、欠陥の進展と環境外乱とでは、超音波の伝播時間および振幅の周波数依存性は明らかに異なり、超音波の発振周波数を増加させていったときの伝

播時間遅れ—振幅比線図をパターン分類することで欠陥と環境変化を識別でき、かつ、欠陥の進展をモニタリングできることが分かった。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 光ファイバ、アクティブセンシング、超音波、損傷、き裂

〔テーマ題目9〕 圧子力学に基づく力学物性評価法および装置の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 宮島 達也（不均質性解析研究グループ）

〔研究担当者〕 宮島 達也、菅井 みどり、山田 敬子（職員1名、他2名）

### 〔研究内容〕

押し込み深さ計測型インデンテーション法 (Depth-sensing Indentation Method) は、微小体積・限定領域に対する微小硬度の評価法として開発が始められ、現在ではマイクロ・ナノ領域での弾性、弾塑性、粘弾性の各特性を、同時に評価・解析することが可能な全力学物性評価法としての価値が注目されている。しかしながら、圧子力学において圧子/表面間の接触面積の定量は硬度・ヤング率・降伏値・接触応力-接触歪み曲線（材料の構成式）等の全ての力学量の定量に不可欠であるにもかかわらず、これまでの圧子圧入深さ計測型インデンテーション法ではこれが不可能であるため、汎用弾性近似法 (Oliver-Pharr 法、Field-Swain 法) によって推算されて来た。この課題を克服すべく開発された対物レンズを圧子とした接触面積計測型インデンターは、圧子接触面積を光学的に直接計測できる特徴を有しており、我々はこの手法を「顕微インデンテーション法 (Optical Indentation Microscopy)」と呼ぶ事を提唱した。本研究の目的は、新規実験技術および評価解析法の実験的検証を通して顕微インデンテーション法の価値・可能性を見出すことにある。平成16年度は、主として材料の弾性特性評価を目的として圧子先端形状を球形に限定し、力学物性値が既知である代表的なセラミックス (ジルコニア、窒化ケイ素)・金属 (アルミニウム合金、鋼 SK5) の各種材料に本手法を適用したモデル実験を実施した。試作した顕微インデンテーション装置は、サファイア製平凸レンズを球形圧子とし、 piezoアクチュエーターを駆動素子に適用したものであり、PC 制御された piezoアクチュエーターによりサファイア製凸レンズ圧子を一定速度で試料表面に押し当てながら、圧子と同軸上に配置した CCD ビデオカメラにより接触過程を拡大撮影することが可能である。荷重、圧子駆動制御および接触面寸法計測の分解能はそれぞれ 10mN、0.1nm、5 $\mu$ m である。接触円直径  $d$  は動画解析ソフトウェアにより定量し、同時にロードセルにより計測した荷重  $P$  との定量関係 ( $P$ - $d$  三乗則) から応力-歪み

曲線を決定し、ヤング率・降伏応力値を定量する解析法を提案した。また、凸レンズの曲率半径が接触面積の測定精度に及ぼす影響、接触面観察法としての明視野・暗視野観察について照明手段を検討した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】圧子力学、力学特性評価、インデンテーション、接触

#### 【テーマ題目10】局所分析手法による混合粉体の均質性数値化に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】柘植 明（無機粉体評価研究グループ）

【研究担当者】柘植 明、上藁 義則、森川 久  
（職員3名、他1名）

#### 【研究内容】

様々な産業において、異なる成分粉体を混合し均質な混合物を得るといった操作は頻繁に行われる。その際に製造した粉体の「均質性」は重要な評価項目である。しかしながら、混合粉体の均質性を直接的に示す指標は現在のところ存在しない。産業のなかでは経験的に特定の基準を設定し、その基準をクリアすることをもって「均質性の確認」としている場合がほとんどである。そのため、蓄積される製造のノウハウとしての「均質性」は「用いる混合装置並びにその運転条件」という形で蓄積されており、混合した混合物の均質性を数値化したものとはなっていない。

そこで、「均質最小量」という指標を提案し、混合物の均質性について測定可能な数値化手段を提案するための研究を行った。均質最小量とは、「混合試料中成分の分析に関わる試料量（標本量）を変えながら試料の異なる箇所を複数回測定した際に、測定法による変動を超える成分のバラツキが観測されない最小の標本量」である。これまでに顕微赤外分光法を用い、均質性の異なることが予想される混合粉体について測定面積を変えながら多数回の測定を行い、予想される均質性の良否と一致する「均質最小量」の結果が得られている。また、二項分布に従う母集団モデルを用いて、最小均質量測定の精度と測定個数について検討し、オーダー単位の精度の均質最小量測定には、1標本量あたり20個以上の測定値を用いる必要があることが分かっている。

今年度はその応用として、シリカーアルミナ混合粉体よりムライト焼結体を製造する工程において「完全なムライト焼結体が得られる混合粉体の均質性」の数値化について検討した。湿式及び乾式による機械混合並びに手動による混合など種々の方法を用いて均質性の異なるシリカーアルミナ混合粉体を作製し、その混合粉体を1600℃で焼成してムライト焼結体を作成した。得られた焼結体を X 線回折法で分析した結果、手動で1時間混ぜ合わせた均質性の悪い混合粉体では、クリストパライトやコランダム混ざったムライトができており、その混合粉体の均質最小体積は蛍光 X 線分析法の多数回測定か

ら1mm<sup>3</sup>以上と考えられた。湿式ボールミル混合を1週間行った混合粉体からは完全なムライトが得られ、その混合粉体の均質最小体積は顕微赤外分光分析法の多数回測定から1×10<sup>-4</sup>mm<sup>3</sup>であった。乾式振動ミルを用いる混合時間を変えての混合により、5分間の混合を行った粉末では、コランダムの混ざっていないムライトが生成したが、1分間の混合ではコランダムのわずかに混ざった焼結体が得られた。この2種類の混合粉体について均質最小量を求めると、5分間混合した粉末では0.1mm<sup>3</sup>、1分間混合した試料では1mm<sup>3</sup>という結果が得られた。この結果から、ムライトが完全に生成するために必要な均質最小体積は0.1mm<sup>3</sup>であると考えられる。

以上の結果から、これまで混合方法や混合条件としてしか表現し得なかった混合粉体の均質性を、均質最小量という数値で定量的に表しうることを、そしてその数値を混合物の焼結体の完全性という次の工程での結果と対照できることが明らかとなった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】均質性評価、混合粉体、ムライト、顕微赤外分光法、蛍光 X 線分光法

#### 【テーマ題目11】動的現象のイメージング技術開発と信頼性解析の研究（運営費交付金）

【研究代表者】小池 正記（光・量子イメージング技術研究グループ）

【研究代表者】山田家 和勝（副研究部門長）

【研究担当者】小池 正記、鈴木 良一他  
（職員13名、他22名）

#### 【研究内容】

産業界や大学との連携により、高強度低速陽電子ビームを用いた計測法を用いて low-k 膜等の高機能材料のサブナノ～ナノ空孔構造を解明し、low-k 膜については低誘電率化プロセスを考案した。産学官の連携を促進するため、陽電子ビーム利用材料評価コンソーシアムの活動を継続して行うとともに、陽電子発生用小型加速器の開発を進めた。国内で唯一発振が得られている200nm付近の FEL を光電子放出顕微鏡（PEEM）と組み合わせ、金属触媒表面における化学反応のビデオレートイメージング技術の開発を行っている。発振型 FEL の更なる短波長化と安定化を目指して、共振器ミラーと共振装置の性能向上を進めた。また赤外イメージングを目指して、赤外 FEL 用新型光クライストロンを蓄積リングに導入し、スペクトル測定を行った。LCS 硬 X 線（γ線）の1桁程度の収量増加を目指した Fabry-Perot 共振器の安定化及びレーザー光と共振器のモードマッチングの最適化を行い、高密度構造体の3D 非破壊組成イメージング技術の開発を進めている。真空紫外領域における円偏光二色性の測定技術を有しているのは世界でも我々が唯一であり、これまでに120nm までの真空紫外線領域において S/N 比0.01%の測定精度を実現した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 自由電子レーザー、放射光、低速陽電子ビーム、偏光可アンジュレータ放射、電子リニアック、電子蓄積リング

⑫【ユビキタスエネルギー研究部門】

(Research Institute for Ubiquitous Energy Devices)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究ユニット長：小林 哲彦

副研究部門長：谷本 一美

総括研究員：宮崎 義憲、香山 正憲

所在地：関西センター

人 員：47 (45) 名

経 費：1,391,580千円 (293,412千円)

概 要：

情報技術の急速な発展やこれに伴うユビキタス情報社会の到来、また少子高齢化に伴う個人生活の多様化が進む中、パーソナル、ウェアラブル、モバイル、マイクロ等で形容される多様な新しいエネルギー供給形態、新電源技術(ユビキタスエネルギー技術)の開発が不可欠になってきている。また発展途上国等においては、エネルギーの供給が情報伝達を律速している場合も多い。情報通信機器のみならず、ロボットや輸送機器用のエネルギー源、医療福祉用途や生体内電源などにおいても、ユビキタスエネルギー技術の用途や需要の拡大が予想される。ユビキタスエネルギー技術は、利便性の観点から高エネルギー密度化、高出力化が進められているが、わが国の情報通信分野でのエネルギー需要拡大が予想される中、「Sustainable Development」や「安全・安心な暮らし」という観点からも、高効率、安全性、環境適合性を満足する新技術開発が不可欠である。さらに太陽電池や Ni-MH 電池、Li イオン二次電池等は、情報機器用パワー源(ユビキタス用途)として発展して技術が確立された結果、今や新・省エネルギー技術として重要な、家庭用および自動車用の分散電源としての地位を築こうとしている事実も見逃せない。

現状のユビキタスエネルギー技術の中核の一部をなす固体高分子形燃料電池や二次電池については、日本及び米国が世界の中でトップランナーである。しかしながら、世界的にもこれらの小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発競争は、極めて激化してきている。この中で新しい技術の展開を行うには、新材料開発がボトルネックとなっている場合が多い。国際競争力の確保の点からも、産業界からはハイリスクな新材料開発を大学や国立研で行うべきとする要望が強い。また、実用化に向けての共通技術として劣化要因

解明や評価技術、標準化に関する技術などの産業基盤技術の提供と言う点でも、国立研への期待は大きい。

地域性の観点からは、ユビキタスエネルギー技術に関連する家電産業や電池産業が関西経済圏内に集積されている点や、また京大、阪大、神戸大、大阪府大、同志社大、立命大、関西大等のアカデミアにおける当該分野の集積を重要視すべきである。産総研におけるユビキタスエネルギー技術の産学官連携の戦略拠点として、関西センターの位置づけは極めて重要と判断される。産総研関西センターの技術戦略の一つである「くらし情報産業」の創出においても、くらし情報機器の新しいパワー供給技術としてその一翼を担うと言う役割は大きい。

上述のような社会情勢に鑑み、また産総研のミッションである「持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、産業政策の地域展開への貢献、産業技術政策の立案等に貢献」などを達成することを目標に、ユビキタスエネルギー研究部門は2004年4月1日に設立された。究極の目標は、人類が平等かつ持続的にエネルギーを共有するために必要な、多様な小型・移動型のエネルギー変換技術およびエネルギー貯蔵技術を開発することである。当面は、高度に発展する情報技術や個人生活の多様化に伴う新しいユビキタスエネルギー需要等に資するため、高効率、高密度と安全性、環境適合性を満たす燃料電池、二次電池を始めとする小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発を、材料研究からシステム化研究まで有機的に取り組む(本格研究体制)。以って、分野ミッションである「ライフスタイルに応じ、安心して生活できる快適環境を維持しつつ、持続的なエネルギーの利用が可能な社会の実現」に貢献する。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業費助成金

「バイオマス由来燃料を用いた小型燃料電池の研究開発」

「赤外光照射による高分子・液晶膜の分子配向制御技術開発」

文部科学省  
科学研究費補助金

「酸化物/金属界面での高強度・低電気抵抗接合技術に関する研究」

「ディスプレイ用液晶の単分子膜による配向制御とナノ構造構築」

「電子顕微鏡による貴金属微粒子担持触媒の酸化・還元状態に関する研究」

「配位空間場制御材料の創製とそのエネルギーデバイスへの応用展開」

「パノスコピック形態制御された希土類系酸化物固体電解質の創製と応用」

「金属／無機ナノヘテロ界面の化学反応機能のメカニズムに関する研究」

経済産業省

試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）

「有機塩素化合物等有害化学物質の排出抑制のための電気化学的高度分解処理技術の開発に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構

「金属／カーボン界面系および金属微粒子電極の構造と化学反応性の第一原理計算」

「高効率熱電特性評価法の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

携帯用燃料電池技術開発費補助事業

「携帯用燃料電池に関する基盤技術開発」

固体高分子形燃料電池システム技術開発事業

固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業

「新規一酸化炭素被毒耐性アノード触媒の開発」

「固体高分子形燃料電池の劣化要因に関する研究 劣化要因の基礎的研究(2) 作動条件による劣化要因」

「電極触媒用高性能カーボン担体の研究開発」

「劣化診断のための計測ツールの研究開発」

「セルスタック構成部材の劣化現象及び劣化メカニズムに関する調査研究」

水素安全利用等基盤技術開発

水素に関する共通基盤技術開発

「メカノケミカル法グラファイト系及びリチウム系水素貯蔵材料の研究」

「超高圧合成法による高容量水素吸蔵合金の開発」

燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発

高性能リチウム電池要素技術開発

「ベースメタル元素を活用した新規酸化物正極材料開発」

「電池の難燃化・固体化のための新規電解質の研究」

「電池総合特性並びに加速的耐用年数評価技術の開発（解体試験等による電池構成部材からの評価技術確立のアプローチ）」

エネルギー使用合理化技術戦略的開発

エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

「新型有機熱電材料の研究開発」

財団法人大阪科学技術センター

「合金系水素貯蔵材料の耐久性研究」

発表：誌上発表121件、口頭発表300件、その他12件

-----  
ナノ材料科学研究グループ

(Materials Science Research Group)

研究グループ長：香山 正憲

(関西センター)

概要：

ユビキタスエネルギーデバイス開発の鍵を握るのは、ナノ界面機能材料（触媒、燃料電池電極、コーティング、熱電材料等々）など優れた機能材料の開発であり、特に金属／無機ナノヘテロ界面は優れた機能が期待される。電子顕微鏡観察と理論計算との連携は、こうした材料機能の基礎的解明や設計技術に威力を発揮し、また、こうした基礎解析を積極的に新規材料開発に生かす取り組みも重要である。当グループは、第一に、電子顕微鏡観察や第一原理計算など、ナノ・ミクロの解析技術を用いて、金属／無機ナノヘテロ界面系をはじめとするナノ界面機能材料の原子・電子構造や機能のメカニズムの解明を行い、ナノ材料科学のフロンティアを切り拓く。第二に、ナノ・ミクロ解析技術とコンビケム技術の連携・融合により、基礎解析を材料開発に積極的に活かして効率的に新材料を開発する新しい方法論—マテリアオミクサーの基盤技術の確立を図る。第三に、ユビキタスエネルギーデバイスの新機能材料開発や PEFC の劣化や機能の解明など、材料開発に基礎解析からの具体的貢献を行う。以上により、当ユニットの本格研究の一翼を担い、ユニットのコア技術の醸成を図る。

新エネルギー媒体研究グループ

(New Energy Carrier Research Group)

研究グループ長：小林 哲彦

(関西センター)

概要：

ポータブル機器に必要なエネルギー源として有効と期待される新規な水素貯蔵材料及び水素製造技術の探索、並びに利用技術である固体高分子形燃料電池の基礎技術の確立のために研究開発を行っている。新規水素貯蔵材料については、ボラン・アンモニアは水に溶解して安定な水溶液を形成するが、白金などの触媒の作用下で室温で加水分解し、素早く水素を放出することを見出した。本反応はポータブル水素発生システムとして大きな可能性を持つと期待される。また、反応速度の遅い水素貯蔵材料の水素貯蔵量評価に関する検討、水素吸蔵合金の1000サイクルレベルの耐久性評価及び劣化要因の検討を行った。固体高分子形燃料電池用電極触媒の開発では、酸素還元に対する白金の電極触媒活性が、担体として用いる炭素材料の種類や、炭素材料に導入した化学種によって大きく依存することを明らかにした。さらに、今後のエネルギー媒体の一つとして注目されている DME から水素製造触媒について、コンビナトリアル手法を導入した触媒探索を行った結果、従来、知られていないガリウム系触媒が優れた水素選択性を示すことを見出した。

## 分子材料デバイス研究グループ

(Molecular Materials and Devices Research Group)

研究グループ長：清水 洋

(関西センター)

## 概要：

ユビキタス社会におけるエネルギー供給はあくまでもユビキタス的であるべきというコンセプトをベースに、主として身の回りのエネルギー源として各種廃熱を念頭においた熱電材料及びそのモジュール技術の開発を行う。そのために金属酸化物を中心とした無機材料及び半導体特性、導電性を有する有機材料に対して研究を実施、産業界における研究開発のトレンド形成の主導的役割を果たし補助的モバイルエネルギー源の早期実現に資する。同時に有機・高分子材料のナノ構造構築技術を液晶等自己組織化材料を中心にデバイス化技術に関する研究を行い、モバイル、フレキシブル等ユビキタス社会に対応可能モジュール、デバイスの基盤技術を開発する。

## 次世代燃料電池研究グループ

(Advanced Fuel Cell Research Group)

研究グループ長：安田 和明

(関西センター)

## 概要：

次世代燃料電池新技術の開発とそのための基礎基板技術研究に取り組んでいる。白金 (Pt) とモリブデン (Mo) 酸化物をカーボン担体材料に担持した触媒 (Pt/MoOx/C) が100ppm 程度の高濃度 CO 含有改質模擬ガスにおいて PtRu 触媒に匹敵する優れた耐 CO 被毒特性を発現することを明らかにし、耐 CO 被毒性発現機構を詳細に調べ解明した。一方、PEFC はより高いセル電圧で効率よく発電することが望まれるが、電極触媒担体の腐食が問題となる。そこで、酸素欠損型の酸化チタンを担体とし、Pt 微粒子を担持した電極触媒を開発し、これが Pt の単位表面積基準では従来のカーボン担体を用いた場合とほぼ同等な発電性能を実現できることを報告した。この他に、アスコルビン酸等バイオマス由来の燃料を使ったダイレクト燃料電池の可能性の探求や、有機錯体系の新規な電極触媒の探索を行った。PEFC の劣化要因に関する研究では、長時間連続運転試験サンプルや加速試験サンプルを透過型電子顕微鏡技術を使ってナノレベルで詳細に分析し、特に白金の膜内析出現象のメカニズムを明らかにした。また、モデル電極と走査型トンネル顕微鏡を用いて電位や雰囲気白金超微粒子の安定性に与える影響を調べ、実際の MEA で生じる現象と比較し、PEFC における劣化の特徴を明らかにした。

## 燃料電池機能解析研究グループ

(Fuel Cell Durability Analysis Research Group)

研究グループ長：谷本 一美

(関西センター)

## 概要：

ユビキタス社会での電源デバイスとして期待される固体高分子形燃料電池 (Polymer Electrolyte Fuel Cell: PEFC) について実用面から耐久性確保は重要な課題であり、自動車用で5000時間、家庭用では40000時間の目標が与えられている。しかしながら、これまでの開発では材料研究及びシステム化研究などが主体とされており、耐久性まで考慮されてこなかった。そこで、本研究グループでは PEFC の性能劣化メカニズムを解明するとともに、評価の技術方針としての加速劣化手法確立を進める。さらにこれらを活用して、長寿命化への方策への道筋が得られると期待される。実際には、発電での性能劣化に関して、発電電池に対しての *in-situ* (その場) での材料特性を調べるために分光学的手法、電気化学的手法、分析化学的手法、熱工学的的手法などにより劣化メカニズムを解明する。さらにそれにより得られた劣化メカニズムに対する対策方法とその検証に展開して長寿命化に資する研究を進める。

## 蓄電デバイス研究グループ

(Advanced Battery Research Group)

研究グループ長：辰巳 国昭

(関西センター)

## 概要：

携帯型電子機器の利用拡大やハイブリッド車をはじめとするクリーンエネルギー自動車の利便性・効率向上のためには、更なる高エネルギー密度化を図りつつ、十分な信頼性・安全性を確保した低コストな蓄電池が必須であることから、リチウム系電池を中心とする新規電極・電解質材料の創製に関する研究を行うとともに、共通基盤技術としてリチウム電池の加速的耐用年数評価技術の開発に取り組んでいる。

安全性向上に向けては、新規に開発したリチウム電池に適用可能なイオン液体 (脂肪族4級アンモニウムカチオンと TFSI アニオンからなるイオン液体) と支持電解質として LiTFSI 塩とを組み合わせた電解質中でリチウム金属の平滑な電析が可能になることを見出し、安全性と大幅な高容量化の可能性を拓いた。また、正極についても、鉄含有  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  において、Co 若しくは Ni を添加することで、現在最もよく製品に用いられている  $\text{LiCoO}_2$  と同等の初期放電容量150mAh/gを示すことを見出した。

電池劣化機構解明においては、出力劣化の主因子であると考えられる正極材料を中心に解析を行った結果、結晶内部では劣化がほとんどない一方、正極表面付近においては軟 X 線領域の電子収量法測定によって遷移金属の電子状態に変化があることを見出した。

## 電池システム連携研究体

(Collaborative Research Team of Secondary Battery System)

連携研究体長：境 哲男

(関西センター)

## 概要：

本連携研究体では、二次電池や燃料電池などの飛躍的な高性能化や低コスト化、信頼性の向上を図るために、長年培われた新材料や評価、デバイス化などの基盤技術をベースにして、産学官連携によって異分野の科学技術を結集することでブレイクスルーを図り、電池システムでの実証研究を推進することを目的としている。これにより世界初、世界トップの電池技術を確立するとともに、産学官の人材育成を図る。

1) ニッケル水素電池の高容量化・低コスト化技術の開発；ニッケル水素電池の高容量化と低コスト化を図るために、高容量で低コバルトの La-Mg 系超格子系水素吸蔵合金の開発を行った。2) リチウム電池用ナノコンポジット合金負極の開発；ナノ材料技術及び薄膜化技術を駆使して、従来の黒鉛系負極に比べて体積当たりで4倍以上の高容量で、かつ、実用レベルの寿命特性を有する新規合金系負極材料の開発を行った。3) リチウム電池用ポリマー系電解質の開発；ポリマー/無機ナノ複合化技術を駆使して、高性能で信頼性の高い電解質材料を開発し、機械的強度2倍以上、サイクル寿命2倍以上を実現した。4) 携帯用燃料電池システムの開発；高性能な金属セパレータを開発して、燃料電池システムでの性能実証を行った。5) 超高压合成法による高容量水素吸蔵合金の開発；10万気圧までの超高压水素を封じ込める技術を利用した超高压水素合成法を用いて、新規なマグネシウム系水素化物 Mg7MH (M=Ti, V など) を発見し、その構造を決定した。6) 希土類系固体酸化物電解質の開発；パノスコピック形態制御（ミクロナノ複合粒子の制御）により希土類系酸化物固体電解質を開発した。

## マイクロ燃料電池連携研究体

(Collaborative Research Team of Micro Fuel Cell)

連携研究体長：宮崎 義憲

(関西センター)

## 概要：

携帯用燃料電池（マイクロ燃料電池）の本格的普及のために必要な標準化、規制緩和に必要な安全性評価技術、燃料電池の性能試験等について、必要な実験を行い、その成果を関係機関と連携を取りながらマイクロ燃料電池に関する安全性、性能試験法等を標準化に反映させることを目的とする。また、国連、ICAO 等での規制緩和のためのデータ取得及び試験方法の立案を行う。

標準化については、燃料電池の国際標準化（IEC

TC105) の関係する国内委員会での審議と、また、規制緩和については、内外の関係法令を調査・検討する委員会（いずれも社団法人日本電機工業会に設置）と緊密に連携を図り、試験項目を検討、試験方法を提示、得られたデータを提供することにより、標準化、規制緩和に反映させる。この中で、時間的な優先順位を念頭に置きながら、さらには、緊急な検討を要する案件については機動的に取り組むことにしている。

## ⑬【セルエンジニアリング研究部門】

(Research Institute for Cell Engineering)

(存続期間：発足日～終了日)

研究ユニット長：湯元 昇

副研究部門長：田口 隆久

総括研究員：三宅 淳

所在地：関西センター

人員：39 (36) 名

経費：1,284,944千円 (902,720千円)

## 概要：

ポストゲノム時代を迎えて、ライフサイエンスの中心課題は、生きた細胞における生体分子の動きや情報伝達の流れを「知る」こと、生きた細胞を「操る」ことにより望みの機能を発揮させること、得られた細胞機能の情報に基づき、人工的に細胞と同等以上の機能を発揮できるシステムを「つくる」ことに移行してきている。しかし、従来の細胞工学技術、遺伝子操作技術は限界に達しており、他の技術との融合によるブレイクスルーが世界的に求められている。そこで、本研究部門では、細胞及び組織工学に軸足を置き、材料・ナノテク・情報技術との融合により、新しい細胞機能計測・操作技術、細胞・組織利用技術を開発することをミッションとしている。そのため、生命現象の細胞レベルでの機構解明から具体的製品化までの一貫した本格研究を、分野融合的に推進する。

本研究部門では、「高度医療システムの創出」及び「健康管理産業の創出」に貢献できる以下の二つの課題に重点化して研究開発を行っている。

- (1) 組織・細胞の機能の再生・代替：三次元細胞培養技術による骨・軟骨、血管等の組織再生技術開発と臨床応用を行う。また、神経再生に資する高品質のヒト神経幹細胞、神経細胞などの大量培養・分化誘導技術の開発、神経回路形成・接続関連分子の探索、作用機構解明、デバイス化を行なう。さらに、高分子材料をベースに組織・細胞の機能を代替できる新規デバイスの開発を行なう。
- (2) 細胞機能計測・操作技術の開発：発光・蛍光蛋白質を利用した複数遺伝子発現リアルタイム同時解析

デバイス、細胞情報伝達を外部刺激で制御できる分子、生理的刺激で応答する分子デバイス、細胞機能制御に必要な改変蛋白質創製技術、ナノテクを応用した細胞操作技術、細胞情報の大規模且つハイスループット収集が可能な新しいトランスフェクションマイクロアレイを開発する。

-----  
外部資金：

厚生労働省、厚生労働科研費、「マイクロアレー、プロテインチップを活用した、ヒト正常神経細胞を用いた薬剤安全性評価システムの開発 (H14-トキシコー003)」

文部科学省、若手任期付研究員支援 (継続1)、「臍帯血からの神経幹細胞の分離技術の開発」

文部科学省、若手任期付研究員支援 (継続1)「細胞の品質管理機構による新規人工蛋白質のスクリーニング」

文部科学省、若手任期付研究員支援 (継続1)、「新規遺伝子発現制御系・光スイッチの開発」

文部科学省、新興分野人材育成、「ナノバイオ分野人材養成ユニット」

文部科学省、科学研究費補助金、「細胞内 pH の日周変動を測定するプローブの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、産業技術研究助成事業費助成金、「超極細探針による低侵襲遺伝子導入技術の開発」

文部科学省、科学研究費補助金、「完全連通孔高強度アパタイト多孔体を用いた間葉系幹細胞増殖・分化技術の確立」

文部科学省、科学研究費補助金、「ホタルのルーツを求めた中国雲南省の発光甲虫生態調査」

文部科学省、科学研究費補助金、「バイオインフォマテックスの構造予測にもとづいた神経栄養因子の一塩基多型の機能解析」

文部科学省、科学研究費補助金、「LICAM 遺伝子異常を持つヒト神経幹細胞の特性解析と先天性水頭症の分子治療法開発」

文部科学省、科学研究費補助金、「骨格筋不死化細胞に由来する筋知覚神経軸索伸長因子の解析とクローニング」

文部科学省、科学研究費補助金、「灌流培養型連続発光モニター系を用いた概日リズムの同調機構解析」

文部科学省、科学研究費補助金、「超極細探針による低侵襲細胞免疫技術の開発」

文部科学省、科学研究費補助金、「嗅覚レセプタを用いた嗅覚機能代替匂いセンサープロトタイプの研究」

文部科学省、科学研究費補助金、「表面プラズモン励起増強蛍光分光法で観測する超薄膜表面での分子認識過程」

文部科学省、科学研究費補助金、「グルタミン酸輸送タンパク質 (EAATS) の制御分子開発」

財団法人大阪科学技術センター、「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 (バイオ医薬デザイン用の高精度生体高分子機能予測システムの開発)」

財団法人京都高度技術研究所、「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 (ポストゲノム解析を簡便にする生体試料精密分画キットの開発)」

学校法人慶應義塾、「ヒト中枢神経系由来神経幹細胞の生物学的特性ならびに領域特異性の解明 (A. 脊髄損傷に対する幹細胞治療の開発)、ヒト神経幹細胞二次プロセスング業務、サブ神経幹細胞バンク業務、および神経幹細胞品質評価業務 (B. ヒト神経幹細胞バンク事業)」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発/多色多様生物発光システムを利用した細胞内マルチ標識技術開発、細胞内分子ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構、「光制御可能な細胞発光素子の創製」

独立行政法人科学技術振興機構、「抑制性及び興奮性細胞への投射様式と BDNF 移行の相違解明実験」

独立行政法人科学技術振興機構、「賢くなる2次元神経回路網によるパターン認識」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「生物の持つ機能を利用した環境中化学物質の高感度検出・計測技術の開発 色素増感クロマトグラフィー法等のシグナル増幅技術の開発・人工抗体の開発」

国立大学法人大阪大学、「結晶化に関する研究」

財団法人化学技術戦略推進機構、「無機マイクロカプセル成形技術の開発、インテリジェント化および体系化」

財団法人大阪市都市型産業振興センター、「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（昆虫ウイルスの微結晶を用いたタンパク質の構造と機能解析）」

文部科学省、大学等発ベンチャー創出支援、「イノベーション創出事業費」

経済産業省、地球環境遠隔探査技術等調査研究委託費、「植物プランクトン種組成分布推定のための現場測定に関する研究」

農林水産省、平成16年度融合新領域研究戦略的アセス調査、「DDS 技術の農林水産技術への応用に関する産業化・実用化のための可能性調査」

公益信託 林女性自然科学者研究助成基金、「表面プラズモン顕微鏡を用いたマイクロレイバイオチップの研究」

発表：誌上発表103件、口頭発表195件、その他22件

#### 組織・再生工学研究グループ

(Tissue Engineering Research Group)

研究グループ長：大串 始

(関西センター尼崎サイト)

概要：

当グループでは骨のなかに存在する骨髄細胞を用いて、種々の細胞へ分化し得る間葉系幹細胞の増殖ならびに分化研究をおこなってきた。特に、この幹細胞を用いて再生培養骨を作製し臨床応用にまで展開した。そこで、今後の、アウトカムとしてこれら再生培養骨の製品化を考慮した臨床研究ならびに国際標準化を目指すとともに、この再生培養骨の治療技術が高度先進医療に組み込まれることを計画する。軟膏再生に関しては、間葉系細胞の3次元培養をおこない、間葉系利用の軟骨再生の実用化（臨床応用）を目指す。さらに、これらの両技術を複合化した骨と軟骨の同時の再生による治療技術の確立も目指す。

また、間葉系細胞が血管内皮や心筋細胞へ分化する事を報告できたので、今後は、3大死因疾患のひとつである心疾患および血管障害患者に対する新規の治療技術開発確立をめざす。また、以上の技術方法やその技術に対する評価基準等の作成もおこなう。

研究テーマ：テーマ題目1(1)

#### ニューロニクス研究グループ

(Neuronics Research Group)

研究グループ長：弓場 俊輔

(関西センター池田)

概要：

神経細胞は高度に分化し、その再生・増殖については発生初期を超えると困難であると考えられている。このような細胞から構成される神経組織において、外傷あるいは疾病によって障害を受けた場合、神経幹細胞の移植技術の開発は進められているが、障害部位において障害を受ける前の神経回路を正確に再建する技術に至っては全く手付かずの状態である。そこで当研究グループでは非障害神経細胞や移植神経細胞が障害部位において正確に機能する神経回路を形成し、失われた脳機能を回復させる未来の再生医療確立を目指し、その基盤技術を開発することをミッションとする。

脳の外の神経デバイスを目指した2次元多点電極上培養法について、独自解析技術により神経回路形成過程の特徴抽出を試みる。また、脳の中に機能的神経回路を再建する基礎研究として、メダカ個体を用いた実験系を構築し、回路を再建する機能遺伝子についての解析に備える。

また、機能的神経回路再建分子を探索するために、メダカを用いたスクリーニングシステムも同時に構築し、将来の創薬スクリーニングに耐えるものに完成させる。

研究テーマ：テーマ題目1(2)

#### 人工細胞研究グループ

(Artificial Cell Research Group)

研究グループ長：安積 欣志

(関西センター池田)

概要：

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンディを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同じ様な環境変化にたいする物性の変化をする特性をもち、しかもソフトで軽量の人工材料（刺激応答材料）を開発することは重要である。組織・細胞機能の代替技術のための人工材料の役割としては、回復可能な臓器、組織等の機能回復のためのリハビリテーションの役割をするデバイスの開発等で、また、克服・支援する機器・技術等の開発においては、介護ロボット、手術デバイス等、人体に直接接する機器、デバイスの開発等において刺激応答材料の役割があると考えられる。以上の視点にたち、外部環境の変化に自律的に応答する耐久性のある高分子材料の創製を行うことにより、我々の重点課題である「人工高分子材料をベースにした、組織・細胞の機能を代替できる新規デバイス、およびその材料の開発」を行うことを目標とする。具体的には、これまでの我々の研究実績をふ

まえ、人工筋肉・感覚材料と応答性ライフサイエンス用無機材料の開発に集中して研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1 (3)

### 細胞ナノ操作工学研究グループ

(Cell Operation Research Group)

研究グループ長：中村 徳幸

(関西センター尼崎)

概要：

幹細胞の増殖・分化の制御は治療用幹細胞デバイスの生産・利用技術の開発のために重要であるが、幹細胞の分離、維持・培養、及び分化制御技術は確立されておらず、コストや安全性等、産業化への問題点は多い。幹細胞の自己再生能力や分化能力等に関与する細胞内分子ネットワークの解析、さらには、幹細胞の増殖制御を利用した生産技術開発、幹細胞の分化制御技術の応用による、組織再生法の安全性向上に資することを目指す。具体的には、新規な細胞チップ、トランスフェクションアレイを開発し、上記遺伝子群のハイスループットスクリーニング技術の開発を行い、遺伝子のネットワーク解析等についても進める。

一方、幹細胞の分化制御においては、タンパク質や遺伝子など1分子で決定的な影響を及ぼすものもあり、細胞集団の平均化された情報ではなく、単一細胞の状態の解析が求められている。そこで、単一細胞に対して、遺伝子、タンパク質あるいは化学物質などを強制的に挿入する技術の開発を目指す。具体的には、先鋭化したシリコン製 AFM 探針の挿入に伴う力学的応答を明らかにし、挿入過程をモニタする技術の開発を進め、先鋭化 AFM 探針の細胞に対する低侵襲性を明らかにする。

研究テーマ：テーマ題目 2 (1)

### セルダイナミクス研究グループ

(Cell Dynamics Research Group)

研究グループ長：近江谷 克裕

(関西センター池田)

概要：

高度医療システムの創出及び健康管理産業の創出に貢献するため、バイオ分野と他分野の融合的な研究により、生きた細胞における生体分子の動きや情報伝達の流れの情報を「知る」、そしてその情報を基に生きた細胞に自由に「操る」セルエンジニアリングを目指し、「光」をキーワードとした新しい細胞機能計測・操作技術の構築を目的とする。例えば、発光・蛍光蛋白質を利用した複数遺伝子発現リアルタイム同時解析デバイス等に研究成果を結実させることを目的とする。

具体的な研究テーマは、1) 細胞を「知る」細胞機能計測のための基盤研究；1-1) マルチ遺伝子発現検出系による機能計測システムの開発、1-2) SNP 機能

可視化システムによる「個の可視化」技術の開発、1-3) 細胞内機能物質群の計測・標準化。2) 細胞を「操る」細胞操作技術の基盤研究；2-1) 光受容型遺伝子発現システムの開発、等である。

研究テーマ：テーマ題目 2 (2)

### 分子創製研究グループ

(Biomolecular Engineering Research Group)

研究グループ長：達 吉郎

(関西センター池田)

概要：

細胞内における生体分子の動きや情報伝達の流れを分子レベルで解析、制御するためには、ナノバイオテクノロジー等、異分野と融合した新しい細胞工学技術が求められている。当グループでは、物理化学や有機化学、光化学をベースにした研究者から構成されており、細胞機能の計測や制御、解析ができる分子システムの開発に重点をおいて研究を行う。具体的な研究課題としては、下記4件を進める。

#### 1) 人工生体膜技術の開発

固体基板上に固定化されたパターン化脂質二分子膜に膜タンパクを組み込み、生体膜の機能を人工的に再現するモデル生体膜素子（メンブレンチップ）を開発する。

#### 2) 表面プラズモン励起蛍光分光法 (SPFS)

細胞表面近傍の複数の分子を *in situ* で分子動態解析できるシステムを実現するため、2次元情報として表面プラズモン励起蛍光分光計測ができるシステムと解析技術の開発を行う。

#### 3) ケージドペプチド技術の開発

光制御ペプチド等を用いて蛋白質やペプチドの構造形成や機能発現を制御する技術の開発を行う。

#### 4) ナノバイオテクノロジー

グループ内外と連携協力し、分野融合的な取り組みで運動蛋白質を用いた運動素子の要素技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2 (3)

### 細胞分子機能研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：安宅 光雄

(関西センター池田)

概要：

蛋白質は細胞の多彩な機能を支える最も重要な分子であり、蛋白質の諸性質を明らかにする事は、細胞を分子レベルで理解し、セルエンジニアリングをボトムアップ的に構築する上で極めて重要である。そこで当該グループは細胞機能の分子論的理解と制御を目指し、特に蛋白質の立体構造-分子機能相関の解明を中心課

題に据える。対象の選択についてはアウトカムを重視し、研究成果が産業利用に結びつくよう心がけていく。また蛋白質研究を行なう上で必要とされる汎用的でかつ革新的な周辺技術の開発も並行して行ない、基本特許化を目指すとともに上記の中心課題研究の加速化に利用する。当該グループは蛋白質研究に係わる、ノウハウ、技術（特に組換え蛋白質の発現と精製）を蓄積しており、これらを活かした他グループや企業との共同研究、研究サポートも併せて積極的に推進して行く。

研究テーマ：テーマ題目2(4)

-----

【テーマ題目1】組織・細胞の再生・代替(1)

【研究代表者】大串 始（セルエンジニアリング研究部門組織・再生工学研究グループ）

【研究担当者】秋葉 龍郎、中村 真理、金村 米博、廣瀬 志弘、陳 国平、（職員6名、他85名）

【研究内容】

骨関節再生に関する研究において、ヒト骨髄からの間葉系幹細胞の増殖技術を確立した。また、この間葉系幹細胞から再生培養骨を作製することに成功した。さらに、ヒト細胞を培養する施設と無菌状態を維持できうる培養環境の構築、すなわちセルプロセッシングセンター（CPC）を設立し、このCPC内で培養されたヒト間葉系細胞ならびに再生培養骨をもちいての臨床応用が行われた。また、骨再生のみならず軟骨再生も独自に開発したスキャホールド上での軟骨再生に成功し、この技術と上記の再生培養骨の技術を発展させ、骨と軟骨を同時に再生する技術も確立した。

ヒト神経幹細胞の大量・安定・安全培養法の開発では、神経再生の研究に関しては、ヒト神経幹細胞の大量培養法を確立した。さらに、幹細胞の選択的分離が可能なモノクローナル抗体を開発した。幹細胞の神経細胞等への分化過程における遺伝子発現の変動から情報データベースを構築し、分化マーカーとして有望視される遺伝子（NCI）を同定した。脊髄損傷モデルサルを用いて、霊長類の脊髄損傷でのヒト神経幹細胞移植による脊髄機能の回復に世界で初めて成功し、その有効性を確認した。また、脳梗塞モデルマウスの機能回復におけるヒト神経幹細胞移植の有用性も確認した。

機能性独立細胞の識別、評価技術として光学的検出技術の開発を行った。すなわち細胞特有の含有分子を蛍光により検出するための基礎データを取得した。機能性独立細胞の例と培養の容易な植物性プランクトンを選定し、含有分子組成を高速液体クロマトグラフィーを用いて分析し、同時に励起スペクトルおよび蛍光スペクトルを測定した。また、蛍光性細胞の高速識別のための励起スペクトル測定装置を開発した。

形状から種を識別するアルゴリズムを形状特徴および輝度特徴から行う手法を考案し99%以上の識別制度を得

た。

エージェントモデル・ネットワーク解析・パターン形成機構の定性推論等の情報分野の手法を組み合わせることにより、個々の細胞の分化機構と細胞分布のパターン形成機構を同時に取り扱う事が可能な手法の開発に着手した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】幹細胞、再生医療、骨再生、心筋再生、神経再生、プラントクトン

【テーマ題目1】組織・細胞の再生・代替(2)

【研究代表者】弓場 俊輔（セルエンジニアリング研究部門ニューロニクス研究グループ）

【研究担当者】川崎 隆史、清末 和之、藤森 一浩、工藤 卓（職員5名、他5名）

【研究内容】

培養神経回路網を多点電極上に構築し、回路網の活動を解析する技術とともに、それを可能とするソフトウェアの開発を同一研究分野における標準化も視野に入れて進めている。さらに、この神経回路網に対して複数の部位からの局所的な定電流刺激を同時に印可することによって、刺激によって誘起される神経回路網の空間的活動パターンを更新する技術開発にも着手した。この技術により、神経回路網をあるモードでの定常状態で安定させることが可能である。このような生体神経回路網の正規化は、将来の神経デバイスを目的とした神経回路網の動的制御のみならず、薬物アッセイの指標系として神経回路網を活用する際にも大いに有効であると考えられる。

神経再接続技術を確立するためには、神経活動の不活性化状態における細胞応答を知ることも重要である。この目的のためにグルタミン酸受容体分子の発現制御機構を解析したところ、神経活動抑制によりサイレントシナプスが増加するとともに、一過的活動上昇により機能的シナプスへの変換が生じて神経回路網の再編が生じることを明らかにした。

障害を受けた末梢神経束の神経軸索の再生・機能的再建を目的として、当研究グループで発見したNeurorescisinなどの神経突起伸長因子をシリコンチューブ内に固定化した人工神経(neurotube)を共同研究において作製した。この人工神経を障害部位の代わりに架橋することで、末梢神経軸索の再生を促進することを動物実験で証明した。

生物個体の単一細胞における遺伝子発現誘導システムの開発では、熱に対する生物のストレス応答を利用した遺伝子発現誘導技術(生物学的方法)と赤外レーザー顕微鏡による加熱技術(物理学的方法)を融合した技術を開発した。これより、生体における特定遺伝子の機能評価を、時間的、空間的制限を受けずに行うことができる。生物学的方法についてはメダカトランスジェニック系統の樹立を行い、物理学的方法として標的細胞の温度測定を可

能とする要素技術の開発に成功した。さらにメダカについては次世代実験動物としての優れた特性を多く有していることから、メダカ研究の推進を加速するようなインフラ整備についても積極的に取り組んだ。具体的には胚の観察を可能にするために卵殻除去用孵化酵素の生産、実験用卵の安定供給のために多産系統の樹立を行うとともに、多系統の安定維持管理に適した集合水槽の開発にもメーカーへの助言と試作品評価を行うことで参加した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】神経、再接続、メダカ

#### 【テーマ題目1】組織・細胞の再生・代替 (3)

【研究代表者】安積 欣志 (セルエンジニアリング研究部門人工細胞研究グループ)

【研究担当者】藤原 正浩、清原 健司、杉野 卓司 (職員4名、他15名)

#### 【研究内容】

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンディを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同じ様な環境変化にたいする物性の変化をする特性をもち、しかもソフトで軽量の人工材料 (刺激応答材料) を開発することは重要である。我々は以上の視点にたち、特に運動機能の代替材料として人工筋肉・感覚材料、および細胞輸送機能の代替として応答性ライフサイエンス用無機材料の開発を進めている。人工筋肉・感覚材料の研究では、これまで生物学的にも、力学的にも生体適合性の優れていると考えられる高分子ハイドロゲルを用いた、電場駆動型のソフトアクチュエータの開発を進めてきた。この素子は様々な応用開発もすすめる段階になったが、ハイドロゲルを用いることからくる使用環境の制約が研究課題としてあった。すなわち、空中、真空中などドライ環境で使用するためには、材料の乾燥を防ぐ必要がある。本年度はその問題の克服のため、これまで行ってきた、高分子ハイドロゲルアクチュエータである、イオン導電性高分子に貴金属をメッキした、低電圧駆動のソフトアクチュエータ技術をベースに、さらにこの材料のドライ化、高出力化をはかるため、電極材料と、ゲル材料の開発をすすめた。すなわち、電極には、金属よりもさらに表面積が大きく、また、ヤング率ははるかに大きいカーボンナノチューブをもちい、高出力化をはかった。また電解質ゲルとしては、これまで用いていたフッ素系イオン交換樹脂を、イオン液体ゲルの開発を行うことにより、イオン液体の不揮発性から完全なドライ環境でイオン導電性が保たれる系の開発を行った。開発した素子は、イオン液体ゲルの両側を、カーボンナノチューブを分散したイオン液体ゲルからなるカーボンナノチューブゲル電極でサンドイッチした構造からなり、完全なドライ環境で、数 V で大きく変形することが可能である。本素子は空中、真空中で、1万回近くの連続変形が可能であり、また、数か月以上、空中に放置しても性

能は落ちなかった。また、その応答性能は数10ヘルツまでの周波数に追従可能であり、さらに、キャスト法で成形できることから、極めて成形性が良く、様々な形状、大きさに容易に成形可能である。また、従来のフッ素型イオン交換樹脂に金をメッキした湿式のイオン導電性高分子アクチュエータについては、様々な機関との共同研究により、デバイス開発への応用を進めた。その内容としては、バイオミメティックロボットや、医療・福祉機器などがある。

応答性ライフサイエンス材料の研究では、シリカ、炭酸カルシウム等のマイクロカプセルに様々な薬剤を封入し、薬剤のコントロールリリースをさせる目的で、まず、薬剤の封入の方法、およびそのプロセスの解明を様々なカプセル材料、および、封入薬剤を用いて行なった。その様な中で、シリカ、炭酸カルシウム等のマイクロカプセルに、リン酸塩、チタニア等の無機化合物、散布用農薬製剤等を封入することに成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】人工筋肉、高分子アクチュエータ、ゲル、マイクロカプセル

#### 【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発 (1)

【研究代表者】中村 徳幸 (セルエンジニアリング研究部門細胞ナノ操作工学研究グループ)

【研究担当者】三宅 正人、佐藤 孝明、廣野 順三、中村 史、藤田 聡史、上田 尚学 (職員7名、他44名)

#### 【研究内容】

細胞プロセス時系列解析装置システムの作製では、増殖、分化、ストレスシグナル等に関わるパスウェイの変化を蛍光タンパク質の蛍光強度を指標に、連続的かつ同時に測定できる装置システムを試作した。本システムを用いて神経分化誘導プロセスに関与するチロシンキナーゼの網羅的解析を行った結果、神経突起伸長に特異的に関与する新規なチロシンキナーゼが同定されるなどの成果が得られ、システムの実用性が確認できた。さらに、本システムを利用した創薬ターゲット探索への可能性を検討するために、RNA 干渉を応用した株化乳ガン細胞の増殖関連パスウェイの解析に本システムを応用した結果、既知のパスウェイを含む複数のパスウェイが同定された。新たなパスウェイからは新規なターゲット候補が得られた。以上の結果が評価され、本技術を利用した産総研ベンチャー企業も設立された。また、標的タンパク質を特異的に阻害する化合物の阻害定数をハイスループットに解析するために酵素動力学解析チップを開発し、カタプシン阻害剤の評価が可能であることを明らかにした。今後はこれら、開発した技術を組み合わせることにより、新しい創薬支援技術の開発に取り組んでいく予定である。

また、高度な知的情報処理を行う神経系の機能再生／

代替基盤技術の一環として、嗅覚系で複雑な入力情報から必要な情報が自動的に抽出されるアルゴリズムを明らかにする研究について行った。嗅覚での匂い識別の仕組みの解明では、2種の花臭系光学異性体に応答する嗅覚レセプタ群間でのオーバーラップがカルボン応答レセプタ群と異なっていることを明らかにした。多様な嗅覚レセプタの応答性と遺伝子配列を網羅的に調べ、嗅覚レセプタを利用した人工の鼻の創出など嗅覚機能代替技術の開発を進め、2004年度のノーベル医学・生理学賞受賞者との共同研究（受賞対象の一部）を基礎に嗅覚のニオイ識別の仕組みについて、レセプタのタイプ毎の信号フローを解析し、嗅覚レセプタを用いた嗅覚機能代替匂いセンサープロトタイプに用いるレセプタ及び機能発現補助タンパク質のベクターを構築した。

さらに、単一細胞の観察・解析技術として、エッチングによってシリコン製 AFM 探針を棒状に加工、作成した先鋭化探針を利用して細胞への挿入を行い、侵襲性についての評価を行った。収束イオンビームによるエッチングにより、探針の直径は100~800nm 程度まで作成可能であり、特に直径200nm 以下の探針では繰り返し挿入しても、細胞はダメージを受けず、低侵襲性が示された。また、針の先端を先鋭化するよりも、平坦化させた円筒形の形状の方が高速で挿入が可能であることが見出された。このナノスケールの探針（ナノニードル）に、抗アクチン抗体を固定化して細胞に挿入し、抜去する際の抗原-抗体相互作用を破壊するのに要した力（unbinding force）を観察し、これによってアクチンフィラメントを力学的に検出することを試みた。抗アクチン抗体は化学修飾によりナノニードル表面に固定化された。新生児正常ヒトメラノサイト NHEM-Neo を用い、抗体修飾ナノニードルを挿入・抜去し、その力学応答を観察した。ナノニードルを7 $\mu\text{m}/\text{sec}$  で挿入した場合、2~10nN の unbinding force が一つの細胞で繰り返し観察された。アクチン重合阻害剤である cytochalasin D を培地中に添加した場合、また、単量体アクチンで抗体をブロックした場合では unbinding force は全く観察されなかった。本手法により、生きた単一細胞内のフィラメント状のアクチンを力学的に検出することが可能であった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞プロセス時系列解析装置システム、嗅覚機能代替匂いセンサー、ナノニードル

【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発（2）

【研究代表者】近江谷 克裕（セルエンジニアリング研究部門セルダイナミクス研究グループ）

【研究担当者】茂里 康、小島 正巳、中島 芳浩、呉 純、（職員5名、他17名）

【研究内容】

マルチ遺伝子発現検出システムの構築では、発光生物由来青（発光性渦鞭毛藻）、緑（イリオモテボタル）、橙（イリオモテボタル変異体）、赤色（鉄道虫）発光酵素の哺乳類細胞内での発現を最適化した。4つ発光色の発光タンパクに、異なるプロモータ配列を挿入、細胞に導入することで、発光色の違いを利用して複数の遺伝子発現を同時に測定することに成功した。一方、本システムにより体内時計関連遺伝子の複数同時解析を計画、生きた細胞を用いて長時間にわたり遺伝子発現をモニターできる点を明らかにし、本システムの有用性を実証した。本システムは05年3月に東洋紡及び東洋ビーネットよりマルチレポータアッセイシステムとして上市された。また、分泌型発光タンパクであるウミホタルルシフェラーゼを *Cypridina* 種よりクローン化、これまでのルシフェラーゼより分泌能が高いことを証明した。そこで、本ルシフェラーゼの特性を生かせる灌流型培養発光測定装置の試作をこころみだ。長時間安定に測定するためには培養容器が重要であることが明らかとなった。

主要に取り組むバイオ発光技術であるが、より高い信頼度、高い再現性を確保するため、標準発光試薬や絶対光量測定装置などの検討を行った。特に、ホタル発光系を安定したシステムするため、生化学反応に関わる因子の再検討を行い、従来知られていなかったリボ酸が強い発光反応の抑制効果を持つことを明らかにした。

細胞内の情報伝達系を制御している各種蛋白質のなかで、転写因子の一つである CPEB が CaMKII によるリン酸化でオン・オフの制御を受けていることを解明した。また神経伝達物質グルタミン酸のトランスポーターを特異的に阻害する物質の開発に成功した。

神経栄養因子の一分子多型（SNPs）に対応した各種神経栄養因子-蛍光融合タンパク群を作成、本融合タンパク群を用いて神経細胞内での神経栄養因子の動態を可視化した。特に、細胞膜上のラフトでの働きの可視化、及び神経栄養因子に存在する一分子多型（SNPs）の意味を細胞内での動態の違いとして解析することに成功した。また、プレ活性型神経栄養因子（シグナル配列を含んだ）の大量生産と精製に成功、これを元に抗体を作成し、イムノアッセイ系を確立した。

国際度量衡局・物質量諮問委員会・バイオ計測 WG 会議の動きに呼応し、DNA 定量、AFLP、円二色性分散計、バイオ分野での蛍光物質測定等のパイロット実験に参加、特に、プロテオーム解析における質量分析の標準化：標準ペプチド配列の開発を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】イメージング、バイオ標準、細胞機能

【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発（3）

【研究代表者】達 吉郎（セルエンジニアリング研究部門分子創製研究グループ）

【研究担当者】田和 圭子、森垣 憲一

(職員3名、他9名)

#### 【研究内容】

脂質二分子膜を固体基板上に再構成するメンブレンチップ技術は、固体基板上において膜タンパク質を組み込んだパターン化脂質二分子膜をアレイ化することにより新規な計測システムを構築することを目指すものである。現在多く開発されているプロテインチップは、対象が水溶性タンパクに限定されており、膜タンパク質は脂質膜に組み込まれた状態でのみ活性を示すため、機能解明やバイオデバイスへの応用が水溶性タンパクに比較して大きく遅れている。今年度は実現に必要な要素技術の開発を進めた。(1) 膜タンパクを含むベシクルをパターン化膜に組み込むプロセスを評価する要素技術として、全反射蛍光顕微鏡を用いてパターン化ポリマー膜へのベシクル融合現象の測定法を検討した。(2) ジアセチレンを持つ脂質二分子膜のポリマー化を金属基板上で行うことに成功するとともに、膜の電気的物性の評価(インピーダンス測定)、単一膜チャンネルの挙動を計測する実験系を確立した。(3) 培養細胞の膜画分を用いて G モデル膜タンパクを基板上に固定化する方法の検討を行った。(4) 新規リン脂質を用いて脂質二分子膜を重合させ、安定なポリマー脂質二分子膜を調整する方法を検討した。

表面プラズモン励起蛍光分光法 (SPFS) は、金薄膜表面に吸着した物質の表面プラズモン共鳴による近接場光の励起を用いることでオングストロームレベルで吸着量(膜厚)などの計測が可能な測定法である。表面プラズモン励起蛍光分光法は、表面プラズモンにより励起された蛍光を測定するため、表面だけを選択的により高感度で(3桁以上)測定することができ、細胞膜近傍での物質動態の計測やバイオセンサーチップなどの技術に有用と考えられる。今年度は、SPFSによるアプリケーション開発とイメージング測定法の検討を行った。アプリケーションとしては、固体基板上へのベシクル吸着による脂質二分子膜の形成過程や安定性を表面プラズモン共鳴分光法および表面プラズモン共鳴蛍光分光法によってモニターする手法、および、ロタキサン形成過程の測定手法、を確立した。2次元測定は、顕微鏡イメージングや多検体測定に重要な要素技術であり、その装置開発を進め、生体分子の相互作用の計測法を検討した。

ケージド化合物は、光解離性保護基を生理活性物質に結合した化合物であり、光照射で構造や機能が制御できるため、細胞や組織において生理活性物質の作用動態を高い時間空間分解能で作用動態を解明するための重要な技術と考えられており、ケージド化合物のうち、開発が遅れていたケージドペプチドの調整法の開発を先駆けて進めている。今年度は、光解離性保護基に対する抗体を作成し、抗原抗体反応により、ケージド効果を増強できる方法を確立した。

ナノバイオテクノロジーの研究においては、分野融合的な研究の推進とポストドクやテクニシャンの人材育成の

2つの観点が重要とされている。今年度は、ナノバイオマシンやバイオセンサーの課題の取り組みを進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脂質二分子膜、メンブレンチップ、重合性脂質、光リソグラフィ、表面プラズモン励起蛍光分光、イメージング、高感度、ケージドペプチド、抗体、ナノバイオテクノロジー

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (4)

【研究代表者】 安宅 光雄 (セルエンジニアリング研究部門細胞分子機能研究グループ)

【研究担当者】 石川 一彦、上垣 浩一、中村 努、萩原 義久 (職員5名、他15名)

【研究内容】

システイン合成は、従来真核生物とバクテリアを対象に調べられており、ヒトを含む動物と、バクテリア及び植物とでは、異なる酵素が関与していることまで分かっていた。超好熱性アーキアのシステイン合成を研究対象にしたのは我々が初めてで、結果として、その合成酵素は動物型・植物型双方の活性をもつほか、ホスホセリンを基質とする未知のシステイン合成経路を用い、従来の最高速度に比べて更に7倍の速度 ( $k_{cat}$  値) でシステインを合成することが分かった。この発見により、100℃という他の雑菌が死滅する超高温環境で、システイン及びその誘導体を高速で合成できる新規酵素が入手できた。超好熱性アーキアで例外的に好気的な *Aeropyrum pernix* は、酸化ストレスの処理を行うチオレドキシン系3タンパク質をセットで有することを明らかにしてきたが、そのうちチオレドキシンペルオキシダーゼの結晶化と構造解析に成功した。この構造は従来知られている好気性の生物の内最高温度で生育するもののチオレドキシンペルオキシダーゼとしても、アーキア由来のチオレドキシンペルオキシダーゼの構造で最初に決まったものとしても意義深いものと考えている。超耐熱性キチン結合ドメインの最初の構造も NMR 法で決定できた。超高温でキチンを認識・結合し、酵素的な加水分解を行わせるために利用していけるドメインの構造として将来的に大きな展開と利用法の開発が望まれる。超耐熱性スレオニンデヒドロゲナーゼの結晶で X 線を十分に回折するものも既に得られている。また、汎用的・革新的な蛋白質研究技術として磁場を用いた蛋白質良質結晶育成方法を開発した。良質の蛋白質結晶は、精密な構造決定に不可欠であり、とくに応用を意識して機能を理解したり機能を改変したりする際に必要となる。磁場を適切に用いれば結晶の配向、浮遊(無沈降、無容器)、対流制御をすべて行うことができる。これまで数種類の蛋白質結晶の品質が向上する例を見つけ、高分解能の構造解析に結びつけた。水の対流に及ぼす磁場の影響についてもシミュレーションで知見を深めた。さらに、安定化した蛋白質

質のスクリーニング技術を開発した。最近の研究から、細胞は合成された蛋白質の構造状態を認識し、正常な立体構造を持つ蛋白質を選択的に分泌する『細胞の品質管理機構』をもつことがわかっている。当該グループではこの細胞機能を利用して、多数のアミノ酸配列の中から強固な立体構造を形成する配列を選別するスクリーニング法の開発を進めて来た。産業的に有用な蛋白質の多くがもつ分子内ジスルフィド結合（S-S 結合）はその立体構造の安定化に重要ではあるが、変性状態から複数の S-S 結合を再生させることは困難であり、蛋白質の大量生産における大きな問題点となっている。我々は『品質管理機構』によるスクリーニング方法を利用しこの問題にアプローチし、今年度は抗体ドメインについて免疫活性を維持したまま S-S 結合を除去することを試み、これに成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、タンパク質立体構造、超耐熱性、産業用酵素、アーキア、古細菌、始原菌、タンパク質結晶、X 線構造解析、NMR、構造生物学

#### ⑭【ゲノムファクトリー研究部門】

(Research Institute of Genome-based Biofactory)

(存続期間：2004.4～)

研究ユニット長：水谷 文雄

副研究部門長：澤田 美智子

所在地：北海道センター

人員：34 (32) 名

経費：693,689千円 (629,212千円)

概要：

##### 1. ミッション

本研究部門のミッションは、「先進バイオプロセス産業の創出に貢献するため、植物・微生物による物質生産技術開発、並びにその基盤となる技術として遺伝子の機能解析、タンパク質・核酸の高機能化及び利用に関する研究を行う」ことにある。

##### 2. 研究の概要

ゲノム生物学の活動の設計図—解読に続くポストゲノム時代を迎え、ライフサイエンスの主要なターゲットは設計図から生成物へ、すなわちゲノム情報から遺伝子配列を見出し、これらから新規のタンパク質、機能性 RNA 等を発現させることに移りつつある。設計図に基づいて有用物質（ヒト型抗体、ワクチン、酵素、機能性食品素材等）の効率的生産を行うことができれば、低エネルギー、安価な物質生産体系の構築が可能となる。

このような状況を踏まえ、本研究部門は「バイオによるものづくり」をキーワードとして、遺伝子組

み換え植物、微生物を用いた有用物質生産技術を開発するとともに、未知・未利用タンパク質・核酸等の機能解明と産業応用に関する研究を進めることを目的として平成16年度設置された。本研究部門では、上記目的に向け、以下の2つの重点研究課題を設定し、研究開発を進めている。

##### 1) 遺伝子組換え植物・微生物等による有用物質生産技術の研究

遺伝子組換え植物、酵母、放線菌等によるヒト型抗体、ワクチン、酵素、機能性食品素材等の生産技術の開発。極限環境微生物資源の開発・利用・機能解明。

##### 2) タンパク質・核酸の構造・機能解析・制御および利用の研究

不凍タンパク質の生産・利用技術開発、機能性核酸の開発と利用、生体分子の分析試薬・方法・デバイス等の開発。

これらの技術開発による「持続可能な循環型社会の実現」、「健康長寿社会の実現」を最終目標として研究を推進する一方、地域における中核的研究拠点として、北海道センターの産学官連携活動に協力し、研究開発シーズを提供している。新規な物質生産技術の創製等の研究開発と、産学官連携を通じて「知の創造と活用」の拠点としての活動を目指している。

外部資金：

- ・文部科学省 若手任期付き研究員支援「組換え植物を用いた動物型脂質の生産」
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業助成金「ゲノム情報を利用したヒト由来タンパク質の効率的生産のための新規酵母発現系の開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「サイトカイン発現組換え植物によるコンビネーションワクチンの開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「極地のコケに生育する低温生育性微生物の生物資源としての評価」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「非天然型ヌクレオシドの合成と、これを利用した核酸合成酵素認識機構の解析」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「機能性核酸による恒常性制御機構の解析」
- ・北海道大学タンパク3000プロジェクト「遺伝子発現制御に関する研究」

発 表：誌上発表53件、口頭発表119件、その他6件

-----  
**植物分子工学研究グループ**

(Plant Molecular technology Research Group)

研究グループ長：松村 健

(北海道センター)

概 要：

植物の遺伝子組み換え技術を利用して、有用物質、特に従来植物体が生産しない哺乳類の医療用蛋白質を主に発現・生産可能な技術開発を目標に研究を進めている。

植物ウイルスベクターによる有用物質生産：従来のアグロバクテリウム法等に加えて、植物のウイルス遺伝子を有用遺伝子発現のベクターとして利用する方法がある。この植物ウイルスベクターは、組織培養を経ず、短期間に目的物質を植物で高発現させることが可能であり、有用な手法である。

我々は、独自に開発したキュウリモザイクウイルス (CMV) ベクターを用いて、ヒトの繊維芽細胞増殖因子 (FGF) の植物発現及びその生理活性の検討を行い、本ウイルスベクターがヒト由来の遺伝子を活性を保持させたまま、高発現させることが可能であることを実証した。

研究テーマ：テーマ題目 1

**遺伝子発現工学研究グループ**

(Proteolysis and Protein Turnover Research Group)

研究グループ長：田村 具博

(北海道センター)

概 要：

研究目的：微生物を宿主とした生物工場（物質生産系）創製に向けてタンパク質の合成と分解の両面から研究を進め、宿主機能改変技術と各種ベクターの開発を行う。研究手段：放線菌の一種であるロドコッカス属細菌への利用を目指したアンチセンス RNA による遺伝子発現制御の技術開発を開始する。細胞内プロテアーゼの解析として、ATP-依存性プロテアーゼの解析と、真核生物におけるユビキチン化タンパク質の解析技術を開発する。方法論：大腸菌を用いて、既知遺伝子を標的としたアンチセンス RNA の発現系を構築し、アンチセンス RNA の長さや推定される2次構造を変化させることで遺伝子の発現を制御できるか検討する。タンパク質分解系の解析として、分解シグナルを融合した半減期が非常に短いタンパク質を創製し、放線菌細胞内タンパク質分解系の機能解析を目指す。また古細菌由来エネルギー依存性プロテアーゼ Lon について組換えタンパク質を用いた機能解析を行う。更に真核生物よりモノクローナル抗体を架橋した担体を用いて回収したユビキチン化タンパク質を質量分析

による供するための技術開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2

**分子発現制御研究グループ**

(Expression and Molecular Regulation Research Group)

研究グループ長：扇谷 悟

(北海道センター)

概 要：

当研究グループは、ゲノム情報を活用することにより従来の技術を越えるタンパク質や代謝物の生産技術を開発することを目的として研究を行っている。

酵母における低温誘導発現系の研究においては、これまでのおよそ40種類のヒト cDNA 発現実験において発現が確認できなかったタンパク質の発現系改良を試みた。比較的安定な構造を有する蛍光タンパク質と融合させて発現させた結果、顕微鏡下で明瞭な蛍光が観察され、ウェスタンブロット分析では蛍光タンパク質のみが検出された。このことから、発現が認められなかったタンパク質は細胞内における分解の関与が大きいことがわかった。

機能性脂質の生産系の研究では、高度不飽和脂肪酸を生産する微生物の遺伝子組換え系の開発を進めている。これまで当該微生物の遺伝子組換え系は確立されていなかったため、接合による遺伝子伝達などの技術開発を行い、成功した。現在、脂質の代謝制御を目的として、遺伝子破壊株の作成を試みている。

研究テーマ：

1. 真核生物の高効率発現系の開発
2. 機能性脂質の高効率生産系の開発

**遺伝子資源解析研究グループ**

(Genomic Resources & Environmental Adaptation Research Group)

研究グループ長：湯本 勲

(北海道センター)

概 要：

新たな機能を有する極限環境微生物を探索し、それらの特異性の高い酵素に着目し得られた酵素の反応機構および構造の解析を行い、これまで知られている酵素の反応機構および構造と比較することにより、これまでと違った視点から酵素の構造機能相関に新たな機能的意義付けを行うことを目指す。また、極限環境微生物の環境適応機構の一つの特殊なシステムとして一貫して捕らえそれらの環境適応特性を説明出来ることを目指して研究を行う。以上得られた成果を酵素機能の改変や微生物代謝能力の改変に資することにより、新しいバイオ系物質生産の確立を目的として研究を行う。

新たに分離した過酸化水素耐性微生物からカタラー

ぜを精製しその反応特性および立体構造を決定し、これまで知られている同酵素と比較した。その結果、反応経路のボトルネック構造の大きさが過酸化水素より大きな分子の反応において反応速度を規定していることを見出した。

アルカリ性でのみ生育する絶対好アルカリ性微生物、アルカリ性でも中性でも生育する通性好アルカリ性微生物および中性でのみ生育する好中性微生物において生体エネルギーに関するパラメーターを網羅的に測定し比較した。その結果絶対好アルカリ性微生物は呼吸鎖によるプロトン輸送を低頻度で効率良く行い、プロトン当たりのエネルギー生産量が高いことが示唆され、通性好アルカリ性微生物の呼吸鎖におけるプロトン輸送は高頻度で且つ高効率で、プロトン当たりのエネルギー生産も好中性微生物よりも高いことが示唆された。

研究テーマ：

1. 極限微生物由来タンパク質の構造と機能に関する研究
2. 極限微生物の環境適応機構のシステム解析

#### 機能性蛋白質研究グループ

(Functional Protein Research Group)

グループ長名：津田 栄

(北海道センター)

概要：

不凍蛋白質や産業用酵素などの未知・未利用の機能性蛋白質群を研究対象として、それらのアミノ酸配列・遺伝子配列の決定、生化学的性質の解明、そして構造と機能の相関解明に関する研究を行った。いくつかの水溶液系に関する不凍蛋白質効果の基礎データを取得することで、同蛋白質が有する氷菓子類、穀類、めん類、野菜、果実、種子、食肉、魚介類、加工食品、医薬品、診断薬、試薬、化粧品、血液、精子、卵子、細胞一般、移植臓器などの含水物の凍結品質維持効果を解析した。この実験のために北海道魚類のすり身からタイプの異なる不凍蛋白質の大量生産手法を開発した。また、同蛋白質の氷結晶結合能力を調べるために必要な高精度の水溶液凝固点測定システムを開発し、特に機能が注目される不凍蛋白質アイソフォームについてその遺伝子工学的発現と高純度精製を行い、核磁気共鳴法と X 線結晶構造解析法を用いた3次元分子構造解析に関する研究をおこなった。得られた研究成果の知的財産化（特許出願）を積極的に進め、さまざまな生活と産業の分野において蛋白質の応用を実現するための基礎を構築した。

研究テーマ：

1. 未知・未利用不凍蛋白質の探索とアミノ酸配列の決定
2. 3次元構造解析に基づく高機能型不凍蛋白質の遺伝子発現

#### 3. 産業用酵素の X 線結晶構造解析

#### 生物資源高度利用研究グループ

(Bioresources Utilization Research Group)

研究グループ長：加我 晴生

(北海道センター)

概要：

循環型社会あるいは環境調和型社会を構築していくためには、バイオマス、糖類、生体触媒など再生可能な生物資源をグリーンな化学原料として利用、開発することが必須である。生物資源の高度利用技術による機能性物質の開発を目的とし、バイオマスの新規熱分解法による有用物質の生産、糖含有機能性物質の開発、生体触媒による光学活性体の合成技術を検討した。

純度の高いセルロース資源を用いることにより無水グルコースを最大14%収率にできる事を明らかにした。マイクロ波大型装置による無水グルコースの製造単価・生産量を200円/g・680kg/y と推算でき、マイクロ波大型装置の事業化が可能であることを明らかにした。また、水熱反応および解重合反応により無水グルコースを30%以上の収率で得られることを明らかにした。ポリスチレン末端および核に糖ユニットを導入したポリマーを合成し、水溶性の低分子化合物を疎水性有機溶媒中でその糖部分に取込めることを明らかにした。また、無水糖類縁体の分岐ポリマーを調製し、それらがナノスケールの粒子であることを明らかにした。5種類の光学活性アミノアルコールの絶対配置を推定するとともに新に生体触媒により3種類のアミノアルコールの光学活性体を合成した。

研究テーマ：

1. 生物資源の高度利用による機能性物質の開発

#### 界面生体工学研究グループ

(Biointerface Engineering Research Group)

研究グループ長：鈴木 正昭

(北海道センター)

概要：

本研究グループは生体物質の生産、分離、センシングへの応用を目的として生体物質の2次元位置選択的配列、ナノ粒子の合成と表面修飾技術を研究している。

ガラスやシリコン基板の表面をシラン化合物で修飾し、シラン化合物層を真空紫外光 (VUV) でエッチングして除去することにより、シラン化合物層のパターンを形成した。このパターン化したシラン化合物層にタンパク質を固定させるための表面修飾を施してタンパク質パターンを作成することができた。セルエンジニアリング研究部門と共同でこの技術を用いて神経細胞が好むポリリジンのパターンを作成し、神経細胞を配列させることができた。

研究テーマ：

## 1. 生体分子固定のための微細表面修飾技術

## 核酸工学グループ

(Nucleic Acids Engineering Group)

グループ長：小松 康雄

(北海道センター)

## 概要：

研究目的：新規な機能性核酸の化学合成と、それを用いた遺伝子解析技術の開発およびその実用化を目指す。

研究手段：有機化学的手法を用いることによって、天然に存在する核酸には本来ない性質をもつ核酸誘導体の開発を行う。さらに合成した核酸誘導体の DNA チップなどの基板表面への固定化や、各種機能性分子による標識効率を調べる。

方法論：一級アミノ基の近傍に芳香族基を導入することにより、疎水的相互作用を利用して、蛍光色素や固相基板表面とアミノ基との反応性を増加させた。開発したアミノ化試薬は、脱保護時間が早く市販のアミノ化試薬よりも合成オリゴヌクレオチドの精製を簡素化することができたことから、多種類のオリゴヌクレオチドの合成に適していることを確認した。さらに、オリゴの末端だけではなく鎖内にも導入可能な新たなアミノ化試薬を開発した。

## 研究テーマ：

1. 新規アミノ化修飾試薬の実用化研究
2. 固相基板上での核酸連結反応の開発

## [テーマ題目1] 植物ウイルスベクターの開発と利用

(運営費交付金、内部グラント)

[研究代表者] 松村 健 (ゲノムファクトリー研究部門 植物分子工学研究グループ)

[研究担当者] 松村 健、松尾 幸毅、田坂 恭嗣 (職員3名、他1名)

## [研究内容]

- 1) 開発したキュウリモザイクウイルス (CMV) ベクターを用いて、ヒトの繊維芽細胞増殖因子 (FGF) の植物発現及びその生理活性の検討を行う。
- 2) 開発した CMV ベクター遺伝子上にヒト FGF 遺伝子を挿入し、FGF 発現 CMV ベクターを構築する。このベクター遺伝子を鋳型に試験管内合成したウイルス RNA を植物体に直接塗沫接種することにより、FGF の植物発現を試みる。
- 3) ヒト由来酸性 FGF (a-FGF) および塩基性 (b-FGF) 遺伝子をヒトの遺伝子からクローニングし、得られた FGF 遺伝子をそれぞれ CMV ベクター上に挿入した。この FGF 発現ベクターから試験管内で CMV ウイルスゲノムと FGF の融合遺伝子断片を調製し、これと同様に調製した CMV ウイルスゲノム RNA フラグメントを混合、温室で育成したベンサミ

アーナに接種した結果、接種葉およびその上部展開葉において明らかなモザイク症状が観察され、ウイルスが接種植物体内で増殖、全身移行していることが判明した。そこで、摂取後2週間程度経過した接種植物体の葉を採取後、緩衝液を用いての磨砕後、調製した粗汁液と抗 a-FGF 抗体、抗 b-FGF 抗体をそれぞれ用いた ELISA 試験、およびウエスタン法を実施した結果、a-FGF の接種植物体での発現を十分に確認することは出来たが、b-FGF に関しては、いずれの方法においても植物体での発現を検出するに至らなかった。接種植物体においては、a-FGF、b-FGF の両方ともきれいな病徴を呈していることから、CMV ウイルス自体の接種植物体内での複製、増殖は行われているものと考えられた。そこで、接種葉およびその上葉から RNA を抽出し、ウイルスベクター遺伝子及び FGF 遺伝子を増殖する各プライマー組み合わせで、逆転写 PCR 法を行い、接種植物体内でのベクター遺伝子の挙動を検討した結果、両遺伝子とも接種葉、上葉ともに充分量のウイルス転写産物が蓄積していることが明らかになった。

以上のことから、本 CMV ベクターシステムを利用してヒト a-FGF を発現させることが可能であること、b-FGF においては、植物体内での導入遺伝子の転写は充分行われるものの、蛋白質としての発現が確認できないことが明らかになった。

これは、接種植物体内で複製されたウイルスゲノム RNA から b-FGF に翻訳される際、もしくは、翻訳後の b-FGF 蛋白質に何らかの問題があるものと推測された。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] ヒト繊維芽細胞増殖因子、植物ウイルスベクター

## [テーマ題目2] 生物工場創製創製に向けた、タンパク合成と分解に関する研究

[研究代表者] 田村 具博 (ゲノムファクトリー研究部門 遺伝子発現研究グループ)

[研究担当者] 田村 具博、中島 信孝、三谷 恭雄、田村 範子、影井 亜貴子、鳥谷部 哲也 (職員3名、他3名)

## [研究内容]

- 1) 微生物を宿主とした生物工場(物質生産系)創製に向けてタンパク質の合成と分解の両面から研究を進め、宿主機能改変技術と各種ベクターの開発を行う。
- 2) 放線菌の一種であるロドコッカス属細菌への利用を目指したアンチセンス RNA による遺伝子発現制御の技術開発を開始する。細胞内プロテアーゼの解析として、ATP-依存性プロテアーゼの解析と、真核生物におけるユビキチン化タンパク質の解析技術を開発する。
- 3) 大腸菌を用いて、既知遺伝子を標的としたアンチセ

ンス RNA の発現系を構築し、アンチセンス RNA の長さや推定される2次構造を変化させることで遺伝子の発現を制御できるか検討する。タンパク質分解系の解析として、分解シグナルを融合した半減期が非常に短いタンパク質を創製し、放線菌細胞内タンパク質分解系の機能解析を目指す。また古細菌由来エネルギー依存性プロテアーゼ Lon について組換えタンパク質を用いた機能解析を行う。更に真核生物よりモノクローナル抗体を架橋した担体を用いて回収したユビキチン化タンパク質を質量分析による供するための技術開発を行う。

4) アンチセンス RNA の抑制効率を評価するために、レポーター遺伝子 (lacZ 遺伝子など) と任意の標的遺伝子との融合遺伝子を発現可能なプラスミドを構築した。これにより、異なる標的遺伝子の抑制効率についてレポーター遺伝子の発現量を定量する事で比較することが可能になった。この評価系を用いてアンチセンス RNA の抑制効率について検討したところ、構造既知のアンチセンス RNA では抑制効率は極めて低かったが、最新情報をもとに最適化したところ、50%ほどの標的遺伝子の発現抑制を確認することが出来た。

タンパク質分解系の解析として、抗生剤耐性遺伝子の C-末端に大腸菌由来 tmRNA 配列を融合した遺伝子を創製し、ロドコッカス属細菌内で発現した。すると、tmRNA がコードする分解シグナルを融合したタンパク質は、予想以上に半減期が長く、該遺伝子を発現した細胞は抗生剤耐性を示すことが明らかとなった。そこで、放線菌由来 tmRNA 配列を新たに導入して再解析すると、該遺伝子がコードするタンパク質の半減期が短くなり抗生剤耐性を示さない事が判明した。このことより半減期が非常に短いタンパク質を利用した宿主細胞の機能解析が可能となった。Lon プロテアーゼの解析は、ATPase 領域における各活性アミノ酸残基に変異を導入し、ATPase と核酸の基質特異性、そしてタンパク質分解との関連性について解析を行った。その結果、ある特定のアミノ酸が ATPase 活性に必須であること、そしてタンパク質分解活性の制御に関していることを明らかにした。

ユビキチン化タンパク質の抗体を利用した回収技術は、抗体を架橋した担体にユビキチン化タンパク質を結合して回収した後、抗体からユビキチン化タンパク質を外して回収する系を構築した。この技術開発では、一般的な抗原抗体複合体から抗原を外す方法が利用できなかったため、新たな精製条件を開発し抗体から該タンパク質の回収に成功した。回収した試料について質量分析に供するための条件検討を開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】放線菌、生物工場、遺伝子発現、タンパク質分解

#### ⑮【先進製造プロセス研究部門】

(Advanced Manufacturing Research Institute)

(存続期間：2004. 4. 1. ～)

研究ユニット長：神崎 修三

副研究部門長：永壽 伴章、三留 秀人

総括研究員：大司 達樹、水田 進、加藤 孝久、西郷 宗玄

所在地：中部センター、つくば東、つくば中央第5

人員：122 (118) 名

経費：1,971,037千円 (1,087,875千円)

#### 概要：

我が国の国際競争力は製造産業に大きく依存している。バブル経済崩壊以後の国内経済の低迷および世界的な市場経済への移行により、我が国の製造産業では、技術開発の停滞と空洞化が起り、その結果、国際競争力の低下をもたらした。国際競争力の回復には、製造技術の革新による製造産業の競争力強化が鍵を握る。また、社会との調和をとりながら製造産業が発展するには、環境負荷の低減と安全性の向上の視点が不可欠である。

製造技術とは、原材料に目的に応じた形状や機能を付与することにより製品化する一連の操作と捉えることができる。従来ややもすると、形状の付与と機能の付与は独立して行われてきたと言える。しかし、環境に配慮した高度な製造技術を構築するには、形状付与と機能付与を一体化して捉えるとともに、高効率、高付加価値、フレキシブル、安全・信頼性の4つの視点から技術を俯瞰する必要がある。

先進製造プロセス研究部門では、このような産業ニーズに応え、且つ環境に配慮した製造に関する革新的な技術の開発を行う。そして、従来の特許、学術論文という形の成果の発信はもとより、産業界との緊密な連携を基盤として、実用化の検討の対象になりうる試作品などを「産総研の製品」として示し、そのニーズに応える革新技術の有効性と方向性を産業界に提示することにより、製造業の国際競争力の強化ならびに安全な産業インフラの構築に貢献したいと考える。

先進製造プロセス研究部門では、生産技術としてのニーズである高効率製造技術、高付加価値製造技術、フレキシブル製造技術、安全・信頼性基盤技術の4つの観点から製造技術を整理し、研究グループをこれらの研究の方向に大括りした。

(1) 高効率製造技術：製造に必要とされる資源、エネルギーの最小化を目指し、材料設計の最適化、製造プロセスの低エネルギー化・低コスト化、資源の再利用等の技術を開発する。

(2) 高付加価値製造技術：テーラードリキッドソース

やエアロゾルデポジション法等の新規な表面機能付加手法の開発や、それらを用いた MEMS デバイスの製造技術を開発する。また、トライボコーティングなど新機能の発現等、製品付加価値の高度化に資する製造技術の確立を目指す。

(3) フレキシブル製造技術：高温、生体などの特殊かつ明確な個別ニーズに対応可能な部材開発や、需要に応じて柔軟に製造ラインの設置が可能なマイクロファクトリなど、製品や製造工程の多様化と個別化に資する製造技術を開発する。

(4) 安全・信頼性基盤技術：近年の産業インフラの事故に現れている製造産業の安全・信頼性の欠如を補完すべく、部材やシステムの破壊や事故を的確に予知・予測し回避するセンサ技術、大域的な信号処理技術、部材構造の信頼性付与技術を開発する。

これらを実施する研究拠点は、無機系材料に関する研究ポテンシャルをもつ中部センターと、機械・加工技術や材料・プロセスに関する研究ポテンシャルをもつつくばセンターの2カ所にある。各研究グループの独自性を活かすと同時に相互の実質的な連携を図りつつ、20研究グループで研究を進めた。平成16年度においては、以下の課題を部門の重点研究課題とした。

- ・低温・高速コーティング技術の開発
- ・エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の開発
- ・小型 MEMS 製造装置の開発
- ・ローエミッション製造のためのトータルプロセス設計技術
- ・3D 集積化プロセス技術の開発
- ・価値創造型ものづくり支援技術の開発
- ・部材化ロジスティックプロセスの開発
- ・マルチスケール・マルチフィジックス CAE 手法の開発
- ・広範囲領域のキャラクタリゼーションのための間接計測法の開発
- ・製造プロセスのモニタリング・診断予測技術の開発

外部資金：

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費  
「未来型 CO<sub>2</sub>低消費材料・材料製造技術研究開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発  
「小型イオナイザ型静電気除去装置の開発」  
「卓上型ミリング加工機と形状測定機の開発」

文部科学省 流動促進研究  
「生体硬組織の無機ネットワーク構造を模倣した骨組織誘導型人工骨の創製」

文部科学省 若手任期付研究員支援

「塗布光分解法によるエピタキシャル透明導電膜の低温成長とその機構解明」

「階層構造からなる生体硬組織代替材料の研究」

「遷移金属含有メソ空間の構築と有害物質除去」

文部科学省 産学官共同研究の効果的な推進

「金属コア入り圧電ファイバの実用化」

文部科学省 科学研究費補助金

「スピネル型リチウムマンガン酸化物の結晶構造及び電子構造に関する研究」

「スマートストラクチャの損傷診断適応型ハイブリッド制御」

「塗布光分解法による強誘電体膜低温成長法の開発とキャラクタリゼーション」

「アルミナ拡散防止中間層を含む作製容易なニオブ基金用耐酸化コーティングの開発」

「金属コアを持つ PZT 圧電ファイバの作成、及びスマートボードへの利用」

「永久磁石とスマート流体を用いた省電力型電磁軸受の開発と評価」

「液状分子吸着による硬度低減効果を利用したセラミックス表面せん断加工の基礎研究」

「自己組織化単分子膜を用いたナノリザーバの研究」

「自己組織化ナノ潤滑膜を用いた摩擦制御に関する研究」

環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金

「研磨スラッジ産業廃棄物の再資源化及び利用技術に関する研究」

環境省 環境技術開発研究推進事業

「ナノ反応場を利用した酵素活用生分解水循環改善システムの開発に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 熱電式水素センサの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム

「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金

「AFM 機構を用いたナノメータスケール機械加工シス

テムの開発」

「環境中微量有害ナノ物質のイオン化制御による高分解能計測・抑制法の開発」

「塗布光分解法によるエピタキシャル酸化物膜の低温成長」

「排水処理のための可制御高効率ソノケミカル反応装置の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業

「縮合ケイ酸塩骨格を基本構造とするメソ多孔体の合成」

財団法人中部科学技術センター 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「精密成形・ナノ加工プロセスによる微小駆動システムの研究開発」

財団法人北陸産業活性化センター 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「ナノファクトリーのための自立型ナノ加工・計測システムの開発」

財団法人大阪科学技術センター 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「マイクロ・ナノ立体構造基板の多接触効果を用いる低廉・高性能 Ni/MH 電池」

立川商工会議所 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「ナノカーボン型を利用した大面積3次元ナノインプリンティング技術」

財団法人長野県テクノ財団 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「イオンコントロール微細複合加工法と加工システムの開発」

学校法人中部大学 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「染料のリサイクルシステムの開発に関する研究」

タマティーエルオー株式会社 平成16年度戦略的基盤技術力強化事業

「金属材料による微小電子機械 (MEMS) の一体成形技術に関する研究」

財団法人天田金属加工機械技術振興財団 助成事業

「高温固体潤滑剤の開発とその高効率鍛造プロセスへの適用に関する研究」

財団法人日本科学協会 平成16年度笹川科学研究助成金

「2つの機能性材料を融合したセンサアクチュエータシステムに関する研究」

発表：誌上発表308件、口頭発表682件、その他56件

#### 機能モジュール化研究グループ

(Functional Assembly Technology Group)

研究グループ長：淡野 正信

(中部センター)

概要：

高性能のセラミックモジュール（燃料電池型の電気化学リアクター等）の実現は、環境・エネルギー問題の解決への貢献が期待される。このため、小型高効率化や多機能化等のモジュール性能の高度化、マイクロ部材が集積したモジュールの連続・同時構造化を可能とする、革新的な製造プロセス技術の確立を目指す。

ゾルゲル法等のケミカルプロセスや電磁場や熱等の外部エネルギーを加えることにより、2次元の単位構造（層）中へ3次元構造を造り込み、モジュール全体の同時構造化を図る。プロセスの最適化により、物質・エネルギーの高効率変換が可能なセラミック電気化学リアクターのプロトタイプを作製し、エネルギー生成や物質合成及び環境浄化への適用性・有用性を実証する。

研究テーマ：テーマ題目1

#### 結晶機能制御研究グループ

(Crystal Materials Engineering Group)

研究グループ長：熊谷 俊弥

(つくば中央第5)

概要：

製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術を開発するために、次の2つの課題を担当している。1) 部門内重点研究課題「低温・高速コーティング技術」において、原料溶液を基板に塗って熱分解や光分解させることにより機能性を作製する「塗布熱分解法」および「塗布光分解法」を発展させて高速・量産化を図るとともに、これらの手法を集積加工研究グループが開発してきたエアロゾルデポジション法と融合させるなどの高効率コーティング技術を開発する。ならびに2) 部門内重点研究課題「エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の開発」において、高付加価値を有する結晶粒子素材の高効率低温製造技術を開発する。これらは当グループが高い技術ポテンシャルをもって開発を進めている技術課題である。また、長期的にはこれら技術の有効性を実証するために超電導限流素子、リチウムナノバッテリー、赤外線センサ等の素子モジュールを作製することも目標としている。

研究テーマ：テーマ題目2

**循環型生産システム研究グループ**

(Environmentally Conscious Manufacturing Systems Group)

研究グループ長：服部 光郎

(つくば東)

概要：

環境との調和を実現する循環型社会構築のためのIT技術と融合化した循環型生産システム技術の確立を目指し、設計・製造・使用（メンテナンス含む）・廃棄（リサイクル含む）といったライフサイクルシナリオを製品特徴に応じて最適化し、製品ライフサイクル管理手法を確立することを目的としている。

製品設計の視点からは、製品ライフサイクルの最適化による環境負荷低減の実現のために、資源循環型製品のサービスのあるべきモデルを製品特性や排出量モデルによる分析により提示することを試みた。その結果、平成13年度から平成15年度の廃家電製品排出量統計から製品ごとの排出パターンが明らかになった。また人口、気温といったパラメータが排出量に及ぼす影響を明らかにした。消費者の「環境配慮」に対する対応は製品価格の5～10%と厳しいことから、逆にリサイクル料金の季節変動制が、排出量の季節変動を平準化する方策として有効であると提案した。

一方、循環型社会の実現には環境負荷の小さい生産技術が重要である。製品製造プロセスの視点から省エネルギー化、低エミッション化のための要素技術、システム化技術を推進した。試作開発しているデスクトップ型複合加工機の性能向上や、新規な複合加工の提案などを通じてローエミッション化を追求した。

研究テーマ：テーマ題目3

**難加工材成形研究グループ**

(Low-Formability-Materials Processing Group)

研究グループ長：松崎 邦男

(つくば東)

概要：

ステンレスやチタン等の難加工材および有用な金属くずを含む研磨スラッジは難処理材であり、これらの素材について省エネ工程で環境に配慮した成形技術を金型の潤滑システムとともに開発し、最終的に部材等の形状への成形を行う。そのために、素材の製造技術とその成形技術を粉体加工と塑性加工を主としたプロセスの高度化、複合化、融合化によって開発する。素材の成形性を改善するために加工熱処理技術を確認し、応力条件を制御した温間、熱間鍛造技術の開発を行う。また、金型への固体潤滑材のコーティング技術を開発し、その評価を行うことによりドライ成形用金型を開発し、成形における環境負荷低減を目指す。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

**先進焼結技術研究グループ**

(Advanced Sintering Technology Group)

研究グループ長：渡利 広司

(中部センター)

概要：

セラミックスは優れた機能を有するが、原料の粉砕・分散・混合・乾燥・形状付与・有機バインダ除去・焼結・加工といった複数の製造プロセスが必要なため、コストの上昇により応用範囲が限定される。そのため、各工程に要する時間の短縮化、使用する資源の減量化、投入エネルギーの低減化、工程時間の最小化を導く高効率製造技術の開発が求められている。当該グループは、製造プロセスのコンパクト化を目指し、原料の粉砕・分散・混合工程を短時間でかつ同時に行う湿式ジェットミルによるスラリー調整技術の開発、高性能無機バインダの開発、有機バインダ低減化技術の開発、電磁場を利用したセラミックプロセス技術の構築、遠心焼結技術の研究開発、焼成における排出ガス成分分析技術の研究開発等を進めている。

研究テーマ：テーマ題目6

**超音波プロセス研究グループ**

(Ultrasonic Processing Group)

研究グループ長：飯田 康夫

(中部センター)

概要：

液体中への超音波照射は、常温・大気圧下でマイクロな極限環境を容易に創出することから、低環境負荷型新規プロセス技術として期待されている。当研究グループでは、超音波の産業応用を目的として、その基礎となるソノケミカル反応場利用技術の高度化と高効率化の研究を行う。具体的には計算機シミュレーションによるキャビテーション気泡の圧壊挙動の解析、光散乱法を用いた新規な多数気泡空間分布解析法の開発等を実施する。一方、応用面での展開としては、ソノケミカル反応場の特徴を生かした環境浄化、バイオマスの高付加価値化、さらにはナノ構造を制御した機能性粒子創製のための超音波応用プロセス技術の開発に関する研究を実施する。

研究テーマ：テーマ題目7

**テーラードリキッド集積研究グループ**

(Tailored Liquid Integration Group)

研究グループ長：加藤 一実

(中部センター)

概要：

21世紀の高度情報化社会・環境調和型社会の持続的発展と高齢化社会における医療福祉技術の高度化のた

め、高性能小型電子機器や超小型精密医療用機器の開発が緊要である。このような機器においては、複数の機能が集積した機能集積材料の適用搭載が緊要であり、そのためには先進液相原料（テーラードリキッド）とその集積プロセス技術の開発が不可欠である。当研究グループでは、機能集積材料として集積化圧電デバイス、強誘電体メモリ、マイクロリアクタ、FET センサ等を具現化するため、テーラードリキッド内の機能発現ユニットの合成技術、液相を経由したナノ～マイクロ領域の構造形成技術、複雑形状基板上への精密構造体の集積化技術等に関する研究開発を実施し、産業技術基盤と国際競争力の強化を図る。

研究テーマ：テーマ題目 8

### トライボロジー研究グループ (Tribology Group)

研究グループ長：安藤 泰久

(つくば東)

概要：

ナノスケールから大型のシステムまで、トライボロジー全般に係わる横断的かつ基礎・基盤的技術の向上を図ることにより、我が国の産業競争力強化に貢献する。そのために、トライボロジーを境界領域における新しい学問分野として位置付け、その体系化を目指す。マイクロ/ナノトライボロジー、サステナブルトライボロジー、メンテナンストライボロジーを重点研究課題として、他の研究ユニットと連携しつつ国内外の研究機関や企業との共同研究を積極的に展開し、最先端の技術情報拠点となるべくグループ内研究者個人の研究ポテンシャルを高めるとともに、産業界の根幹技術であるトライボロジー技術の向上と普及に努める。

研究テーマ：テーマ題目 9、テーマ題目 10

### 集積加工研究グループ (Integration Process Technology Group)

研究グループ長：明渡 純

(つくば東)

概要：

IT・情報関連機器や高度医療機器市場からの要求は、デバイス機能の面からだけでなくデザイン面からも多用化してきており、国際産業力強化には、高機能部品の小型、低コスト化だけでなく製品の多様化や製品サイクルの短期化に対応できる設計・製造技術が求められている。本グループでは、このような社会背景に答えるべく、機能材料・ナノ材料を実用的なデバイス技術に繋げる革新的な低温プロセス技術や集積化技術の確立とデバイス製造技術としてのフレキシブル化の実現を目指す。そのためオンデマンド性の高いエアロゾルデポジション (AD) 法やインクジェット技術、イオン・レーザービーム加工技術などを加工現象レベ

ルから追求・高度化し、部門重点課題や NEDO プロジェクト（ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術）などの中で、民間企業との共同研究、異分野との積極的な交流を図りつつ、実証デバイス試作およびこれらのプロセス技術を実現するための評価、計測技術を開発し、革新的プロセス技術や製造システムの開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 11

### マイクロ実装研究グループ (MEMS and Packaging Group)

研究グループ長：前田 龍太郎

(つくば東)

概要：

より多機能で、信頼性の高い機械システムを実現するために、微小で高機能な運動素子であるアクチュエータやセンサ等の開発を行っている。特に安心安全のためのセンサネットワークやユビキタス社会の実現にはスマート材料、流体素子、パワーマネージメント技術、実装技術およびコスト削減を目指したプロセス装置開発やマイクロ材料プロセスの評価技術が不可欠となっている。当研究グループではネットワーク型ベンチャー企業群、製造企業・研究機関との共同研究を通じて安心安全センサネットワーク実現のための MEMS 実装技術を開発することを目標とし、具体的なアクションを行っている。安心安全用のセンサネットワークやユビキタスデバイスの実現のため、デバイスのパワーマネージメント技術、システムの小型化のための実装技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目 12

### 融合型機能エンハンス製造技術研究グループ (Function-Oriented Manufacturing Group)

研究グループ長：綾 信博

(つくば東)

概要：

付加価値の高い新製品の開発支援環境の構築を図るべく、先端技術を持つファクトリ群を技術力でネットワーク化して、最先端技術の活用を加速しつつ、これまで以上に高付加価値の部品・試作品を作り出すための仕組みの設計と構築を図るとともに、材料の特性変化や加工性を考慮して信頼性の高い製品を生産するための発想/設計支援・製造システムの基本概念の構築と課題抽出を図る。また、高付加価値製品の製造に資する新しい融合的プロセスに関し「分散系（粒子、粉体）」「構造（時空間、微細・精密・ナノ、表面）」「レーザー」をキーワードとする機能発現技術および時空間構造解析技術の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 13

## 高性能部材化プロセス研究グループ

(High-Performance Component Processing Group)

研究グループ長：平尾 喜代司

(中部センター)

## 概要：

高度化・高性能化する製造システムや産業機器を支えるための中核となる先進構造部材を創製することを目的に、材料機能を合目的かつ効率的に部材構造中に配置する製造技術の開発を行なっている。特に、セラミックスが本質的に有する高い硬度、耐食性、化学的安定性を部材機能に取り込んだ高耐食性部材や高耐摩耗性部材の開発を目指している。

本年度は、(1)無潤滑下及び低粘性の流体中での炭化ケイ素の摩擦係数の低減を目的に自己潤滑機能を有する炭素材料との複合化技術、並びに(2)アルミナの耐プラズマエッチング性を飛躍的に向上させるため表層に耐食性の優れたイットリウム・アルミニウム・ガーネット (YAG) 層を付与する二層構造化技術の開発を行なった。

研究テーマ：テーマ題目14

## 高温部材化プロセス研究グループ

(High-Temperature Component Processing Group)

研究グループ長：北 英紀

(中部センター)

## 概要：

マイクロからマクロに至る広いスケールレベルでの形態や形状の構造化と共に、高効率製造、高機能付与を可能とする部材化プロセスに関する研究開発を行っている。具体的には排ガス浄化フィルターや鋳鍛造用各種ツール、大型 XY ステージ、マイクロノズルといった、高温下での安定性や、軽量かつ高剛性、精密性が求められる部材用として不可欠なセラミックスを対象として、高機能を発現するための設計と、それを具現化するために必要な高精度成形、及びその場反応を利用した高効率焼成プロセスの研究を行っている。また難燃性グラファイトや窒化ホウ素分散難濡れ材料の開発も進めており、これらの材料を上記研究で得られたセラミック部材化技術と融合することにより、鍛造、鋳造、接合等、各種高温プロセスにおける環境負荷低減、高効率化に資することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目15

## 生体機構プロセス研究グループ

(Bio-Integration Processing Group)

研究グループ長：横川 善之

(中部センター)

## 概要：

高度な社会ニーズ、多様性の時代の要請に応え、高齢化社会の安心安全に資するため、様々なスケールの

機能構造単位が連続的に構造体を形成する生物構造形成に倣い、テンプレート、自己組織化等の分子制御を活用した、連続的なスケールサイズの構造を制御可能な (Bridging Scale Size Control) プロセス技術の創生、多様なスケールサイズの構造単位、反応場をビルドアップすることによる精密構造制御・プロセス開発、付加価値の高い複雑形状精密制御製造基盤技術の確立を目指した。1) 複雑形状精密制御技術の開発：テンプレート、キャストニング、パターニング等の物理化学的手法を検討し、ナノ～マイクロメートルの階層構造形成技術を開発した。2) 3D 構造体フレキシブルプロセス技術の開発：階層構造を持つ無機、有機複合体開発、微小ユニットのアSEMBL技術等による多様性、個別性に対応した3D 構造形成プロセス開発を行った。3) 高度機能活用技術：多重的な機能を有する生物等、先端機能を活用し、ナノ生体分子固定による環境保全技術の開発など生物、生体等の高度な先端機能を活用する材料・プロセス設計を行った。

研究テーマ：テーマ題目16

## ファインファクトリ研究グループ

(Fine Manufacturing Systems Group)

研究グループ長：岡崎 祐一

(つくば東)

## 概要：

合理的でスマートな生産をめざして、近年、世界各国で急速に進展しつつある生産システムのマイクロファクトリ化に対して、提唱者集団の責任と進歩性をもって以下の課題に取り組む。1) 切削加工機、成形加工機、形状測定器 (CMM) などの小型化がもたらす経済的・技術的効果を、数々の斬新な設計に基づくプロトタイプの開発をもって評価し、技術の進展に対して指標を提示する。2) マイクロファクトリ化に取り組む中堅・中小企業の活動を支援する。また、引き続き啓蒙活動にも傾注する。3) マイクロファクトリおよびマイクロ機械加工に関する国際協力と国内の取りまとめに努める。4) 次の世代の展開に資する先導的課題を開拓する。工作機械技術ならびに精密加工技術の進展に資するべく、関係機関との連携ならびに新規課題の開拓に努める。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目17

## レーザー微細加工研究グループ

(Laser Nano-Processing Group)

研究グループ長：松岡 芳彦

(つくば東)

## 概要：

フレキシブル製造技術の確立および実用化を目的とし、本グループが高いポテンシャルを有するレーザーアブレーション技術を活用して、以下の研究開発を実

施した。「複合ナノ機能構造体創製技術」：磁性体コアシェルナノ粒子の作製とそのサイズによる特性制御技術開発を実施した。また単分散 Si ナノ粒子の EL 素子化では、量子サイズ効果に起因すると考えられる EL 発光を世界で初めて観測した。「高アスペクト比レーザービーム微細加工技術」：従来のビーム微細加工技術が苦手とした、奥行きのある微細形状加工の実現に向けて、我々がはじめてその有効性を示した軸状集光ビームを用いた高アスペクト比形状の同時多点加工技術開発を実施し、アキシコンアレイの考案によりアスペクト比約3で径8 $\mu\text{m}$ の微細貫通穴の同時多点加工を実現した。また本グループの独自技術であるナノ粒子分級・制御技術の、環境応用への展開や分析機器としての実用化開発を実施した。

研究テーマ：テーマ題目18

### センサインテグレーション研究グループ

(Sensor Integration Group)

研究グループ長：村山 宣光

(中部センター)

概要：

製造産業の安全性向上、環境保全、ヘルスケア等を目的として、超高感度ガスセンサの開発を目指している。ガスセンサの開発にあたり、当研究グループでは、「新材料のセンサ応用」と「新しいセンシング原理の提案と実証」を基本方針とし、その中で、材料開発からプロトタイプの作製まで、トータルな研究開発を行っている。明確なニーズに対応する課題として、排ガス用の耐食性に優れた酸化セリウムを用いた抵抗型酸素ガスセンサの開発、水素漏れ検知用の熱電変換機能と触媒機能とを組み合わせた水素センサ、及び室内空気質モニタリング用の有機無機ハイブリッド材料を利用した VOC センサの研究開発に取り組んでいる。さらに抵抗型ガスセンサ材料の高感度化のため、材料のキャリア濃度と感度との関係の解明等、基礎的な研究も同時並行的に推進することで、基礎から応用までバランスのとれた研究開発を推進している。

研究テーマ：テーマ題目19、テーマ題目20

### 損傷機構・構造健全性研究グループ

(Damage Mechanism and Structural Integrity Group)

研究グループ長：平野 一美

(つくば東)

概要：

新しい機能・構造材料の性能を活かし如何に機器・構造システムに適用するか、長期的な構造健全性／信頼性をいかにして確保し実用化を達成するかについて、想定される模擬実環境下におけるナノ、メゾおよびマクロレベル、いわゆるマルチスケールな観点から破

壊・損傷・劣化メカニズムの解明を通じた損傷許容性評価研究等を行うとともに、解明したメカニズムに立脚した統合化モデリングとシミュレーション手法を援用することによる長期耐久性評価や寿命・余寿命予測に関する研究開発を実施し、二つの命題の解決を図る。具体的な研究テーマとして、超耐熱環境部材の次世代エネルギー機器への適用化技術と強磁性形状記憶を応用したアクチュエータの研究開発を取り上げる。また、Design by Rule (Codes) から Design by Analysis 時代における先進材料・構造システム関連の知的基盤整備に関連して、材料データベースのみならず構造システム設計、製造プロセス及びシステムのトライアングルにおけるシステムデータベースの整備を目指してこれまでに開発・整備した試験評価装置や研究知見を効率的に活用し、民間受託・共同研究を中心として研究開発を進め社会貢献を果たす。

研究テーマ：テーマ題目21、テーマ題目22

### 複雑現象工学研究グループ

(Applied Complexity Engineering Group)

研究グループ長：市川 直樹

(つくば東)

概要：

要素還元的な手法では現象の解明・予測などが困難となる、複雑で大規模な非線形システムに対して、現象解明および診断・予測予知を高精度に実現するため、全体パターン・多様性・フラクタル・カオスと言う複雑系的な視点を機械工学に導入し、要素還元にとられない新しいパラダイムを工学の分野に拓くことを目標とする。複雑系の研究はこれまで経済学・脳科学などを対象にされてきたが、機械工学に応用するというこうした試みは世界的にも例がない。当研究グループでは、非線形時系列解析・モデリング手法など様々な技術シーズを実際の事例に適用し、使える技術として提示することを目標とする。グループ内のみならず、様々な分野の複雑系・カオス工学に興味をもつ研究者との議論・交流をする場をグループ主催の講演会と言う形で開催し、シーズ技術の探索と研究者の人的ネットワークの構築も行っていく。

研究テーマ：テーマ題目23、テーマ題目24

### 製造プロセス数理解析研究グループ

(Process-oriented Computational Applied Mechanics Group)

研究グループ長：手塚 明

(つくば東)

概要：

計算力学（計算工学）は機械工学、熱工学、材料工学、流体工学、バイオエンジニアリング、土木工学、航空工学等、従来の分断化された学問分野を結ぶ横系

である。現象を支配する方程式が共通であれば、同一の解析プログラムがスケールを問わず、分野を問わず有効である。製造プロセス数理解析研究グループは製造プロセスに関わるマクロ及びメゾスコピックな物理現象を対象とし、有限要素法に代表される数値解析手法の開発とその応用を研究範囲とし、内外の実験部隊とのコラボレーションを有機的に遂行する。

研究テーマ：テーマ題目25、テーマ題目26

-----  
**【テーマ題目1】3D 同時構造化プロセス（3D 集積化プロセス技術の開発）**

**【研究代表者】** 淡野 正信（先進製造プロセス研究部門 機能モジュール化研究グループ）

**【研究担当者】** 藤代 芳伸、山口 十志明  
 （職員3名、他3名）

**【研究内容】**

ミクロスケールの部材が、複雑な内部構成で有りながら正確な形状を持ち、かつ実用レベルのサイズにまで精密に集積した、3次元構造の高機能モジュールを創製するための革新的な基盤プロセス技術である「3D 集積化プロセス技術」を開発する。

ナノ～ミクロスケールの構造制御が容易な2次元の厚膜をベースとして、電磁場、超音波や温度勾配等の外場印加により、自律的な化学反応を生じさせて内部の微細構造形成を進め、同時にマクロスケールでは積層化を行う等の、多重プロセスの結果として3次元構造化を進める手法を開発し、機能発現に必要なナノ～マイクロ～マクロスケールでの高次構造を同時に形成する。さらに、開発された製造プロセス技術を用い、環境浄化用高性能リアクター等として具現化、開発プロセスの適用性を実証する。

平成16年度には、技術開発の基盤となる要素プロセス検討を行い、前駆体ゲルコンポジットへの磁場印加による配向組織化技術を開発した。その結果、高効率の電気化学反応が期待されるような、一方向に空孔と反応電極相とが分布する内部構造の形成と多重積層化が可能となった。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** 3次元同時構造化技術、電気化学リアクター、排ガス浄化

**【テーマ題目2】高効率コーティング技術・高付加価値素材の高効率製造技術（低温・高速コーティング技術の開発）（エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の研究開発）**

**【研究代表者】** 熊谷 俊弥（先進製造プロセス研究部門 結晶機能制御研究グループ）

**【研究担当者】** 秋本 順二、今井 庸二、相馬 貢、真部 高明、木嶋 倫人、高橋 靖彦、土

屋 哲男、山口 巖、水田 進  
 （職員10名、他8名）

**【研究内容】**

本テーマでは部門のミッションである「高付加価値技術」としての製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術を開発するためにつぎの2つの課題を設定している。

- 1) 高効率コーティング技術：部門内重点研究課題「低温・高速コーティング技術」において、原料溶液を基板に塗って熱分解や光分解させることにより機能性を作製する「塗布熱分解法」および「塗布光分解法」を発展させて高速・量産化を図るとともに、これらの手法を集積加工研究グループが開発してきたエアロゾルデポジション法と融合させるなどの技術開発を行う。今年度は、塗布光分解法で作製したマンガン酸ランタンストロンチウムや酸化スズの多結晶膜および配向膜の断面を高分解能透過電子顕微鏡により詳細に調べ、基板界面からの結晶成長やレーザー波長による面内配向依存性を明らかにした。また、塗布膜に対するレーザー照射の効果について検討したところ、反応系により熱処理法と比較して100倍以上の製膜速度も得られている。部門内融合研究では、2)で製造した電極構成部材をエアロゾルデポジション法により数十ミクロンの厚さでシート基板上に常温で高速コーティングすることができた。
- 2) 高付加価値素材の高効率製造技術：部門内重点研究課題「エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の開発」において、高付加価値を有する結晶粒子素材の高効率低温製造技術を開発する。今年度は、新規リチウムマンガン酸化物正極材料について、低温熔融塩中でのイオン交換処理条件を最適化するとともに、細孔内に陽イオンを含まないホランダイト型二酸化マンガンを低温合成プロセスで作製し、詳細な結晶構造、電気化学特性を明らかにした。

また、長期的にはこれら技術の有効性を実証するために超電導限流素子、リチウムナノバッテリー等の素子モジュールを作製することも目標としている。今年度は超電導限流素子応用のため電力中央研、東芝・Super-GM、横浜国大に YBCO 膜長尺試料を提供し、それぞれ独立に高い通電  $J_c$  特性を実証し、限流素子作製に適した高  $J_c$  の YBCO 膜の作製条件を求めた。また、上記の新規リチウムマンガン酸化物正極材料について実用材料であるコバルト酸リチウムに匹敵する性能（平均放電電位：3.61V、初期放電容量：177mAh/g）を有することを明らかにし、プレス発表等により成果を発信した。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** コーティング技術、塗布熱分解法、塗布光分解法、低温成長、精密単結晶育成技術、X線構造解析、超電導体、マンガン

酸ランタンストロンチウム (LSMO)、  
強誘電体、PZT、リチウムイオン二次電  
池材料

〔テーマ題目3〕ローエミッション製造のためのトータルプロセス設計技術

〔研究代表者〕三島 望 (先進製造プロセス研究部門フ  
ァインファクトリ研究グループ)

〔研究担当者〕増井 慶次郎、近藤 伸亮、栗田 恒雄、  
松崎 邦男、初鹿野 寛一、清水 透、  
安藤 泰久、梅田 一徳、日比 裕子、  
村上 敬、間野 大樹  
(職員12名、他2名)

〔研究内容〕

今日的な製造技術においては、“高品質の製品”を、“少ない資源投入”で、“環境負荷を低減”しつつ製造することが求められている。本研究では、循環型生産システム構築を目指して、製造工程や再生工程を考慮した製品のモデル化/設計手法、製造工程の統合的環境負荷評価のためのツール開発、製造工程における新たな加工プロセスの開発、装置やプロセスの低エミッション化・省エネ化・複合化などにより、トータルとしての製造技術の低環境負荷化を実現することを目的とする。

(1) 統合評価指標に必要な項目として環境負荷 (例えば消費電力により整理)、生産性 (単位時間当たりの材料除去量等)、加工の質の3種類をあげ、切削加工など既存の評価式の存在するものについてはそれを調査した。また生産システムの最適化手法としてオークション方式による変種変量ラインの最適化手法を調査し、複合加工プロセスへの応用可能性を検討した。多段遠心ポンプを題材として LCA による環境負荷評価と QFDE による評価をともに行い、比較した。その結果、LCA では重量部品の寄与率が極端に大きく出ることに対して、QFDE では機能に深く関わる部品の寄与率が相対的に重視されることが明らかになった。このため、設計の初期段階において設計者の用いるツールとしては QFDE が適していると結論付けた。

(2) 水を媒体とした低エミッション放電加工において、仕上げ面粗さと電力消費の関係を測定し、 $1\mu\text{mRa}$  以下の表面粗さを実現するには所要電力が極端に増大することを明らかにした。より省エネルギーで高い加工品質を得るプロセスとして“放電・電解ラッピング複合加工”を提案し、低消費電力で $0.07\mu\text{mRa}$  以下の表面粗さを実現した。

多軸プレスによる製造エネルギーの低減、低エミッション製造プロセスの確立を目的に、Mg 合金の温間側方押し出し加工を行い、低温側方押し出し加工特性について測定した。通常 Mg 合金の塑性加工は $225^{\circ}\text{C}$ 以上の温度でなければ成形が困難であると言われるが、背圧を付加することにより $200^{\circ}\text{C}$ 以下で割れない製品

を得ることが出来た。また押し出し速度の違いによる加工品質の違いを検討し、押し出し速度を $5\text{mm}/\text{min}$ にした場合、温度が $175^{\circ}\text{C}$ で割れない部品が得られた。

金属製品の最終形状への直接的成型法として、金属の積層造形法を対象とし、今年度は加工成形が困難なチタン素材を中心に加工プロセスを検討した。CAD システムによる設計、積層造形、焼結の一連のプロセスにより比較的稠密な複雑形状部品の造形が可能であった。

(3) 本研究項目では植物油をベースとした新しい低環境負荷・低毒性トライボシステムの開発と、トライボシステム評価法の信頼性確保・向上に取り組んでいる。本年度は、前者については、汎用工業用潤滑油 (鉱物油) と同等の粘度グレード (VG32~150) を有する100%植物油で構成された潤滑油の試作を行った。また後者については、国内18機関による SRV 摩擦摩耗試験機のラウンドロビンテストを実施した。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕低エミッション、循環型生産システム、リサイクル設計、トライボシステム

〔テーマ題目4〕難加工材の成形に関する研究

〔研究代表者〕松崎 邦男 (先進製造プロセス研究部門  
難加工材成形研究グループ)

〔研究担当者〕初鹿野 寛一、花田 幸太郎、清水 透、  
加藤 正仁、鳥阪 泰憲  
(職員6名、他3名)

〔研究内容〕

成形性の劣る Mg 合金に関して、多軸材料試験機を用いた側方押し出し加工を行い、背圧の効果により健全な成形温度を低減させることができた。配向組織の発達していない素材において健全な鍛造温度の低減と鍛造速度の向上が見られた。また、この側方押し出し加工はマグネシウム合金の温間鍛造用の鍛造試験の一つとなるもと期待できる。ステンレスの加工では、相変態で微細組織化した素材に対して、ピッカーズ圧痕をつけたものを金型として、超塑性鍛造により、転写を行うことができた。FDM によるプロセス、および、グリーンマシニングの手法により、純チタン製品のラピッドマニュファクチュアリングを試み、密度96%程度の製品の作製が可能であり、この手法により歯列モデル形状へ成形ができた。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕塑性加工、温間鍛造、粉末冶金、組織制御、ネットシェイプ成形

〔テーマ題目5〕低環境負荷型鍛造用金型に関する研究 (ローエミッション製造のためのトータルプロセス設計技術)

〔研究代表者〕松崎 邦男 (先進製造プロセス研究部門  
難加工材成形研究グループ)

【研究担当者】花田 幸太郎、初鹿野 寛一  
(職員3名)

【研究内容】

環境負荷低減を目指した金型を開発するためにグラフィット及び二硫化モリブデンを金型に噴射して、加工面に潤滑層を作り押し出し加工を実施して潤滑層付き金型の評価を行った。曲面用コーティングノズル、コーティング用駆動ステージを備えた最大噴射圧力10MPaの固体潤滑高速噴射装置を作製し、大面積(200mm×300mm)の自己潤滑性コーティング層の創製を可能とした。マグネシウム合金等の成形では、直接潤滑した材料と比べ、この金型を用いた加工は荷重がやや高いが、試料表面の粗さも小さく良好で、後処理を考慮すればこの噴射金型は非常に有効であると分かった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】固体潤滑材、ドライ成形、鍛造、金型

【テーマ題目6】エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の研究開発

【研究代表者】渡利 広司(先進製造プロセス研究部門 先進焼結技術研究グループ)

【研究担当者】糸 正市、長岡 孝明、安岡 正喜、  
津越 敬寿、堀田 裕司、佐藤 公泰、  
杵鞭 義明、平尾 喜代司、北 英紀、  
松崎 邦男(職員11名、他2名)

【研究内容】

ボールミル、遊星ボールミル等の粉砕ボールメディアを使った従来のスラリー作製は工程時間が長く、さらには分散後の再凝集、ボールからの不純物の混入等の問題がある。本研究では、新たなセラミックススラリー作製プロセスとして、粉砕メディアを用いずスラリー同士の高速での相互衝突により短時間で粉砕・分散・混合工程を行う湿式ジェットミルプロセスの検討を行った。

湿式ジェットミルプロセスは、その加工条件の制御によりセラミックス原料を一次粒子まで解砕し、スラリーを作製することが可能であることが分かった。またボールミル処理したスラリーは分散処理後から粘度の上昇すなわち再凝集の傾向が見られスラリーの安定性に欠けるのに対して、湿式ジェットミル処理にて作製したスラリーは10mPa・s以下の非常に低粘度で、且つ粘度の経時変化が無く、再凝集性の低い安定した分散スラリーであることを見出した。さらに得られたスラリーの鑄込み成形体密度を検討した結果、その成形体の相対密度は67%以上と高い成形性を示し、且つその焼成時の収縮率は12%程度であった。今後は、湿式ジェットミルプロセスによるセラミックス原料の解砕及び分散メカニズム、解砕エネルギーとスラリー特性の関係をより詳細に検討し、湿式ジェットミルによるスラリー調整技術の確立を進める予定である。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】湿式ジェットミル、セラミックス、スラリー、分散、安定性、成形

【テーマ題目7】超音波プロセスの研究

【研究代表者】飯田 康夫(先進製造プロセス研究部門 超音波プロセス研究グループ)

【研究担当者】砥綿 篤哉、辻内 亨、安井 久一  
(職員4名、他3名)

【研究内容】

液体に超音波を照射することによって生ずる微小気泡(キャビテーション気泡)の圧壊によりプラズマを発生させたり、音響圧や振動する気泡の周りに発生するマイクロストリーミングにより微粒子や細胞を操作することができる。このような超音波によるソノケミカル反応場や音響放射力の理解と、その特徴を生かした材料合成、環境浄化等の産業プロセス応用を目的として研究を進めた。理論的な研究としては、これまでに開発したKeller式を基礎とした微小気泡のダイナミクスと気泡内化学反応、界面からの化学種の滲み出しなどを組み入れたシミュレーションコードにより、各種条件化での気泡内外における化学反応の時間発展を検討した。また、実験的な展開としてはレーザー光散乱法による気泡数の空間分解測定法を開発し、ソノケミカル反応場の理解に応用した。環境浄化に関しては光触媒と超音波の併用効果などの検討を進めた。さらに新規材料プロセス技術として超音波エマルジョンを利用した新規ナノ粒子の合成プロセスに関する研究に着手し、酸化亜鉛を用いてその有効性を実証した。関連して、マイクロ流路における超音波照射効果についてOHラジカル生成量を定量した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】超音波、キャビテーション、気泡、環境浄化、シミュレーション、マイクロ反応場

【テーマ題目8】機能付与2D集積化プロセス(3D集積化プロセス技術の開発)

【研究代表者】加藤 一実(先進製造プロセス研究部門 テーラードリキッド集積研究グループ)

【研究担当者】三木 健、西澤 かおり、木村 辰雄、  
鈴木 一行(職員5名、他5名)

【研究内容】

21世紀社会に必要な高性能小型電子機器の創出のためには、複数の機能が集積した機能集積材料の創製が重要であり、テーラードリキッドソースを用いた機能付与2D集積化プロセスの開発が不可欠である。平成16年度は、非鉛系圧電体を用いたマイクロアクチュエータ、多孔質酸化物触媒を用いたマイクロリアクタ、精密周期構造体を用いたバイオMEMSを作成するための、鉛を含まない多元系圧電セラミックス用原料溶液、粘性制御の

可能な酸化物触媒厚膜用原料溶液、精密周期構造を配列させるための原料溶液を作成する条件を検討した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 テーラードリキッドソース、化学プロセス、非鉛系圧電セラミックス薄膜、多孔質酸化物触媒厚膜、メソポーラス材料、集積化プロセス

【テーマ題目9】 マイクロ／ナノトライボロジー

【研究代表者】 安藤 泰久（先進製造プロセス研究部門  
トライボロジー研究グループ）

【研究担当者】 藤澤 悟、三宅 晃司、是永 敦  
（職員4名、他4名）

【研究内容】

表面の高機能化技術として、アルキル置換フタロシアニンを基盤とした分子テンプレートの開発に成功した。マイクロ／ナノ表面制御・計測技術に関して、サブ $\mu\text{m}$ サイズの曲率半径を有する突起の摩擦力および引き離し力を $10^{-5}\text{Pa}$ 程度の真空中で測定し、凝縮した水が影響していること、 $200^{\circ}\text{C}$ 以上に加熱することで水の影響が無くなることを明らかにした。また、機械的特性評価技術の高度化として、AFM インデンテーションを用いポリマー超薄膜の表面及びバルクの弾性率を区別して測定できることを示した。機能性流体の機械要素への応用に関して、液晶で潤滑したジャーナル軸受に部分的に電圧を印加し、摩擦トルクや軸心位置の制御が可能であることを示し、圧力分布との関係を明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化、低摩擦、分子テンプレート、インデンテーション、AFM、電気粘性流体、ジャーナル軸受

【テーマ題目10】 サステナブルトライボロジー（ローエミッション製造のためのトータルプロセス設計技術）（部材化ロジスティックプロセスの開発）

【研究代表者】 日比 裕子（先進製造プロセス研究部門  
トライボロジー研究グループ）

【研究担当者】 梅田 一徳、村上 敬、間野 大樹  
（職員4名、他5名）

【研究内容】

温室効果ガス排出の抑制のため、植物油や水で潤滑されるシステムの開発を行っており、菜種油または大豆油で軸受鋼とりん青銅を潤滑したとき、鉱物油と比較して、摩擦係数が低く比摩耗量は同程度であることが分かった。また、チタン基複合材料の水潤滑において、アルコキシランを添加することで、高摩擦・高摩耗の原因となる酸化物被膜の形成が阻害されることを確認した。固体潤滑剤の開発に関して、Barite 型結晶構造を持つ  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{SrSO}_4$ 、 $\text{PbSO}_4$  が室温から $800^{\circ}\text{C}$ まで低摩擦を示し、か

つ薄片状結晶粉末を用いることで、さらに低摩擦（摩擦係数 $0.1\text{--}0.3$ ）となることを明らかにした。また、黒鉛を高速噴射した SKD11材とマグネシウム合金（AZ61）の摩擦試験機による試験と、実金型による押出し試験を比較検討したところ、黒鉛噴射条件を最適化することにより、金型への応用の可能性が確認できた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 水潤滑、植物油、チタン基複合材料、放電プラズマ焼結法、減圧プラズマ溶射法、摩擦摩耗試験

【テーマ題目11】 集積加工に関する研究（低温・高速コーティング技術の開発）（小型 MEMS 製造装置の開発）

【研究代表者】 明渡 純（先進製造プロセス研究部門集積加工研究グループ）

【研究担当者】 岩田 篤、星 佳伸、小木曾 久人、  
中野 禅、佐藤 治道、佐藤 宏司、  
馬場 創、朴 載赫  
（職員9名、他15名）

【研究内容】

微粒子衝突やビーム加工など利用し、非熱平衡状態での材料プロセスとその評価技術の研究開発を行った。産総研が独自に開発した、機能性材料の低温集積化コーティング（エアロゾルデポジション法：AD 法）を電子セラミックスへ応用（別記ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術）するとともに、金属 MEMS 作製への利用の研究を行い、Si-MEMS と同等の性能の高速光マイクロスキャナーの一次試作やプロトタイププロセスシステムを試作（ナノテク総合展に出展）した。また、マイクロ金型加工への応用を目指し、イオンビームによる超硬材料の表面形状加工を行った。また、型へのコーティング材料である、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）表面の弾性構造のナノメートル分解能での評価に成功し、プラズマイオン注入条件によって、内部に数 nm の微細ダイヤモンド構造ができる事を明らかにした。

また、スマートストラクチャ材料の開発として、PZT を利用したワイヤーセンサを開発し、民間企業からサンプル出荷まで行った、さらに、イオンビームによる応力制御による破壊予知センサの検討を行った。

プロセス技術の基礎研究として、レーザー励起によるプラズマによって、アミノ酸合成が生じていることや、エックス線による欠陥回復現象を発見した。

プロセス評価技術として、大規模有限要素法のプログラム開発を行い、MEMS デバイス中の欠陥の超音波による検出への応用を行った。また、微粒子圧縮試験装置を開発し、 $0.7\mu\text{m}$  のアルミナ粒子の強度分布の計測に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 エアロゾルデポジション、ナノ粒子、常温衝撃固化、MEMS、イオンビームプロセス、レーザー加工、プラズマ加工、超音波計測、スマートストラクチャ

【テーマ題目12】 マイクロ実装に関する研究（小型MEMS製造装置の開発）

【研究代表者】 前田 龍太郎（先進製造プロセス研究部門マイクロ実装研究グループ）

【研究担当者】 村越 庸一、高橋 正春、高木 秀樹、松本 壮平、一木 正聡、池原 毅、小川 博文、鈴木 邦夫、角田 達朗、川合 章子、張 毅  
（職員12名、その他8名）

【研究内容】

実装システムを小型化するための基礎技術について検討した。特に、パッシブエレメントであるキャパシタやレジスタ、コイルの基板へのエンベデッド化のための基礎技術および、キャパシタである強誘電体材料をシリコン基板、エポキシ基板中に作成する技術について検討を行った。前者についてはほぼ所望の電気特性を達成することができたが、エポキシ材料については熱処理温度を上げることができず、電気特性が目標値を下回った。そのためいったんシリコン基板上に製造し、エポキシ基板上に移すトランスファー法について検討を行った。

微小素子を製造するためのMEMS技術については、産業界にこれに習熟している技術者が足りないことが、産業化の妨げになっている。そこでMEMS技術についてプロセス実習や、設計、シミュレーション実習および計測までを含んだ講習を通じて人材育成事業を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 MEMS、実装、人材育成、エンベデッド基板

【テーマ題目13】 価値創造型ものづくり支援技術の開発

【研究代表者】 綾 信博（先進製造プロセス研究部門機能エンハンス製造技術研究グループ）

【研究担当者】 手塚 明、服部 光郎、松木 則夫、志村 洋文（職員5名）

【研究内容】

最先端技術を持つ企業群と産総研を技術力でネットワーク化して、これまで以上に高付加価値の部品・試作品を作り出すための仕組みの構築を図った。加工企業（大田区を中心とする中小企業群、大企業研究所等）、研究機関（大学、公設試）を含む検討会を組織し、ソフト・ハード両面における課題の抽出を行った。将来的に市場の見込める新製品数例に関し、難削材精密加工における問題点を具体的に検討して、研究機関等の技術、知見と中小企業の機械加工技術を中心とするものづくり力を合わせて、現在市場で入手可能なレベルを超える高度機能

部材を開発する方法論を検討した。また、多様な組織に分散的に存在する、多種多様で、断片的な知識・情報、技術の統合的活用を行うために、製造に係わる要素技術の適用範囲と連関を、セマンティック技術を用いて俯瞰する手法を検討し、複数の中小企業の精密機械加工例を例にとった技術ブラウザのプロトタイプを開発した。また、企業と共同で重工業製品の製造技術の高付加価値化に関する調査研究を実施し、信頼性向上、発想・設計支援、すり合わせの3つのキーワードに基づいて発想/設計支援・製造システムの基本概念の検討を行い、課題を抽出して適用する手法を整理した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 製造プロセス、超精密加工、プロセスデザイン、設計支援、セマンティック技術

【テーマ題目14】 機能配置部材創製技術の開発（部材化ロジスティクスプロセスの開発）

【研究代表者】 平尾 喜代司（先進製造プロセス研究部門高性能部材化プロセス研究グループ）

【研究担当者】 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游  
（職員4名、他1名）

【研究内容】

炭化ケイ素は高い耐食性や硬度を持ち、優れた耐摩耗性材料として知られている。しかし、潤滑を行わない条件では摩擦係数は0.6程度であり、より過酷な環境下での使用に耐えるために摩擦係数の低減が求められている。このため固体潤滑機能を有する二種類のカーボン（グラファイト及び多孔質カーボン）を用いて炭化ケイ素/炭素複合材料を作製し摺動特性を検討した。グラファイト添加の場合は摩擦係数を約半分の値0.3まで低減させることができたが、著しい粒子の脱落が生じ摩耗量は約4倍の値に増大した。一方、脱脂米ぬかを原料として製造された多孔質カーボンを用いた場合は、摩擦係数を0.25まで低下させ、かつ摩耗量も炭化ケイ素より小さくすることができた。さらに、ここで作製した炭化ケイ素/多孔質炭素複合材料は水中での摺動においても幅広い摺動条件下で炭化ケイ素の半分の摩擦係数を示した。

アルミナはセラミックスの中では安価であり汎用性が高く、さらに高い絶縁性や耐食性を有するため近年半導体製造装置の部品として広く使用されている。プラズマエッチング工程においては、アルミナでも耐食性が不足しており、より耐食性の高い希土類酸化物やイットリウム・アルミニウム・ガーネット（YAG）の使用が検討されている。しかし、部品全体をYAG等で作成するには、原料コストの問題や成形法などの再検討が必要になる。そこで、イットリウムを含む溶液をアルミナ成形体表面より含浸させ、アルミナの焼結時に表層部でアルミナとイットリウムを反応させ、YAGを形成する技術について検討を行なった。アルミナ成形体の密度の調整、イットリウムイオンの溶解度の高い化合物の選択、複数

回の含浸などを行うことにより、表層がほぼ YAG で構成される緻密なアルミナ焼結体を作製することが可能となった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 炭化ケイ素、アルミナ、イットリウム・アルミニウム・ガーネット、摩擦係数、摺動、耐プラズマ性、二層構造

#### 【テーマ題目15】 部材化ロジスティクスプロセスの開発

【研究代表者】 北 英紀（先進製造プロセス研究部門高温部材化プロセス研究グループ）

【研究担当者】 近藤 直樹、日向 秀樹、吉田 克己（職員4名、他1名）

#### 【研究内容】

部材の形状、寸法、精度、機械的特性に関わる自由度が大きく、原料から設計、成形、焼成、加工、信頼性保証までの効率的、かつ費用対効果の大きい製造プロセス技術を開発するために、大型・複雑形状部材化技術、ヘテロ構造部材化技術等についてモデル部材の基本設計、及びそれらに必要なプロセス要素技術の高度化を行う。本年度は低品位原料を使ったニアネット大型部材化プロセスの確立をはかるため、スリップキャスト法をベースとしたプロセスの研究を行った。具体的には、部材形状を特徴別に(a)パイプ形状、(b)薄板、(c)複合曲面をもつ部材に分類し、それぞれについてスラリー、成形、および焼成条件について検討を行った。その結果、水と反応しやすい低級の珪素粉末を使用した場合でも均質な肉厚で、変形のないモデル部材を得ることができた。またスラリー成分や分散剤、型の微構造、及び焼成条件等のプロセスに関する詳細な検討を行った結果、スリップキャスト法によっても大型部材の表面に微細で精密な凹凸が規則的に配置されたパターンを形成することができた。熔融金属の滴下試験結果を実施し、上記表面に微細な凹凸構造を有する焼結体は熔融金属に対して高い難濡れ性を示すことを実証した。

一方、超精密な金型中子を作製し、多孔質型と組み合わせ、静的なスリップキャスト法によりセラミックマイクロノズルの製作を行い、内径 $30\mu\text{m}$ 程度のテーパ付き微細貫通孔を形成できることを明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 窒化ケイ素、スリップキャスト、ノズル、微細凹凸、濡れ性

#### 【テーマ題目16】 生体機構プロセスの研究（部材化ロジスティクスプロセスの開発）

【研究代表者】 横川 善之（先進製造プロセス研究部門生体機構プロセス研究グループ）

【研究担当者】 大橋 優喜、斎藤 隆雄、加藤 且也、永田 夫久江、穂積 篤、寺岡 啓、

稲垣 雅彦、（職員8名、他19名）

#### 【研究内容】

社会の高齢化、多様化、先端機器の高度化により加速される材料・プロセスへの高度な要請に応えるため、様々なスケールの機能構造単位が連続的に構造体を形成する生物構造形成に倣った連続的なスケールサイズの構造を制御可能な（Bridging Scale Size Control）革新的製造プロセスならびに高度部材開発研究を進めた。ナノ～メソ領域では、ナノ粒子のスポット配置、ナノウェル構造によるペプチド選択固定を行い、DNA、抗体センサーへの応用を検討した。自己組織化球状セラミックス/ポリマー複合体の粒径制御、ゲルキャストや熔融法により球状粒子の製造法について検討し、ゲルキャストでは強度を大幅に向上するとともに、成形性を高め、ニアネットシェイブに関わる要素技術について検討した。マクロ～マイクロな凹凸表面構造形成技術では、マスクング技術を応用し世界で初めてプラズマ溶射法で、 $300\mu\text{m}$ と数 $\mu\text{m}$ のバイモダルな構造単位を形成することに成功した。また、微生物担持に適した $300\mu\text{m}$ と酵素担持に適した数 $\text{nm}$ の気孔を有する水処理用リサイクルセラミックスを世界で初めて開発し、小規模事業所等排水処理に適したコンパクトなシステム構築の可能性を開くことができるなど、生物、生体機能を活用する材料・プロセス設計、評価に成果があった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 テンプレート、ナノアッププロセス、自己組織化、多孔体、表面構造

#### 【テーマ題目17】 小型化加工機械とマイクロ機械加工

【研究代表者】 岡崎 祐一（先進製造プロセス研究部門ファインファクトリ研究グループ）

【研究担当者】 三島 望、芦田 極、小倉 一朗、高木 清志、水原 清司（職員6名）

#### 【研究内容】

ナノスケール機械加工：走査型電子顕微鏡（SEM）内に、原子間力顕微鏡（AFM）機構をベースとしたナノスケール機械加工システムを構築し、極めて微小なサイズの機械的除去加工について基礎的な現象解明に取り組み、実験と現象観測が可能なシステムを実現した。

マイクロファクトリ：マイクロプレス機を用いて $100\mu\text{m}$ 以下の寸法の微細構造を高精度かつ高能率に製作するために、実験的検証を行い、これまでの試作機を用いた基礎実験をもとに、より高精度化を狙った機構を設計した。微小部品の形状測定を行なうマイクロ形状測定機を設計・開発し、これを応用して微小部品の直径を精密に測定するシステムを構築した。マイクロ工作機械の優位性である、「人と環境への優しさ」を活かした体験型印鑑加工システムを改良し、つくばを初め各地に出張し、青少年に対する「ものづくり」への誘いに貢献した。マイクロファクトリに関する国際ワークショップ

(IWMF)を上海にて共催し、過去最高の参加者を集め、成功させた。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 工作機械、マイクロファクトリ、ナノ加工、微細加工、精密加工、形状計測、精密機構、運動制御

〔テーマ題目18〕 高アスペクト比レーザービーム微細加工技術（小型 MEMS 製造装置の開発）

〔研究代表者〕 松岡 芳彦（先進製造プロセス研究部門 レーザー微細加工研究グループ）

〔研究担当者〕（職員1名、他3名）

〔研究内容〕

現代工業製品において微細加工技術は重要な役割を担っており、現在は数十 $\mu\text{m}$ サイズの加工にレーザービーム加工が利用されてきている。しかしながら将来要求される数 $\mu\text{m}$ サイズの加工に対応するためには、高開口数集光であることから生じる、収差の強い影響、加工の再現性の低下、生産性・スループットの低下を解決しなければならない。我々は、「微小集光スポットサイズと深い焦点深度を両立するビーム」を用いた「同時多点加工」による解決を目指して研究開発を実施してきている。昨年度までに、数値および実験検討から軸状集光ビームが微細加工に適した特性を有することを明らかにし、このビームを用いてレンズと試料の距離の精密制御なしに $\mu\text{m}$ サイズの点加工やドリル加工を実現した。本年度はアクシコンアレイを考案し、これにより生成されるマルチ軸状集光ビームを用いてアスペクト比約3で径8 $\mu\text{m}$ の微細貫通穴の同時多点加工を実現した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 レーザー微細加工、同時多点加工

〔テーマ題目19〕 超高感度ガスセンサの開発（製造プロセスのモニタリング・診断予測基盤技術の開発）

〔研究代表者〕 村山 宣光（先進製造プロセス研究部門 センサインテグレーション研究グループ）

〔研究担当者〕 松原 一郎、申 ウソク、伊豆 典哉、（職員4名、他1名）

〔研究内容〕

製造産業の安全性を高めるため、事故発生後の対応技術から、事故を未然に防ぐ予防安全技術へと技術開発の主眼が移っている。予防安全技術確立のため、製造インフラのモニタリングとして、水素ガス、各種有機ガス、及びにおい系ガスを具体的な対象とした超高感度ガスセンサを開発する。今年度は、におい系ガスを対象に、センサ材料の最適化を達成するため、金属酸化物のキャリア濃度制御に関する検討を行った。酸化タングステンを対象とし、6価の W に対して価数の小さな Sn イオンを

置換し、キャリア濃度を減少させることによる高感度化を試みた結果、硫化水素ガスに対する応答感度が4倍程度向上し、キャリア制御が高感度化に有効であることを明らかにした。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ガスセンサ、高感度化、金属酸化物半導体、予防安全、

〔テーマ題目20〕 酸素センサの開発

〔研究代表者〕 村山 宣光（先進製造プロセス研究部門 センサインテグレーション研究グループ）

〔研究担当者〕 伊豆 典哉、申 ウソク、松原 一郎（職員4名、他3名）

〔研究内容〕

抵抗型酸素センサは、低コストで構造が簡単なため小型化が可能であり、自動車排ガス用酸素センサとして最近注目されている。このタイプの問題点の1つである応答速度が遅いという課題については、昨年度までに、ナノサイズの酸化セリウム多孔質厚膜を使うことにより、応答速度10ms まで高速化できることを実証した。この高速応答特性を有する抵抗型酸素センサを実用化するには、ガス検出材の低抵抗化と高感度化、および、出力の温度依存性の抑制が必要である。本年度は、これらに取り組み、酸化セリウムに Zr を添加し、低抵抗化と高感度化を実現することができた。また、温度補償材として酸素イオン伝導体を適用した酸素センサを発明し、その出力の温度依存性が極めて小さいことを実証することができた。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 酸素センサ、排ガス、高速応答、ナノ粒子

〔テーマ題目21〕 超耐熱環境部材の次世代エネルギー機器への適用化技術

〔研究代表者〕 平野 一美（先進製造プロセス研究部門 損傷機構・構造健全性研究グループ）

〔研究担当者〕 原田 祥久、鈴木 隆之（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

超耐熱環境部材の融液成長複合材料 (MGC) のポテンシャルを活かした次世代エネルギー機器への適用を目指し、超高温高圧水蒸気等の過酷環境下での部材・構造の健全化に関する研究開発として、本年度は二元系・三元系材料の1600°C、0.6MPa までの高圧水蒸気環境・大気環境下での耐久性試験を系統的に実施した。その結果、各種系の体積・重量と腐食時間の関係から放物線則に従って重量減少した。表面組織では最初に相界面が選択的に局部腐食し、続いて300時間を超える環境下ではアルミナ相上でファセット化した腐食生成物が成長した。ま

た、理論計算により H 種がアルミナ相中で拡散しやすいこと、表面では高圧水蒸気により水酸化アルミニウムが生成しやすいことを予測した。同時に、同環境下で使用できる高精度伸び計を設計し今後の装置改良によりデータ取得の可能性を得た。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 融液成長複合材料、超高温、高圧水蒸気

#### 【テーマ題目22】 強磁性形状記憶を応用したアクチュエータの研究開発

【研究代表者】 平野 一美（先進製造プロセス研究部門 損傷機構・構造健全性研究グループ）

【研究担当者】 鈴木 隆之、原田 祥久  
（職員3名、他3名）

#### 【研究内容】

強磁性形状記憶合金を用いたアクチュエータの設計・試作を行うとともに、長期信頼性確保のための設計指針を構築することを目指して、強磁性形状記憶合金 Fe-Pd について磁場下における変態温度、変形特性のデータを集積した。また、合金の最適組成の探索を行い、室温でもアクチュエータとして使用可能な組成を明らかにすることができた。加えてアクチュエータ部材を製造するときに必要な加工特性の評価に着手し、圧延条件を制御することにより線材化が可能である見通しを得た。さらに、従来強磁性形状記憶合金のキャラクタリゼーション手法として提案した AFM/MFM ハイブリッドナノキャラクタリゼーションに関してデコンボリューション、FFT 変換を用いた逆解析手法を提示し、高度化することができた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 強磁性形状記憶合金、アクチュエータ、ナノキャラクタリゼーション、長期信頼性

#### 【テーマ題目23】 複雑系の機械工学への応用に関する研究

【研究代表者】 市川 直樹（先進製造プロセス研究部門 複雑現象工学研究グループ）

【研究担当者】 鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富、往岸 達也（職員5名、他1名）

#### 【研究内容】

混相流・振動子群・顔画像・柔軟システム・化学合成などを対象に、パターンや多様性の特徴量抽出、カオス理論に基づく時系列統計解析、パターンのマッチングと制御について、具体的な手法の提案などを行うことで、ソフト・ハードによる実現を目指す。また、非線形力学・フラクタル・カオスなどを応用した新しいマイクロデバイスへの応用を検討する。今年度は、非線形統計解析に関し、管内気液二相流の断面ボイド率の時系列デー

タに対しての KS エントロピー推定を行ない、相関次元と同じく局所的な推定によって信頼性が向上する見通しが得られた。また、局所的な相関次元推定に必要なボイド率測定の実験点数の低減について検討した結果、低ガス流量においては、1点の測定でも信頼性の高い推定が可能である見通しがついた。また、液中利用 AFM の高性能化を目指し、プローブカンチレバーを自励振動させることで、発振停止と探針の対象物との接触を同時に回避する原理の検証実験に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 複雑系、カオス、非線形力学

#### 【テーマ題目24】 製造プロセスのモニタリング・診断予測基盤技術の開発

【研究代表者】 市川 直樹（先進製造プロセス研究部門 複雑現象工学研究グループ）

【研究担当者】 鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富、往岸 達也（職員5名、他2名）

#### 【研究内容】

製造産業の安全性を高めるための予防安全技術として、常時モニタリングによる時系列データの解析から、現在および将来の状態を予測する技術を開発する。具体的対象として、製造インフラとしてのガス漏洩箇所の早期検知技術と、作業を阻害しない作業者のストレス・疲労度などの計測技術を開発し、高精度予測手法と合わせることで、それぞれの安全性向上に資する技術開発を行う。今年度は、ガス拡散シミュレーションとして、粒子法について、その基本原理・アルゴリズムに関して検討し、その中で SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 法を用いることとしてプログラムをコーディングした。簡単なジオメトリーでの2次元気流シミュレーションの計算を行ない、その有効性を検証した。また、作業者の状態モニタリングのため、汗の中にストレスマーカーとして知られる NE (ノルアドレナリン) が含まれ、また運動ストレスによりその量が増加することを確認した。汗分析に不可欠な液体の取り込みのため、毛細管力及びチップのガス吸着力による液体の微細流路への吸入について実験し、モデルとの比較を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 安全信頼性、モニタリング

#### 【テーマ題目25】 マルチスケール・マルチフィジックス CAE 手法の開発

【研究代表者】 手塚 明（先進製造プロセス研究部門製造プロセス数理解析研究グループ）

【研究担当者】 奥田 敏、西村 良弘、笹本 明、鈴木 健、松本 純一、黒田 雅治、市川 直樹、是永 敦、安藤 泰久、山口 巖、熊谷 俊弥、平尾 喜代司、堀野 裕治、村田 和広、山口 智彦

(職員16名、他3名)

#### 【研究内容】

産総研内外の実験グループが抱えている問題を例題として、マルチスケール・マルチフィジックス CAE 手法の開発、応用、発展の研究を行う。このために、「同一現象支配方程式であれば数値解析手法・ソフトウェアはスケールを問わず汎用的に適用可能」という CAE (Computer Aided Engineering) の特徴を活かす形で、部門内の4つの実験グループ、産総研内部門外の3つの実験グループ、産総研外の4つのグループとの連携により、(1)マルチフィジックス解析、(2)マルチスケール解析、(3)シンセシス (最適設計)、(4)大規模高速並列解析の課題について、現象の数値モデル化及び数値シミュレーション技法の開発を行う。具体的には以下の問題を対象に設定した。

- (1) マルチフィジックス解析：転炉精錬過程の気液二相流解析、スーパーインクジェット二相流他連成解析、流体-構造 ALE 連成、流体-フレキシブル構造 ALE 連成解析及び安定性固有値解析
- (2) マルチスケール解析：商用ソフト LS-DYNA による非線形マルチスケール FEM、マルチスケール流体解析
- (3) 構造の最適設計シンセシス：最適化設計手法の開発
- (4) 大規模高速並列解析：並列解析無償版並列プラットフォーム PCP、並列解析有償版並列プラットフォーム PCP

従来、計算の安定性や物理モデルが不明瞭であるなどの理由で数値解析が不可能であった問題を、「安定化気泡閉数有限要素流体解析」、「高精度改良 VOF 手法」、「非線形マルチスケール解析技術」、「大規模高速並列解析技術」、「解析モデル構築手法を内包した高精度解析手法」の5つのキーテクノロジーを発展、組み合わせ、応用することによって、解析可能とする。

平成16年度の成果としては、以下の2点である。(1)非常に高速な純酸素 (流入速度毎秒数百メートル) および液相と気相の密度、粘性が大きく異なる (純酸素の密度に対し金属の密度、粘性は数百～千倍) という、数値解析にとって過酷な条件となる、転炉精錬過程の気液二相流解析について、3次元実現象の解明のために、64CPU 中型 PC クラスタにより、1億自由度以上の大規模3次元気液二相流解析が可能となる手法、数値解析コードを開発した。(2)スーパーインクジェット二相流について、商用ソフトとの比較検証により、絶対的優位性を確認し、CAE の非専門家である実験研究者・ハードウェア開発者のパラメータスタディ使用をターゲットとした、二相流の GUI 付きソフトウェアを開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 計算力学、最適設計、並列解析

#### 【テーマ題目26】 広範囲領域のキャラクタリゼーションのための間接計測法の開発

【研究代表者】 西村 良弘 (先進製造プロセス研究部門 製造プロセス数理解析研究グループ)

【研究担当者】 笹本 明、鈴木 隆之、北 英紀  
(職員4名)

#### 【研究内容】

材料や製品の機能や性能の高度化に伴い、クリティカルな設計が行われている。これらの材料や製品は全体としての検査が必要であるが、分解能と時間、コストとのトレードオフによって怪しい部分の検査で終わってしまっているのが現状である。本研究では、従来計算量の膨大さのため困難であった、プローブ走査の間接計測法の並列逆問題アルゴリズムを開発し適用することで、全体検査の高速化を可能とすることを目的とする。

プローブによる間接計測は、安価な64ビット CPU の出現により大規模計算が可能になり、また並列計算技術の進歩によって大規模高速計算が可能になってきた。本研究では、MFM による磁性材料の直接法によるデータ取得および逆問題アルゴリズムの適用の妥当性の検討を行う。また渦電流探傷走査装置の設計開発により直接法データの取得し、64ビット並列解析システムを開発することで適用を行う。従来の SPM や各種探傷機に代表される直接法によるプローブ計測では、反射波等の最大強度の絶対値のみを利用しているため、その分解能を上げるためには、プローブの鋭い指向性や小さなビームスポットであることが必要である。本研究では、最大反射強度だけでなく、時系列情報や位相情報を利用することで計算により同等の効果を得ようというものである。プローブで得られる情報は広い試料表面からの反射波のある意味平均値であるが、プローブを走査するとその出力に試料の表面や内部の構造を反映し現れる。これを逆問題的に解いてやることができる。しかし、このための計算量は膨大なものになるので64ビット並列解析システムの構築が必要になる。近年、32ビット並列システムは一般的になっているが、64ビット並列システムとして大規模計算のアプリケーションをまともに行えるものは参考にできるものが無い。そのため、本研究では、FFT を初めとする数値計算基本ツールの64ビット化により並列システムを構築することも大事な課題である。

平成16年度は、大規模間接計測法に適用するためのデータを取得するため、渦電流探傷走査装置の設計開発を行い交流法、パルス法の計測を行った。これらの測定ではプローブの大きさや周波数、試料の違いによる検討を行った。目視困難な欠陥も十分検出できることを確認できた。また MFM の直接法で得られた磁性材料試料のデータに間接計測のアルゴリズムを適用し予想どおり、分解能の良い画像が得られることを確認できた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 非破壊検査、渦電流探傷、MFM、逆問

題解析、並列処理、FFT、電磁場解析

⑩【サステナブルマテリアル研究部門】

(Materials Research Institute for Sustainable Development)

(存続期間：2004. 4. 1. ～)

研究部門長：鳥山 素弘  
副研究部門長：都築 明博、吉村 和記  
総括研究員：朝比奈 正、三輪 謙治

所在地：中部センター、九州センター

人員：76 (74) 名

経費：1,314,935千円 (927,234千円)

概要：

サステナブルマテリアル研究部門は、資源・エネルギーの有限性を前提としつつ社会の持続的発展を可能とする産業技術の実現に貢献することを目的として、高度な制御システムを用いることなく省エネルギー化に大きな効果が期待できる材料/素材/部材に関わる総合的な技術開発を行う。

現在、人類が解決すべき喫緊の課題である「地球温暖化対策」として、産業部門においては、温暖化ガス発生抑制に効果的な新エネルギーへの転換や高度なエネルギー管理技術の導入等の明確な技術戦略に基づく取り組みによって、最大の温暖化物質である CO<sub>2</sub> 発生量の着実な削減が行われつつある。一方、生活の豊かさや利便性に直接関わる民生部門や運輸部門においては、CO<sub>2</sub>発生量は、削減どころかむしろ増加傾向を示しているという状況にある。そこで当研究部門は、課題解決に繋がる技術開発戦略が必ずしも明確ではない輸送機器を含めた民生部門の省エネルギー化による CO<sub>2</sub>削減に向けた技術開発を当面の重点研究課題とし、材料/素材/部材の持つ特質を活用し飛躍的な省エネルギー化を可能とする建築部材や輸送機器部材に関わる総合的な技術開発を行う。なお研究開発にあたっては、部材使用者の視点に立った明確な目標を設定すると共に、個別要素技術の開発に止まらないように、材料の開発から部材化さらに工業標準化に繋がる一連の課題解決に向けたシナリオに基づく戦略的且つ組織的な体制をもって研究を実施する。

外部資金：

文部科学省 若手任期付研究員支援 「金属化合物クラスターにおける触媒機能開発」

文部科学省 若手任期付研究員支援 「糖鎖分子ナノアーキテクチャーの研究」

九州地域環境・リサイクル産業交流プラザ K-RIP プロジェクト「光触媒環境浄化研究会 in 九州」

財団法人九州産業技術センター「Si/SiC/TiO<sub>2</sub>系可視光応答型三次元微細セル構造光触媒フィルターを用いた環境浄化システムの開発」

独立行政法人科学技術振興機構「DUP 石炭灰煉瓦に関する研究」

財団法人中部科学技術センター 平成16年度中小企業地域新生コンソーシアム研究開発事業「ハイブリッド型アルミ合金鋳造溶解炉の開発」

独立行政法人科学技術振興機構「熱力学データベース構築、強磁性形状記憶合金のシミュレーション」

経済産業省 原子力試験研究委託費「2段式反応焼結による繊維強化炭化ケイ素複合材」

経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費「未来型 CO<sub>2</sub>低消費材料・材料製造技術研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「Co-Ni-Al 系強磁性形状記憶合金による磁場駆動型アクチュエータ材料の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム 「精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術の開発事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発「環境応答型ヒートミラーの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム 「高機能高精度省エネ加工型金属材料(金属ガラス)の成形加工技術プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術」

発表：誌上発表156件、口頭発表358件、その他41件

環境適応型合金開発研究グループ

(Advanced Magnesium Alloy Group)

研究グループ長：上野 英俊

(九州センター)

概 要 :

カルシウムを添加した難燃性マグネシウム合金の塑性加工用合金の開発、溶接用溶材の合金開発に関する研究を行った。

カルシウムの添加により難燃性マグネシウム合金は金属間化合物  $Al_2Ca$  の晶出により塑性加工性が低下する。この金属間化合物の晶出形態を組織制御技術により、制御することにより塑性加工性の改善を試みた。マグネシウム合金の溶解プロセスや溶解条件を制御することにより、従来のネットワーク構造から粒状構造の晶出物となり、押出し加工における速度が大幅に向上した。

現在、溶接用の溶材は母材と同じ材質が使われており、接合強度が十分でない。高強度の溶材を粉末法で開発するため、その前段となる粉末化技術を試みた。難燃性マグネシウム合金は耐燃焼性や耐爆発性に優れ、大気中やアルゴンガス中での粉末化が可能となった。また、分散材の検討による高収率の粉末化法を確立した。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 凝固プロセス研究グループ

(Solidification Processing Group)

研究グループ長：三輪 謙治

(中部センター)

概 要 :

マグネシウム合金の実用化素材製造技術の開発において、耐熱マグネシウム合金のビレット素材製造技術の開発を目指して、連続鑄造機と雰囲気制御溶解炉の設計・導入・立ち上げを図った。また、マグネシウム合金のセミソリッドプロセス成形技術の開発において、新規開発したランナレス射出成形技術における高い流動性発現の条件を求めた。さらに、マイクロエクスプローションプロセスによる金属材料の高性能化技術の開発において、金属ガラス創製技術の開発を行い、マグネシウム合金についてはより形成能を向上させる条件を求めると共に、鉄系合金に対しても可能であることを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 構造部材成形技術研究グループ

(Metal Forming Technology Group)

研究グループ長：鳥山 素弘 (兼務)

(中部センター)

概 要 :

従来の商用マグネシウム合金 (Mg-Al-Zn 系合金、Mg-Al-Mn 系合金) は473K 以上で急激に強度が低下する。高温強度が低下する理由としては473K 以上においてマグネシウム合金内部で粒界すべりが活発化す

ることが挙げられる。本年度は、一方向凝固法により高アスペクト比の結晶粒を有する商用マグネシウム合金 (AZ91) を作製した。これら試料の機械的特性を評価した結晶、結晶粒形態のアスペクト比を4以上に伸張すると高温強度および常温強度が鑄放し材と比較して著しく向上することを確認した。また、これら試料の変形機構を調査した結果、強度の向上が粒界すべりの抑制に起因していることを明らかにした。さらに、超軽量部材成形プロセス、高精密形状成形プロセスを開発することを目的に、セル構造 (多孔質) 化技術ならびに精密部材成形加工プロセスに関する研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 金属材料組織制御研究グループ

(Microstructure Control of Materials Group)

研究グループ長：斎藤 尚文

(中部センター)

概 要 :

軽量金属材料の高機能化のための結晶粒極微細化プロセスとして、摩擦攪拌プロセス、回転式 ECAP、異周速圧延などに関わる研究を行った。今年度は AZ31 マグネシウム合金に易成形性を付与するための異周速圧延条件の探索を行い、最適条件で圧延を行うことで AZ31 合金に超塑性特性を付与することが出来た (試験温度400℃、ひずみ速度0.0014s<sup>-1</sup>)。また、素材の優れた特性を損なうことなく大型部材化する接合技術に関わる研究も行った。今年度は、AZ91D マグネシウム合金に対して母材強度の90%以上の継手強度を有する接合部材作製のための摩擦攪拌接合条件を導出した。また、摩擦攪拌現象を利用すると、AZ91D の特性を向上させることが可能であることを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 高耐久性コーティング研究グループ

(Durable Coatings and Surface Modification Group)

研究グループ長：池山 雅美

(中部センター)

概 要 :

マグネシウム合金への DLC コーティングを行った結果、前処理の最適化により、56時間の塩水噴霧試験後でもコーティング表面がほとんど荒れない成膜条件を見出した。また、接地電位の金属直管内にガス導入管を兼ねる電極を挿入し、その電極に正の高電圧パルスのみを印加することにより、金属直管の内面に効率よく DLC コーティングする新しい技術を開発した。この方法で、内径3mm の金属直管の内面に DLC をコーティングすることに成功した。さらに、DLC 中

の Si 量や成膜時の試料温度等を変化させて、種々の試験を試みた結果、マグネシウム合金等の加工用金型への DLC コーティングに適した製膜条件を見出した。そして、その金型を用いた熱間押し出し加工を行った。  
研究テーマ：テーマ題目 1

#### 金属部材構造制御研究グループ (Structural Control of Metallic Component Materials Group)

研究グループ長：朝比奈 正

(中部センター)

##### 概要：

自動車用ポーラスアルミニウム材料の開発：アルミニウム系高空隙率材料が有する、超軽量であるばかりでなく、大きな衝撃エネルギー吸収性や小さな瞬間最大変形応力といった特性を生かし、実用自動車材料として確立していくためには、信頼性の向上が必須であり、そのための材料設計指針の明確化と評価技術の確立を進めた。アルミニウム製高空隙率材料の性能向上と信頼性確保のためには、機械的特性の向上をもたらす空隙構造の制御が不可欠であり、そのため構造と機械特性の相関を各種のモデル化実験、計算機シミュレーション及びポーラス構造の三次元評価を並行して進めることにより明らかにした。その結果、より微細、より一様、異形構造の排除（欠陥を排除した球形構造が望ましい）を行ったポーラス構造が、より高い特性を実現することが明らかとなった。

高度化する材料技術に対応できる高機能プロセス技術の検討：高度化する材料技術に対応できる次世代を担う萌芽的基礎研究として、生体での使用を指向したチタン系材料において、粉末のプロセッシング技術を開発することにより、界面制御層材料をコーティングする技術の実現化を図った。特に素地密着性の高い Ti-C 系や Ti-N 系耐食皮膜の形成条件の明確化を進める一方、静滴法によってアルゴン雰囲気中での熔融チタン材の表面張力や接触角を測定し、基本材料物性の整備に努めた。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 環境応答機能薄膜研究グループ (Energy Control Thin Film Group)

研究グループ長：田澤 真人

(中部センター)

##### 概要：

多層薄膜を利用した省エネルギー効果の大きい窓ガラス材料として調光ミラー及び高性能ヒートミラーの研究を行なった。マグネシウム・ニッケル系の調光ミラー薄膜の研究において耐久性を向上させたスイッチング材料を開発した。また、電気的にスイッチングが可能な調光ミラー素子の性能向上を行なった。サーモ

クロミック薄膜を用いた自律型調光材料の研究において、薄膜多層構造を最適化することによって性能向上を得た。これによって実用化を目的とした民間企業との共同研究の実施を可能にした。また、多層薄膜における界面制御法の研究において、パルスレーザーを用いた薄膜材料形成のメカニズムについて研究を進め、結晶欠陥の制御を行なった。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 木質材料組織制御研究グループ (Advanced Wood-based Material Technology Group)

研究グループ長：金山 公三

(中部センター)

##### 概要：

軟質で機械的強度が低いことや燃えやすいこと等を理由として利用範囲が限定されている木質材料に薬液を注入することによって強度や難燃性の向上をはかった。強度についてはフェノール樹脂溶液、難燃性についてはホウ酸系やリン酸系溶液を用いた。スギの細胞は直径が50 $\mu$ m程度、アスペクト比が100以上の細長い形状で、これが壁孔を介して連なっている。このような細長い管路の集合体である木材中への溶液の注入性向上に関しては、従来は現場の作業者の経験に頼っていた。当グループでは、非圧縮性かつ連続体の流体力学の問題として薬液注入現象を検討し、温度、圧力、管壁抵抗、縮管および拡管抵抗などの因子が薬液注入におよぼす影響を明らかにした。さらに、細胞中での流れの急変に伴うキャピテーションの発生が薬液注入の駆動力として有効なことを見出した。これらの流体力学的検討を踏まえ、フェノール樹脂溶液やホウ酸、リン酸溶液の注入を促進し、強度向上ならびに不燃木材製造を実現した。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### メソポーラスセラミックス研究グループ (Mesoporous Ceramics Group)

研究グループ長：田尻 耕治

(中部センター)

##### 概要：

研究目的：建物における、自律的調湿性・自律的環境維持性等の付与は、快適な住環境を維持しつつ省エネルギーを図る為に大いに効果があると考えられる。調湿材料・調環境材料等、主に建築用部材となる多孔質材料について、省エネルギー部材としての性能向上・製造コスト低減など応用の一層の促進を図るための研究を行う。また、同時に例えばヒートポンプ部材等として間接的に省エネルギーに貢献することを目標に、多孔質材料の機能や用途を拡大するための基礎技術の研究も行う。

研究手段、方法論：調湿材料については、高性能調

湿材料として期待されるイモゴライト、アロフェン等のアルミノケイ酸塩鉱物について、調湿特性の向上、ヒートポンプ等各種用途への応用拡大を目指し、合成条件と得られる構造・吸着特性との関係、表面修飾の研究を行った。また、調湿性能の試験方法の標準化に関する研究を行った。調湿環境材料については、住環境中などに存在する有害物質を除去・分解する用途を目的に、サイズ制御された金クラスター担持多孔質触媒の作製法を開発し、一酸化炭素酸化触媒活性に及ぼす金クラスターのサイズの影響を検討した。また、工業プロセスにおける排ガス浄化触媒開発について研究を継続した。その他多孔質材料の新規機能開発に関する研究として、燃料電池の性能・信頼性向上のため、電極等への応用を目指した無機酸化物多孔質体の研究、多孔質や超微粒子表面での新規化学反応プロセスや特異な物理過程についての研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目2

### セラミックス応用部材研究グループ

(Applied Technology with Traditional Ceramics Group)

研究グループ長：杉山 豊彦

(中部センター)

概要：

窯業、陶磁器に関して蓄積した研究手法やノウハウを活用して、省エネルギーに役立つ建築部材の技術開発を行なう。外壁や庭、屋上などに用いられるセラミックス製ブロック等に、保水性、透水性、断熱性、防音性などの機能を付与したセラミックス建材を開発する。同時に廃棄物リサイクルの活用のための技術開発を行なう。また、陶磁器製造技術、釉薬関連、データベース構築などの基礎研究および基盤技術の応用研究を行なう。平成16年度は、保水性を有する建材について、市販品の性能、規格などを調査するとともに、機能性設計方針を策定し、機能性評価方法の検討を行なった。また、廃棄物を多量に含有するリサイクルセラミックスによって保水機能を有する材質の開発試作を行なった。

研究テーマ：テーマ題目2

### 金属間化合物材料研究グループ

(Intermetallic Materials Group)

研究グループ長：橋本 等

(中部センター)

概要：

磁気センサーや高速駆動アクチュエータとして期待される磁気と温度で変態可能な強磁性形状記憶合金の開発を目的に、有力な候補である Fe-Ni-Ga 合金への Co 添加の影響を調査し、Ni を Co で置換した場合はマルテンサイト変態温度が低下するが、磁気変態温度は上昇し、Fe を Co で置換した場合は両変態温度

ともに増加することを確認した。高効率の Bi/Sb/Te 系熱電変換材料開発については、効率化に有効な超塑性押出における温度と熱電特性の関係を解析し、高温では押出後の結晶粒配向度が低下して熱電特性が低下することを確認した。省エネルギー型連続焼結技術の開発については、長尺棒材のち密焼結を目的に考案したトラベリングゾーンシンタリング装置により、ジルコニアなどの難加工材料に対してアスペクト比6.25以上の棒材を緻密焼結できることを実証した。鉛レス快削鋼開発のための Fe 基多元系熱力学データベース構築については、Fe-S 基合金中における Ti<sub>4</sub>C<sub>2</sub>S<sub>2</sub> の溶解度積を測定し、生成エネルギーを決定した。Fe-Nb-S 系での Fe 相と硫化物相の相平衡を測定し、FeS と NbS の2相分離を確認した。

研究テーマ：テーマ題目3

### 相制御材料研究グループ

(Phase Engineering for Advanced Materials Group)

研究グループ長：小林 慶三

(中部センター)

概要：

資源生産性に優れ、高い耐食性を有するが、高融点で活性なチタンに対して、さらに機能性を付与するため非溶解プロセスによる合金化技術について研究した。チタン、ジルコニウム、ニッケルを出発原料としたメカニカルアロイング法で少量のイットリウムを添加して合金化を行うと、アモルファス状態の粉末を合成することができた。この粉末を通電しながら加圧成形する“パルス通電焼結技術”により固化成形すると、準結晶相を多量に含む成形体を得ることができた。この準結晶相は水素を貯蔵することができ、少量添加したイットリウムが準結晶相の生成を抑制する酸素と結合するため、本プロセスでは多量の準結晶相を含む材料となることが明らかとなった。また、チタン、シリコン、鉄を出発原料とするメカニカルアロイング法でもアモルファス状態の粉末を合成でき、パルス通電焼結によりナノ結晶バルク材料を作製することができた。本合金はチタン含有量が80原子%以上であっても高硬度で高強度の材料になることを明らかにした。

チタンやステンレス鋼などの難削材を機械加工するため、硬質な粒子を金属で結合した複合材料の研究を行った。硬質な WC 粒子を鉄とアルミニウムからなる金属間化合物相で結合することにより、従来の超硬合金に比べて600℃以上での耐酸化性が著しく改善することを明らかにした。また、WC 粉末、Fe 粉末、Al 粉末を出発原料として WC-FeAl 超硬合金を合成した場合の反応経路を明らかにし、高強度化する技術を開発した。

研究テーマ：テーマ題目3

## 環境セラミックス研究グループ

(Ecological Ceramics Group)

研究グループ長：埜田 博史

(中部センター、瀬戸サイト)

## 概要：

太陽光などの無公害の光エネルギーを用いて有害化学物質を安全に分解・無害化する高機能性光触媒環境浄化材料とその性能評価法の開発を行い、環境浄化への応用を進めた。

酸化チタン光触媒はほぼすべての有害有機化学物質を分解・無害化することができるが、光のうち紫外線しか利用することができず、また、繊維や紙、プラスチックも分解するため、それらに使用することができなかつた。そこで、酸化チタンに窒素などを添加し光触媒粒子の表面に光触媒でないセラミックスを部分的に付けることで、紫外線だけでなく可視光で働き、繊維や紙、プラスチックを分解しない高性能の光触媒環境浄化材料を開発し、それを用いて抗菌、脱臭、空気浄化、防汚性などの機能を持つ壁紙を開発した。また、脱酸素機能を持ち、鮮度保持や品質保持に利用できるこれまでにない酸化チタン光触媒の開発を行った。そして、信頼性のある光触媒性能評価法、特に、水質浄化性能試験法の開発と JIS 及び ISO 原案の作成を進めた。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 電子セラミックス粉体研究グループ

(Electronic Ceramic Particles Group)

研究グループ長：後藤 昭博

(中部センター)

## 概要：

電子セラミックス製品等に使用されるセラミックス粉体の製造から成形・焼結プロセスに至るセラミックス粉体取り扱い技術に関して、資源・エネルギーの有限性に基づく持続的発展社会構築の観点に立った従来技術の見直し・技術課題の抽出・課題解決のための新規技術開発などに取り組んでいる。具体的には、半導体放熱用パッケージフィラーとして使用される窒化アルミニウム粉末の耐水化処理および高充填性球状粒子の開発；燃焼ガスの還元反応を利用した非酸化物セラミックスの革新的製造法でのバーナー開発と燃焼機構の解明；噴霧プロセスを利用する微粒子の形態制御技術の絹雲母粉末への適用とサンプル出荷の実証；電波吸収体の製作と評価技術ではフェライト、炭化珪素のゴム、プラスチック分散シートのミリ波吸収特性の測定；ナノレベル電子セラミックス低温形成と集積化技術 (NEDO プロジェクト) では使用される微粉末の調製方法およびエアロゾル化技術に関する研究開発を実施した。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 環境調和型材料連携研究体

(Collaborative Research Team for Environment-Conscious Material Technology in Kyushu)

連携研究体長：小川 一太郎

(九州センター)

## 概要：

環境調和型材料連携研究体では、独自に開発したセラミックス多孔体を用いることにより、光触媒の高効率化を行った。NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 等の大気汚染、SARS、鳥インフルエンザ対策、VOC 等のシックハウス症候群、産業廃液処理等、光触媒を用いた浄化装置や浄化システムの構築を行い、その成果を最終的には企業化し、環境浄化装置として広く世の中に普及させることを目標にした。また本分野に関係する産・官・学の研究者を組織して光触媒技術の現状と今後の動向に関する内外の情報の交換を行い、独自の研究成果の発表とピアレビューを積み重ねることによって、共同プロジェクトの提案に結びつけ、新産業創出を目指した。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 材料の組織・特性設計統合化システム開発連携研究体

(Collaborative Research Team for Development of Simulation System of Microstructure and Properties of Materials)

連携研究体長：及川 勝成 (東北センター)

## 概要：

鉄鋼材料中に生成する硫化物、炭硫化物の相平衡を計算するための熱力学データベースを構築することを目指して研究を行った。また、Co-Ni-Al 系 B2合金の線材及び板材を作製し、マイクロ組織制御による特性改善により飽和変位量の大きく、応答速度に優れた安価な固体アクチュエータ材料開発を進めた。

研究テーマ：テーマ題目 3

## [テーマ題目 1] 輸送機器軽量化に関する研究

[研究代表者] 鳥山 素弘 (サステナブルマテリアル研究部門長)

[研究担当者] 上野 英俊、山崎 淳一、佐藤 富雄、恒松 絹江、恒松 修二、三輪 謙治、安江 和夫、阪口 康司、田村 卓也、山田 康雄、下島 康嗣、伴野 巧、千野 靖正、細川 裕之、斎藤 尚文、今井 恒道、重松 一典、鈴木 一孝、渡津 章、池山 雅美、斎藤 和雄、増田 晴徳、中尾 節男、崔 竣豪、朝比奈 正、加藤 清隆、園田 勉、全 仁秀ほか (職員28名、他28名)

## [研究内容]

LCA 解析によれば自動車消費する全エネルギー (生産、使用、廃棄に要するエネルギー) の90%が走行

時に消費されるガソリン等の石油燃料に由来することから輸送機器の軽量化に焦点を当て、マグネシウム等の軽量金属を輸送機器の構造部材とするために必要な要素技術の開発を行う。また同時に、素材メーカー、素材製造機メーカー、自動車会社ならびに特殊技能を持つ中小企業と協力して、軽量金属部材を用いた軽量自動車を試作し、その省エネルギー効果を実証する。

その際のアウトカムとしては、乗用車の軽量化で1250万トンのCO<sub>2</sub>削減を図ることにより地球温暖化を阻止することを目指す。

また、研究方法としては、①耐熱Mg合金の開発、②マグネシウム合金の連続鋳造技術の開発、③セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化技術の開発、④塑性加工プロセスによるマグネシウム合金の部材化技術の開発、集合組織制御によるマグネシウム合金の面内異方性低減圧延技術の開発、高機能マグネシウム合金継手作製のための接合技術開発、⑤マグネシウム合金の耐食性向上のためのコーティング技術の開発、⑥自動車用軽量材料化を図るための材料技術の開発などを行う。

平成16年度の進捗状況は下記の通りである。

①AM60B合金において溶解・鋳造プロセスを改善した合金開発を行い、従来法に比べて150%の押し出し速度7m/minを得た。②連続鋳造機を中心とするミニプラントの設計・導入・立ち上げを行った。また、電磁振動プロセスによる金属ガラス創製技術の開発を行い、マグネシウム合金についてはより形成能を向上させる条件を求めると共に、他合金に対しても可能であることを明らかにした。③一方向凝固法により高アスペクト比の結晶粒を有するマグネシウム合金を作製した。また、結晶粒の形態を制御することにより、高温強度および常温強度が鋳放し材と比較して著しく向上することを確認し、それが粒界すべりの抑制に起因していることを明らかにした。④AZ91Dマグネシウム合金に対して母材強度の90%以上の継手強度を有する接合部材作製のための摩擦攪拌接合条件を導出した。また、摩擦攪拌現象を利用すると、AZ91Dの特性を向上させることが可能であることを明らかにした。⑤マグネシウム合金へのDLCコーティングを行い、前処理の最適化により、56時間の塩水噴霧試験後も表面がほとんど荒れないコーティング条件を見出した。⑥ポーラス構造を形成する数多くのパラメータを整理し、構造を制御したモデルの創製とその評価により、開発すべき構造体の指針を得た。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】軽量合金、マグネシウム、耐熱合金、塑性加工

【テーマ題目2】省エネルギー型建築部材の開発に関する研究

【研究代表者】鳥山 素弘（サステナブルマテリアル研

究部門）

【研究担当者】田澤 真人、金 平、楠森 毅、山田 保誠、岡田 昌久、金山 公三、小畑 良洋、湯口 宣明、田尻 耕治、大橋 文彦、前田 雅喜、増田 浩之、尾崎 利彦、堀内 達郎、多井 豊、山口 渡、富田 衷子、犬飼 恵一、杉山 豊彦、長江 肇、中野 研一、鈴木 和夫ほか（職員22名、他40名）

【研究内容】

民生部門のエネルギー消費の内30%が空調に関わるものであることから、窓、壁、屋根等の高断熱化や調湿機能等の付与による省エネルギー化に係る部材技術を開発すると共に、生活者の感性おもパラメータとして取り入れた熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

そのアウトカムとしては、2010年までに、以下の省エネルギー型建築部材の導入により、CO<sub>2</sub>を15万トン（炭素換算）削減することを目指す。（Case1：現状ベース）または、2010年までに、以下の省エネルギー型建築部材の導入により、CO<sub>2</sub>を30万トン（炭素換算）削減する。（Case2：2007年に法的規制が強化、税制優遇措置がとられた場合）また、具体的手法としては、①省エネルギー型窓ガラスの研究、②木質サッシの研究、③メソポーラス材料（調湿材料・調環境材料等）の研究、④廃棄物利用建築部材の研究、⑤省エネルギー効果の評価、を行う。

平成16年度の進捗状況は下記の通りである。

①省エネルギー型窓ガラスの研究では、調光ミラーに関しては、全固体型のデバイスを開発した。また、保護膜をつけることで、500回以上スイッチングできる材料を開発した。サーモクロミック薄膜については、太陽光の調光率を向上させることのできる多層薄膜構造を見出し、これにより太陽調光率を55%まで向上した。高性能ヒートミラーについては、多層薄膜の構造を制御して、酸化チタン薄膜の厚さが40nmでも光触媒特性を持つ材料を開発した。②木質サッシの研究では、単板（厚さ3mm程度の薄い板）を素材とすることにより、従来の1/6の価格でJISの難燃1級（不燃木材）の製造が可能となった。③メソポーラス材料の研究では、調湿材料系については、運転負荷を軽減しつつも快適な温湿度環境を実現する能力の判断に適した性能評価試験の温湿度条件を確立した。無機ナノカプセル・ナノチューブの表面親和性改質に成功し、ガス吸着能力を制御することが可能となった。新規触媒系材料については、金クラスターをシリカエアロゲルに担持した材料を作製し、一酸化炭素の酸化反応について従来報告されている最高値と同等の性能が得られた。④廃棄物利用建築部材の研究では、無機系廃棄物の含有量が80-100%のサンプルを作製し、焼成温度を従来の1150℃から950℃に低下させる

ことに成功した。⑤省エネルギー効果の評価では、材料研究者に、建築系専門家及び人間工学の研究者を交えた新しい研究会（環境ハーモニック建築部材研究会）を発足させ、省エネルギー性能の新規な評価方法に係わる検討を始めた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 調光窓材料、ヒートミラー、木質窓サッシ、調湿材料、保水性舗装材料

### 【テーマ題目3】 機能部材の開発に関する研究

【研究代表者】 鳥山 素弘（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 橋本 等、多田 周二、孫 正明、及川 勝成、小林 慶三、尾崎 公洋、西尾 敏幸、松本 章宏、埴田 博史、渡辺 栄次、田中 一彦、深谷 光春、後藤 昭博、佐野 三郎、高尾 泰正、川上 省二、楠本 慶二、小川 一太郎、木村 邦夫、谷 英治、坂上 作光、松本 シロウ、熊谷 年男ほか  
（職員23名、他16名）

#### 【研究内容】

機能材料の高性能化・小型化による省資源・省エネルギー部材の基盤的な研究を行う。その中で、金属系では熱を電気あるいは力に変えるエネルギー変換部材を開発する。また、セラミックス系では無鉛化を目指す圧電素子材料の探索と部材化技術の開発を行う。さらに光触媒の高機能化に関する研究および標準化を行う。

金属系では資源生産性の高い材料で、p-n 接合した熱電素子および高速応答の形状記憶部材を試作した。セラミックス系では鉛を含まないニオブ系の素材を中心として、材料組成の探索、性能評価を行った。また、脱酸素機能を有する酸化チタン光触媒の開発を行った。さらに、水質浄化性能試験法の開発と JIS 及び ISO 原案の作成を進めた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金属セラミックス、熱電変換材料、形状記憶合金、光触媒、無鉛圧電材料

## ⑩【地質情報研究部門】

(Institute of Geology and Geoinformation)

(存続期間：2004. 5. 1. ～)

研究部門長：富樫 茂子

副研究部門長：宮崎 光旗、宇都 浩三

総括研究員：久保 和也、西村 昭、湯浅 真人

部門 付：鹿野 和彦、中島 隆

所在地：つくば市東1-1-1 中央第7

人員：122 (119) 名

経 費：1,067,827千円 (789,847千円)

概 要：

### 1. 研究目的

日本は、四方を海に囲まれ、大地震や火山噴火が頻発する数少ない先進国である。私たちが暮らし、産業活動をしている地球の環境を守り、地質災害による被害を少なくするためには、まず、足もとの大地の様子と成り立ちをよく知るための地球システムの深い理解が必要である。どこまで地球のことを理解することができたかによって、将来起きることの予測の精度が決まり、これに応じた対策をとることができる。

地質情報研究部門は、国の「地質の調査」を所掌する総合研究組織の一つとして、長期的視点にたち、陸と海の研究を一元的に実施する。これらを通じて、関連するユニットとともに、地質調査総合センターとして信頼性の高い地質情報の知的基盤を構築し発信する。知的基盤構築・発信及びその基礎基盤やフロンティアとなる研究については、部門全体で取り組む。同時に、人類と地球が共生し、安心・安全で質の高い生活と持続可能な社会の実現に向けて、以下の課題に本格研究として重点的かつ戦略的に取り組む。

### 2. 重点課題

地質情報研究部門は産総研の社会基盤（地質）・海洋分野の中核ユニットとして、以下の重点課題を推進する。今回の再編に伴い新たな重点課題として、総人口の半数に及ぶ人々が居住し経済活動の8割が集中する都市沿岸域の地質災害軽減と環境保全に資する研究、2009年に国連への報告書提出が必要な大陸棚調査及び衛星画像情報の整備と地質情報の統合を掲げ、国土の地質情報を取得・整備すると共に、理論モデル構築による的確な将来予測の実現を目指して、社会の要請に応える。

#### 1) 島弧海洋地質情報：

地質情報の整備統合と活用：国土基本情報としての陸域と海域の島弧地質と知的基盤整備及び高度で多様な地質情報の整備・発信と標準化研究

大陸棚調査：大陸棚画定の科学的根拠提示のための地質調査研究

衛星画像情報：衛星画像情報の整備と地質情報の統合のための研究

#### 2) 地震・火山：地震・火山噴火などの地質災害の軽減に資する研究

#### 3) 都市沿岸域：産業立地基盤としての都市及び沿岸域の地質災害軽減と環境保全に資する総合的な研究

### 3. 内外との連携

社会の要請に積極的に応えるために、発信する地

質情報の信頼性の確保と利便性の向上を図り、国・自治体・産業界との連携を強化して、専門家集団としての提言などを行う。

他の関連ユニットとの連携を強め、産総研における地質調査総合センター（GSJ）としての機能を十分に果たす中核を担うとともに、産総研内外の連携を推進する。総合科学技術会議などの日本の科学技術政策の中で、産総研地質調査総合センターの果たすべき役割について検討し、必要な働きかけを行う。

研究によって形作られる地質情報はもちろんのこと、地球を理解する科学技術は、地質学的にも関連の深いアジアをはじめとする世界にとって共通の財産であり、地質情報研究部門は国際地球惑星年（2005-2007）や CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）等の国際組織や IODP（統合国際深海掘削計画）、ICDP（国際陸上科学掘削計画）などの国際プロジェクトを通じて世界に貢献する。また、地震・火山噴火・地すべりなどの緊急課題についても、地質調査総合センターとして迅速に取り組む。

#### 4. 再編への対応と中期計画の実施体制

年度途中の5月の部門再編によるスタートであったので、11月にグループの大幅な再編成を実施した。再編前の26研究グループは、3つの重点課題を軸とした19研究グループと1連携研究体として第2期の取り組みにむけた体制を整えた。一方、年度計画の実行に当たっては、第1期中期計画の最終年度であったので、着実に研究活動に取り組んで、第1期中期計画の目標達成を最優先とし、旧部門において既定の16年度計画を着実に実行した。部門の研究活動は、これまでの長い経験によって機動性と柔軟性が証明されているマトリックス方式をとる。すなわち、組織上のグループの活動を縦軸にし、産総研の他のユニットや、所外の研究者やグループまでも含むテーマ（重点課題、知的基盤構築・発信、基礎基盤研究、各種プロジェクト）を横軸にして活動する。部門全体のコミュニケーションを促進する。

再編の母体となった部門及び研究グループ 平成16年4月時点の名称

##### 海洋資源環境研究部門

（海底系資源・環境 RG、海洋地球変動 RG、沿岸環境保全 RG、生態系環境修復創造 RG、海洋地質 RG、海洋地球物理 RG、海洋動態モニタリング RG）

##### 地球科学情報研究部門

（堆積層序システム RG、複合構造システム RG、火山複合システム RG、深成変成システム RG、地質統合 RG、複合年代層序 RG、地球物理情報 RG、地殻構造 RG、地球化学 RG、微小領域同位体 RG、地震地下水 RG、地震発生過程 RG、実験地震学 RG、火山活動 RG、マグマ活動 RG、アジア地圏情報 RG、

情報解析 RG、地質リモートセンシング RG、地質標本 RG）

##### 外部資金：

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「日本沿岸海域地球化学図による有害元素等のバックグラウンドと環境汚染評価」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「現場調査用高感度蛍光 X 線分析装置の開発に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「サンゴ年輪気候学に基づく、アジアモンスーン域における海水温上昇の解析に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）「保存すべきサンゴ礁の水質・光環境条件に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）「サンゴ礁の海水流動と懸濁物の挙動に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）「二酸化炭素収支のモデルによる予測のための情報基盤整備」

文部科学省 総合研究「海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する共同研究(1)」

文部科学省 総合研究「雲仙火山：科学掘削による噴火機構とマグマ活動解明のための国際共同研究」

文部科学省 科学技術振興調整費（緊急研究）「平成16年（2004年）新潟県中越地震に関する緊急研究」

文部科学省 科学技術振興調整費（緊急研究）「スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急調査研究－震源近傍における海底調査／海底変動地殻調査」

文部科学省 科学技術総合研究委託費「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究 予測のための伝播経路特性・サイト特性のモデル化 反射法記録による速度構造のモデル化手法」

東京地学会 平成16年度研究・調査助成金「千島海溝において周期的に発生する巨大地震津波イベントの発生年代と再来間隔特定」

浜中町霧多布湿原センター 平成16年度霧多布湿原学術研究助成「霧多布湿原に記録された津波遡上履歴と遡上規模の解明」

社団法人東京地学協会 平成16年度研究・調査助成金「北部フォッサマグナ西縁、大峰帯に分布する前期更新世火砕流堆積物の放射年代測定」

文部科学省 科学研究費補助金「海洋性島弧火山におけるマグマの地殻内移動プロセスとその島弧地殻形成への寄与の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「古気候変動・地球軌道要素変動に起因する古地磁気変動の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「浮遊性有孔虫殻の安定同位体と微量化学成分のグローバルマッピングと古海洋への応用」

文部科学省 科学研究費補助金「サンゴ礁－海草藻場－マングローブ林から構成される複合生態系における環境動態の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「完新世における琵琶湖水位変動の復元」

文部科学省 科学研究費補助金「堆積物による地磁気エクスカージョンの詳細な研究」

文部科学省 科学研究費補助金「大規模波動によって生じる土砂移動の現地調査と水理実験に基づく検証」

文部科学省 科学研究費補助金「サンゴ白化現象に伴う骨格記録の解析と過去の高水温イベントに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「古海洋環境変遷に関連した円石藻（石灰質ナノ化石）の化石化過程の研究」

経済産業省 地球環境遠隔探査技術等調査研究委託費「将来型衛星による災害監視情報の高度複合システムに関する研究」

宍道湖漁業共同組合「ワカサギ越夏にかかわる水質環境について」

独立行政法人水産総合研究センター「平成16年度生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査委託事業に関わる「アマモ場の生態特性の把握」

三重県 「英虞湾における海洋鉛直微細構造の研究」

財団法人データベース振興センター「G-XML 技術を用いた電子地質図の高度利用化の研究開発」

独立行政法人防災科学技術研究所「大深度ボーリング試料による地質年代調査大深度ボーリング試料による地質年代調査」

国立大学法人岡山大学「固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち埋立処分に伴う溶出実験による安全性等」

経済産業省 試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「瀬戸内海の高砂利資源採取による広域的環境影響評価と管理に関する研究」

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）「東シナ海陸棚域の堆積物による過去50年間の長江経由土砂供給量の長期変動に関する研究」

日油技研工業株式会社 民間受託費「深海底原位置測定システムに関する調査研究」

経済産業省 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「高炉スラグを利用した海砂代替人工砂（エコサンド）製造技術の開発」

経済産業省 原子力安全基盤調査研究委託費・総合的評価費・活断層等調査費・地下地質調査費「活断層等周辺地下地質調査に関する研究」

発表：誌上発表182件、口頭発表607件、その他247件

#### 沿岸都市地質研究グループ

(Coastal and Urban Geology Research Group)

研究グループ長：齋藤 文紀

(つくば中央第7)

#### 概要：

日本周辺及びアジア・太平洋地域の湖沼や汽水域を含む沿岸域において、地球科学的手法を用いて、基本地質・沿岸環境情報に関するデータベースの構築、沿岸環境のモニタリングや評価を行うための機器開発や環境評価の指標開発などを行い、沿岸域の持続可能な発展や生活環境の保全と防災のために貢献することを任務とする。特に、地質分野重点課題の都市地質プロジェクトの一端を担い、大都市圏が位置する沖積低地に関する地下地質・環境の高精度な調査・研究を実施し、都市の防災・環境保全・土地利用に資する地質データベースの整備を行う。また、経済成長が大きく、人口密集地帯である東南アジアから東アジア沿岸域の

保全と防災に資するため、これらの地域を対象に、CCOP や IGCP 等の国際プロジェクトと連携・主導し、現地研究機関と共同で研究を実施する。なお、同グループは、5月1日の組織改編によって地質情報部門に新たに創られた都市地質研究グループと、海洋資源環境研究部門の環境保全研究グループから改名した沿岸地質研究グループの、2つのグループから11月1日の組織改編に伴って創られた。平成16年度は、分野戦略実現のための予算「大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究」の中核として推進するとともに、環境省予算、科学研究費補助金、その他の外部予算により、日本及びアジア沿岸域の環境変遷、人間活動の影響、環境保全、平野地質情報、津波などの防災関連研究を推進した。また交付金内部グラントなどにより、沿岸域の地層探査機器開発などの研究を行った。またアジアデルタプロジェクトにおいて、CCOP や IGCP のプロジェクトの国際集会を開催するとともに、ベトナムとカンボジアとの2国間共同研究を推進した。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 沿岸海洋研究グループ

(Coastal Environment and Monitoring Research Group)

研究グループ長：星加 章

(中国センター)

概要：

本研究グループは、疲弊した沿岸生態系を再生し、持続的な利活用が可能な活動空間を取り戻すため、沿岸域の水質改善や沿岸生態系の回復を目指す技術の開発及び実用化支援、沿岸海域の環境保全及び調査・観測・解析研究とそれに必要な技術開発、生態系を含む場の特性とその時間的変遷の解明等を行う。また、公開可能な調査・観測データ等をデータベース化し、インターネット等で広く社会に提供する。

H16年度は、藻場の維持・保全に関する研究、沿岸生物生息場の物理環境、生息要因のモニタリング・評価技術の高度化、海砂利採取による環境影響評価の研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目 4、

#### 物質循環研究グループ

(Biogeochemical Cycles Research Group)

研究グループ長：川幡 穂高

(つくば中央第7)

概要：

温暖化した将来の地球環境を考えるため、人為的な影響のない自然状態の環境変動要因とその変動幅を明確にすることが本グループの研究目的である。そのた

め、地球化学的及び古生物学的手法を用いて将来の海洋環境の予測手法を開発し、二酸化炭素の海洋隔離技術の妥当性に関する解析を行う。特に、一次生産、水温等の海洋環境予測手法の開発を行い、後期第四紀における高時間解像度による古環境解析を実施する。また、沿岸域では西太平洋低緯度域を対象として、サンゴ骨格を用いて現代と完新世における水温の復元を行い海洋環境解析手法の開発を行う。さらに、外洋域では、北太平洋全域を対象として海水循環や生物生産に関係した海洋環境変動について解析及びまとめを行うとともに日本周辺の西太平洋を中心として定量的な環境復元を行い、将来の地球温暖化予測手法の高度化技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目 5

#### 地球化学研究グループ

(Geochemistry Group)

研究グループ長：今井 登

(つくば中央第7)

概要：

地球化学情報の集積・活用と高度な分析技術の開発を目的とし、地球化学図作成、地球化学標準試料、地球化学情報のデータベース化、これらに必要な高度な分析技術の開発を行った。最近の環境汚染に対する関心の高まりを受けて、全国及び都市周辺の地球化学図を作成し地球化学図を利用した有害元素等のバックグラウンド値の評価を行うとともに、岩石標準試料の整備とデータベース化、標準値の設定を行った。

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8

#### 地震地下水研究グループ

(Tectono-Hydrology Research Group)

研究グループ長：小泉 尚嗣

(つくば中央第7)

概要：

国の地震予知事業及び地震調査研究業務を分担し、地殻活動と地下水変動の関係を解明するために、地下水等の観測・研究業務を行っており、地震及び火山活動に関連する地下水変化における日本の中核的研究グループである。東海・近畿地域を中心に、全国に40以上の観測井を展開し、地下水の水位・自噴量・水温・水質・ラドン濃度等の観測とともに、一部の観測点では、歪・GPS・傾斜計等による地殻変動の同時観測も行っている。これは、地震予知研究のための地下水観測網としては質・量において世界有数のものである。観測データは電話回線や携帯電話等を通じて当グループに送信され(一部重要データは気象庁にもリアルタイムで送られて東海地震予知のための監視データとなっていて)、地下水等の変動メカニズム解明のための

研究が行われている。観測結果は、解析手法とともにホームページを通じてデータベースとして公開しており (<http://www.aist.go.jp/RIODB/gxwell/GSJ/index.shtml>)、地震防災対策強化地域判定会（東海地震の予知判定を行う気象庁長官の諮問機関）・地震予知連絡会・地震調査委員会（地震調査研究推進本部）に定期的にデータを報告・説明している。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目11、テーマ題目7

#### 地震発生機構研究グループ

(Earthquake Process Research Group)

研究グループ長：桑原 保人

(つくば中央第7)

概要：

本研究グループは平成16年11月より、地震発生過程研究グループと実験地震学研究グループが統合され、新グループとして発足した。地震被害軽減のため、地震発生から強震動生成までの各過程において、活断層深部で起こる現象の現実的なモデルを作成することを目的に研究を行っている。地震調査研究推進本部、測地学審議会の建議の指針に基づいた国の地震調査研究の一翼を担っており、グループの成果は国の地震調査、観測にフィードバックされる。地質学、地球物理学、地震学の各分野の研究者の融合により、新しい観点からの地震発生予測手法の開発を目指している。活断層深部構造解明のための地震学的、地球物理学的構造調査、断層破砕帯の変形過程解明のための詳細な地質学的調査、地殻深部の高温高圧環境を実現できる世界有数の実験装置を使用した変形・破壊実験等を行っている。

研究テーマ：テーマ題目9

#### 地殻構造研究グループ

(Tectonophysics Group)

研究グループ長：山口 和雄

(つくば中央第7)

概要：

本グループの重要課題として、強震動予測研究のために必要とされる地下深部から基盤に到るまでのS波速度構造の探査・解析手法の確立を行い、大都市圏精密基盤構造図作成に向けた仕様の検討・データの収集を行う。これら重要課題を支える根幹としての基礎研究・データ取得を充実させる。特に地下深部の不均質構造探査をキーワードとして、種々の探査手法を組み合わせて不均質構造の相互関係などを検討する。また研究を世界レベルに保つよう努め、国内外で共同研究・協力を実施し、国・自治体・学会等にも貢献する。

研究テーマ：テーマ題目9

#### 火山活動研究グループ

(Volcanic Activity Research Group)

研究グループ長：中野 俊

(つくば中央第7)

概要：

中期的な噴火予測のため、活動的火山の噴火履歴・成長史を解明し、将来の活動様式・時期を予測するとともに、火山地質図を作成する。また、長期的な火山活動場変遷の規則性を明らかにするために、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究を実施する。また、火山噴火あるいは火山活動時においては、社会的要請に応えるための組織的かつ機動的な緊急調査を実施する。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目22

#### マグマ活動研究グループ

(Magmatic Activity Research Group)

研究グループ長：篠原 宏志

(つくば中央第7)

概要：

短期的火山噴火予知・活動推移予測の基礎となる、噴火機構・マグマ供給系の物理化学モデルの構築を目指し、マグマ系における化学反応・力學過程などの素過程の実験・理論的研究と活動的火山の観測・調査に基づくマグマ活動の把握及びモデル構築を行う。具体的には、火山ガス放出量・組成観測、放熱量観測、地殻変動観測など活火山の観測研究と、メルト包有物や斑晶組織・組成の解析によるマグマの性質と進化の研究、地質調査に基づく岩脈貫入や噴火時系列の解析、高温高圧実験やアナログ物質を用いた模擬実験などによる素過程の解析などを実施する。研究成果は火山噴火予知連にも報告され、火山活動の評価などの基礎資料としても用いられる。

研究テーマ：テーマ題目11

#### マグマ熱水系研究グループ

(Magma-Hydrothermal Systems Research Group)

研究グループ長：森下 祐一

(つくば中央第7)

概要：

地質現象を支配するマイクロなプロセスの解明には、微小領域の同位体比分析が不可欠である。当研究グループでは、二次イオン質量分析法(SIMS)を用いた鉱物の微小領域精密同位体分析法の開発を進め、その他の分析手法も用いて、火山活動や鉱床生成に関連したマグマ熱水系の研究や地球環境変遷の解読、更には惑星集積進化に関する研究など、地球科学における重要な研究課題の中でも、空間分解能が低い等の測定法の制約により従来研究が進まなかった未踏課題の解明を行なう。

火山の噴火メカニズム研究や鉱物資源探査等の社会的に重要な課題を見据えつつ、基礎的研究の成果に基づき知的基盤を構築する。また、高感度・高質量分解能の大型 SIMS に関する共通の研究手法を基盤として幅広い分野の課題に対応し、分野横断的な研究を目指す。

研究テーマ：テーマ題目12

**海底系地球科学研究グループ**  
(Seafloor Geoscience Group)  
研究グループ長：飯笹 幸吉

(つくば中央第7)

概要：

海底系の資源形成や地球環境影響等に関わる重金属元素等の挙動・循環の実態・過程を解明することを長期目標とし、本年度は主に北西太平洋海域の海洋資源・地質情報の整備を含め、1) 現世熱水起源金属沈殿物、形成機構等の把握、2) 海底系の流体挙動の定量評価手法確立のための現場データの取得と解析、3) 海底熱水系における生物・地質相互作用、4) 海底資源の評価手法の開発及び環境負荷実験データ解析等を進める。さらに、5) 大陸棚画定調査に関わる科学報告書等の作成に協力する。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目17

**海洋地質研究グループ**  
(Marine Geology Research Group)  
研究グループ長：池原 研

(つくば中央第7)

概要：

日本周辺海域の海洋地質情報を整備公開すると共に、それらデータを基に日本周辺海域の活断層評価、古環境変動の解明、地質構造発達の解明を行うことを目的とする。第2白嶺丸を用いた音波探査、採取堆積物及び岩石を基本データとし、それらの解析によって海洋地質図及び表層堆積図を出版、インターネットでのデータ公開も進めている。さらに日本海東縁及び南海トラフ、千島海溝沿いの地震発生頻度を推定するために、既存データに加え、他機関データや調査船等を活用し、地震性堆積物の採取と年代測定を進めると共に、地質構造の定量的解析を行う。日本海などの古環境変動の研究では、他機関の柱状堆積物試料を用いて、岩相、微化石、化学組成などの解析を進める。

海底地質調査では、根室・日高沖海域調査を実施し、地球物理探査測線（音波探査、重力・磁力探査）約4855km、グラブ採泥87点、大口径グラビティコアラー採泥8点、ピストンコアラー4点、ロックコアラー採泥6点、プランクトンネット1点を実施し、地質調査速報として出版した。また、石狩湾表層堆積図、石狩湾

海底地質図、北見大和堆表層堆積図の原稿を完成させた。

海域活断層研究では、日本海の完新世堆積速度の解明と、千島海溝及び南海トラフ沿いにおける海底の地震性堆積物による地震発生履歴の解明を行った。2004年12月に発生したスマトラ沖地震では、「なつしま」による調査航海に参加し、震源近傍域の海底地質構造と海底表層の堆積・変形構造の解析を行い、地震による海底表面の破壊現象を確認した。

研究テーマ：テーマ題目18、テーマ題目19

**地球変動史研究グループ**  
(Paleogeodynamics Research Group)

研究グループ長：山崎 俊嗣

(つくば中央第7)

概要：

古地磁気層序、岩石磁気層序及び微化石層序学的研究を統合した高分解能年代スケールを基盤とし、海陸の地質及び地球物理学的情報を融合して、地質学的時間スケールの地球システム変動及びテクトニクスを解明することを目的とする。これにより、地球科学図、環境変動、地質災害、地質標準など当部門のミッション達成に貢献する。

統合高分解能タイムスケールに関する研究を主として運営費交付金を用いて実施するとともに、大深度ボーリング試料による地質年代調査（委託研究）に応用した。古地磁気研究については、主として科学研究費補助金による2つの課題を実施した。また、科学技術振興調整費総合研究課題の一部として、高解像度海底画像マッピングの研究を行った。さらに、5万分の1、20万分の1地質図幅の作成と、海洋地質図の付図としての重力・地磁気異常図の作成を担当した。

研究テーマ：テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目20、テーマ題目21、テーマ題目22

**島弧堆積盆研究グループ**  
(Sedimentary Basin Research Group)

研究グループ長：尾崎 正紀

(つくば中央第7)

概要：

部門の重点研究課題である陸域地質図プロジェクト（地質図の研究）のコアグループとして、旧堆積層序研究グループを中心に11月に新たに構成されたグループである。日本の活動的な堆積盆とその周辺の重複変形域を主な研究対象とし、地質の実態把握と形成プロセスの総合的な理解に努め、地質災害の軽減・産業立地・環境保全に寄与する地質情報を提供する。島弧複合地質・統合地質情報・火山活動・沿岸都市の各研究グループ等と密接に連携し、陸域地質図プロジェクトを始め都市地質プロジェクト等の研究を推進するほか、

活断層研究センターの研究テーマや地震災害時の緊急野外調査なども担う。研究成果は、論文・地質図幅・データベース・普及広報活動を通して積極的に社会に発信する。

研究テーマ：テーマ題目22、テーマ題目23、テーマ題目24

### 島弧複合地質研究グループ

(Orogenic Process Research Group)

研究グループ長：宮崎 一博

(つくば中央第7)

概要：

活動的島弧の長期的挙動及び安定性を解明するために島弧複合地質の研究を行う。島弧複合地質の研究では、付加体及びこれに関連する地質体・変成帯・深成岩体を研究対象とし、その形成において本質的な前弧域-海溝付近での堆積及び付加作用、沈み込み帯中-深部での付加・変形・変成作用、島弧地殻中-深部での変形・変成・深成作用などの複合的地質過程の系統的な調査・研究を行う。また、国土の基本地質情報整備のために部門重点課題として実行される陸域地質図プロジェクトに、その中核研究グループとして参画する。陸域地質図プロジェクトにおいては、島弧複合地質の研究成果及び既存の地質体形成過程に関する知見を融合・適合することにより高精度の地質図の作成を行う。研究成果は論文・地質図・データベースなどを通じて公表する。

研究テーマ：テーマ題目22、テーマ題目23、テーマ題目24

### 統合地質情報研究グループ

(Integrated Geoinformation Research Group)

研究グループ長：脇田 浩二

(つくば中央第7)

概要：

統一した凡例で作成した日本シームレス地質図をベースに、20万分の1縮尺の地質図・地球物理図・地球化学図からなる統合データベースの構築を目指す。また、5万分の1縮尺の数値地質図データベースの構築のための基礎研究を実施する。これらの数値地質情報を利用した社会に役立つ情報を創出するとともに、地質情報の分かりやすい発信のための技術開発を行う。さらに野外調査を基礎として、アジアの地質に関する研究・情報整備・解析を行う。

研究テーマ：テーマ題目25、テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目28

### 地球物理情報研究グループ

(Geophysical Mapping Research Group)

研究グループ長：大熊 茂雄

(つくば中央第7)

概要：

知的基盤情報課題として、全国規模の地球物理データを統一的なデータ取得・処理により収集・蓄積し、各種地球物理図の編集・出版と地球物理データベースの構築・公開を行う。技術開発課題として、火山災害軽減研究のため、空中磁気探査の機器開発と山体安定性評価手法の確立を行う。これら重要課題を支える根幹としての基礎研究・データ取得を充実させる。また研究を世界レベルに保つよう努め、国内外で共同研究・協力を実施し、国・自治体・学会等にも貢献する。地球科学情報の高度化・総合化に関する研究を分担し、研究目標達成のために、日本及び周辺地域の統合地球科学データベースのモデルの構築・公表、その高度化研究、数理地質学・統計学的な情報処理研究、地球科学情報収集・利用技術に係わる研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目29、テーマ題目30、テーマ題目31

### 地質リモートセンシング研究グループ

(Geologic Remote Sensing Research Group)

研究グループ長：佐藤 功

(つくば中央第7)

概要：

衛星データを活用し、地球科学情報の創出ならびに知的基盤情報の拡充を通じて、国土の有効利用及び地質災害の軽減を研究目的として、地質リモートセンシングの研究を実施する。新たな地質情報基盤の拡充を目指した火山衛星画像データベースの構築ならびに地盤変動図の作成に関する研究など、防災上欠かせない情報の提供に貢献する。

研究テーマ：研究題目32

### 地質標本研究グループ

(Mineralogy and Paleontology Research Group)

研究グループ長：利光 誠一

(つくば中央第7)

概要：

広報部地質標本館を学術面から支援する研究グループである。長年の調査・研究により収集されてきた地質標本館登録の多様な地質標本について、地質年代と古環境の標準的指標を導き、地球構成物質の多様性を解明する地球科学的研究を行っている。これにより、経済産業省及び産業技術総合研究所のミッションのひとつである「地質の調査」における基礎的・基盤的データを提供する。また、地球科学的諸計測のための標準岩石試料の開発をめざす。

研究テーマ：テーマ題目33、テーマ題目34、テーマ題目35、テーマ題目36

## 瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Eco-technology of Seto Inland Sea)

研究体長：星加 章

(中国センター)

## 概要：

瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体として、経済産業局や地域行政機関とも密接に連携を取りながら、大学や企業等との連携により沿岸海域の環境修復技術の開発及びその技術支援を目指す。また、公開可能な調査・観測データ等をデータベース化し、インターネット等で広く社会に提供する。

H16年度は、停滞性の強い内湾奥部の水質・底質を改善し環境修復する要素技術について研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目38、テーマ題目39

【テーマ題目1】アジアの海岸沿岸地域における基礎地質情報と環境保全に関する研究

【研究代表者】齋藤 文紀

【研究担当者】齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨、木下 泰正  
(職員5名、他1名)

## 【研究内容】

東南アジアから東アジア沿岸域の保全と防災に資するため、これらの地域を対象に、CCOP-DelSEA プロジェクト「東南アジアと東アジアのデルタにおける統合的地質アセスメント研究」と地質科学国際共同研究(IGCP)-475「モンスーンアジア太平洋地域のデルタ」プロジェクトを推進するとともに、関係国と連携して国際共同研究を遂行し、海岸沿岸域における基礎地質情報の収集と解析を行う。平成16年度は、IGCP-475の第2回年会とCCOP-DelSEA プロジェクトの第1回会合を平成17年1月にベトナムホーチミン市で合同開催し、22ヶ国から約100名の参加があった。また、平成16年から開始したカンボジア総合鉱物資源局とのカンボジア低地の地質に関する共同研究に関連して、プノンペン周辺低地での地質調査を遂行するとともに、ベトナム科学技術院とのメコンデルタの共同研究の協議を開始した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】アジア、デルタ、沿岸、平野、地球環境

【テーマ題目2】藻場の保全と造成に関する研究（運営費交付金、資金提供型共同研究）

【研究代表者】星加 章

【研究担当者】星加 章、谷本 照巳、高杉 由夫  
(職員3名、他1名)

## 【研究内容】

アマモ場の保全と造成のための要素技術について検討した。海砂に替わる人工アマモ場基盤材として高炉スラグの適応性を調べるため、広島県三津口湾に高炉スラグ

を主体基盤とする人工アマモ場を施工し、移植されたアマモの株数、葉長、試験基盤の粒度組成、有機物含量、栄養塩および底生生物等をモニタリングした。各試験区におけるアマモ生育と基盤性状の違いとその変化過程の結果から、高炉スラグがアマモ着生砂として適用できると考えられた。アマモ播種体について、アルギン酸を主体に砂とアマモ種子の混合した流失抑止機能を有する播種体を作成し、効果検証のため三津口湾において播種実験を行った。アマモ遺伝子に配慮した造成の指針のため、瀬戸内海全域を対象に風の影響を考慮した粒子輸送シミュレーション解析を行い、瀬戸内海全域におけるアマモ種子輸送経路の概要を明らかにした。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】アマモ場造成、高炉スラグ、播種

【テーマ題目3】沿岸生物および物理環境のモニタリングと評価（運営費交付金）

【研究代表者】星加 章

【研究担当者】星加 章、高杉 由夫、湯浅 一郎、橋本 英資（職員4名、他1名）

## 【研究内容】

海田湾に設置された海上浮体実験室において水質等の長期環境モニタリングを実施した。海中散乱強度の測定結果は、河川出水時に海中散乱強度の変動は、濁度よりも大きな変動を示した。これは、ゴミ等が河川から流出する影響を受けていると考えられる。夏季において、濁度はクロロフィル濃度と同じ変動を示すので、クロロフィル濃度が低い場合には、濁度を海中散乱強度から推定できることがわかった。

海岸生物の長期変遷の要因を把握し、沿岸生態系の健全性を維持する方策を見いだすために、呉周辺の海岸生物についてベルトトランセクト法、及び個体数を計測する水平モニタリングによる調査を継続した。2004年は7月30日から8月3日の呉周辺の5定点、宇品、似島、竹原など8点で生物調査を行った。呉周辺では1990年代半ばから種類数がやや増加しているが、本年は、カメノテが見つからない宇品、似島など広島湾の最奥部でもカメノテが確認され、呉周辺だけでなく相当広範囲にわたりカメノテが回復していることを確認した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】沿岸生物調査、物理環境、沿岸生態系、長期モニタリング

【テーマ題目4】海砂利採取による環境影響評価の研究（環境省地球環境等試験研究費）

【研究代表者】星加 章

【研究担当者】星加 章、高杉 由夫、田辺 弘道、湯浅 一郎、橋本 英資、高橋 暁、井内 美郎（職員6名、他2名）

### 〔研究内容〕

瀬戸内海での海砂利採取による流動や生態系への影響、採取海域の回復過程、海砂利資源量などについて調べた。5年間の研究から以下のことを明らかにした。

瀬戸内海の芸予諸島や備讃瀬戸では、海砂利採取によって海底地形が大きく変化した結果、潮流および残差流が変わり、その影響は広域的に生じた。しかし、海底地形が変わっても、砂粒子を集積させる流れのメカニズムは残されており、砂の供給があれば再び砂堆が形成される可能性や、礫化した海底も砂場として復元すること、覆砂工法などの回復工事についても見込みがあることが示された。

海砂利採取により海底が砂から礫に変わった海域では、砂質生態系から岩礁性生態系に変わり現在もそのまま推移している。安定同位体比による解析から、採取を中止した海域では複雑な食物網構造が示されたが、採取以前は植物プランクトンを出発点とする単純な摂食食物連鎖が卓越していると考えられた。

数値計算によると、海砂利採取による濁水の拡散で周辺海域では最大3mを越える透明度の低下が生じたことがわかった。透明度の低下は藻場の衰退・消滅につながり、その影響は深い藻場ほど大きかった。一方、海砂利採取を中止した海域では藻場の回復が確認された。

海砂利賦存量は、海釜体積から試算すると40m以浅では42億 m<sup>3</sup>であった。そのうち15%がこれまでの約30年間ですでに採取されている。〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕瀬戸内海、海砂利採取、海底地形変化、流況影響、藻場・生態系、砂利資源

〔テーマ題目5〕地球科学的手法による地球環境変動要因の解明（運営費交付金、振興調整費調整費、地球環境促進費、科研費）

〔研究代表者〕川幡 穂高

〔研究担当者〕川幡 穂高、野原 昌人、田中 裕一郎、鈴木 淳、松本 克美、長尾 正之  
(職員6名、他15名)

### 〔研究内容〕

平成16年度には、外洋域では、北太平洋全域を対象として海水循環や生物生産に関係した海洋環境変動について解析を行うとともに日本周辺の西太平洋を中心として定量的な環境復元を行い、将来の地球温暖化予測手法の高度化技術に関する研究を行った。また、地球温暖化に対応した研究として、大気と海洋間で二酸化炭素の挙動に関する研究を行った。

外洋域における炭素循環の解明のために中央北太平洋の亜寒帯域から赤道域の海洋表層から鉛直下方への輸送量について、炭酸塩の殻を持つ植物・動物プランクトンのエキスポート生産量から各海域での炭酸塩量の見積をおこなった。その結果、炭酸塩の殻を持つ動物プランク

トンのエキスポート炭酸塩量は場所によって変化が少なかったが、植物プランクトン殻の炭酸塩量は、漸移帯域で最も高く、次に亜寒帯域、亜熱帯域の順となり、赤道太平洋域が最も低いことが明らかとなった。また、日本周辺域における過去から現在にかけての生物生産の変動を解析するために、北下半島沖に設置されたセジメントトラップ試料について、生物生産量の季節変化の解明を行った。その結果、晩冬にまず、珪藻に代表されるオパールフラックスのブルームがおき、春季になって、円石藻の炭酸塩フラックスの増加が認められた。このことから、一次生産者と海洋環境（栄養塩、水温など）との関係が明らかとなった。また、三陸沖で採取された約3万年前以降の海底柱状堆積物試料について高時間分解能による解析を行った。その結果、生物生産量は、氷期に比べて完新世の方が高いことが明らかとなった。これは、親潮や混合水の影響による栄養塩の変動を反映していることが示唆された。

サンゴ礁生態系に関する研究は、地球温暖化における海洋環境の変化を解明する上で、重要である。そこで、サンゴ試料を対象に安定同位体分析、ストロンチウム等の元素分析による海洋環境復元手法の開発と現世および完新世更新世の実試料への応用を行った。本年度は実験生物学的手法を用いて、制御環境下で飼育されたサンゴ骨格の酸素同位体比の温度依存性について検討し、飼育実験によってサンゴを制御された環境下で生育させ、生成した骨格の酸素・炭素同位体比をマイクロプロファイリング法で分析・解析するという手法を確立した。また、同位体比に大きな成長速度依存性があることがわかった。

海洋の鉛直混合は、炭素を表層及び大気から海洋内部へ輸送する。同時に、鉛直混合は栄養塩を内部から表層へ輸送するため、一次生産を制御する。そこで、3次元海洋炭素循環モデルを用いて、一次生産と鉛直混合の関係を定量的に明らかにし、モデル結果を評価するため、衛星データを使った一次生産の見積もりも新たに行った。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地球温暖化、炭素循環、気候変動、古海洋学、サンゴ礁、セジメントトラップ

〔テーマ題目6〕地球化学図の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕今井 登

〔研究担当者〕今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、寺島 滋、立花 好子  
(職員4名、他2名)

### 〔研究内容〕

全国および都市周辺の地球化学図を作成し、有害元素の広域分布と地域の地質特性等諸要因を総合的に解析してバックグラウンド値の評価を行う解析・評価法を検討した。河川堆積物試料の採取と分析を行うとともに、地理情報システム上に元素の分布と各種の背景データを重ね合わせ、両者の相関と統計解析を行った。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地球化学図、河川堆積物、環境汚染、有害元素

(地圏資源環境研究部門)、

高倉 伸一(地圏資源環境研究部門)  
(職員19名、他30名)

〔テーマ題目7〕地球化学標準試料の研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕今井 登

〔研究担当者〕今井 登、太田 充恒、岡井 貴司、  
御子柴 真澄、寺島 滋  
(職員4名、他1名)

〔研究内容〕

あらゆる地質関連試料の分析の基礎となる地球化学標準試料として火成岩標準試料を新たに1個(JB-2a:東京都大島三原山)作成した。この試料の主成分及び微量元素成分素について共同分析を行って標準値を設定した。また、分析法の検討として既調製試料の主・微量成分の精密分析を実施し、標準試料の各種情報をデータベースとしてインターネット上で公開した。さらに、標準試料のISO対応のためISOに準拠した標準試料の作成法の検討とISO認証値を得るための作業を行った。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕標準試料、岩石、鉱物、堆積物、化学組成、同位体

〔テーマ題目8〕地球化学の研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕今井 登(地質情報研究部門地球化学研究グループ)

〔研究担当者〕今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、  
太田 充恒、寺島 滋、立花 好子  
(職員4名、他2名)

〔研究内容〕

地殻における元素の地球化学的挙動解明の研究として、日本の土壌・堆積物における微量元素の研究、炭酸塩中の元素の挙動と分析法の研究、火成岩の地球化学的研究、鉄・マンガン水酸化物中の元素の挙動の研究を行った。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地球化学、土壌、炭酸塩、火成岩、鉄・マンガン水酸化物

〔テーマ題目9〕地震・地殻構造に関する研究(運営費交付金、受託研究費、重点支援研究員、科研費、振興調整費)

〔研究代表者〕小泉 尚嗣、桑原 保人、山口 和雄

〔研究担当者〕小泉 尚嗣、桑原 保人、山口 和雄、  
高橋 誠、松本 則夫、佐藤 努、  
大谷 竜、木口 努、今西 和俊、  
増田 幸治、佐藤 隆司、白井 信正、  
雷 興林、横倉 隆伸、加野 直巳、  
田中 明子、大滝 壽樹、伊藤 忍、  
駒沢 正夫、稲崎 富士、横田 俊之

〔研究内容〕

「地震予知のための新たな観測研究計画(第2次)の推進について(建議)」(測地学審議会、平成15年7月、対象期間:平成16~20年度)において、産総研は、地下水総合観測による地殻活動モニタリングシステムの高度化、内陸活断層の微細構造・応力場の解明、地震発生メカニズムに関する実験的研究、地表兆候の少ない断層の連続性・活動性・不均質性の解明に関する研究、内陸活断層や海溝型地震野活動履歴野研究等を分担している。上記3グループはその中核で、平成16年度の成果は下記の通りである。

- 1) 東海地方における産総研地下水観測網による、想定東海地震震源域近傍で前駆すべりの検出能力を他観測機器と比較して評価した。2004年4月の伊豆半島東方沖群発地震も含め、1995年以降に発生した主な伊豆半島東方沖群発地震に対して、4度の前兆の地下水位変化を検出した。2003年十勝沖地震に伴って、北海道の32箇所地震時の地下水位や湧水量の変化が認められ、そのうち29箇所の増減の分布は、震源断層モデルによる地震時の体積歪変化で説明できた。台湾成功大学および台湾水資源局との共同研究により、1999年集集地震前後の震源地付近の地下水変化が、強振動による、液状化と透水性変化で説明できることを示した。四国の道後温泉や和歌山県の湯峯温泉では、過去の南海トラフでの巨大地震に対し、繰り返し自噴量や水位の低下があったことが知られている。1944年東南海地震(M7.9)、1946年南海地震(M8.0)、2004年紀伊半島南東沖の地震(M7.4)の時の温泉変化を調査したところ、道後温泉や湯峯温泉の地震時の変化は、体積歪変化によって定量的に説明できる可能性が高いことがわかった。道後温泉に加えて湯峯温泉近傍の本宮でも地下水試験観測を開始した。地震前後の地下水変化に関するデータベースについては、本格的な一般公開を開始し、月平均約2万件のアクセスがあった。三宅島では、飲み水となる地下水の化学成分濃度を追跡調査し、結果を逐次三宅村役場に報告した。
- 2) 実フィールドでの活断層の深部構造、応力場の研究では、断層深部微細構造を推定するため高分解能地震波トモグラフィ法の導入、応力場推定のための極微小地震のメカニズム解決定法の改良を行ない、活断層地域への適用を行なった。2004年10月の新潟県中越地震発生域の南部で臨時地震観測を実施し、これらの手法を適用し、深部の断層構造、応力場の評価を行い、今後の地震発生場のモデル化のための基礎データを取得した。高温高压実験では、断層帯深部を形成すると考えられる岩石やその構成鉱物である石英・長石の変形・すべり実験のデータを整理解析し、高温高压下に

おける摩擦構成則としてまとめた。その結果、地殻岩石の構成鉱物である長石の不安定すべり領域（地震性すべり領域）は、一般的にデータのそろっている石英の地震性すべり領域より広いという新しい事実を見出した。また、高温高压下でかつ間隙圧を制御した状態での物性測定（弾性波速度測定）が可能になるように既存の設備改造し、実際の岩石試料の測定を開始した。岩石破壊実験では、断層形成・成長の各段階において臨界現象理論および亀裂群成長理論に基づく定量モデリングを行った。また、流体作用、液相-気相変換による岩石破壊促進メカニズム解明のための昨年度実施した CO<sub>2</sub>飽和水浸透実験に加え純水浸透実験を実施した。さらに、数値シミュレーションを行い、実験結果と調和的な結果が得られた。鮮水河断層におけるフィールド調査および中国地震局と共同で大型岩石試料を用いた岩石破壊と断層滑り複合実験により、断層セグメント間の地殻変動の特徴を解明した。

- 3-1) 大都市圏精密基盤構造図および衛星地盤変動図作成手法に関する研究：補足調査等を実施し、京都盆地南部において有効な時間指標となる層準を追跡して、堆積構造に時間目盛りを付した。また反射法と重力解析を主とした基盤構造図を作成した。追加調査を実施し、利根運河-大宮の約25kmの東西トランセクトを完成し、既存データと併せ解釈を行った。その結果基盤深度は利根川から西方に緩く傾斜すること、越谷付近で急激にその深度を増すこと、川越付近の高重力異常に対応して上に凸の構造を示すことなど、利根運河-青梅の東西方向の詳細な基盤構造を解明した。偏波機能を用いて火山地域において取得されたデータを加えることにより、高精度な地殻変動量の推定方法において、後方散乱の情報を加えることが可能となった。
- 3-2) 地殻深部の不均質構造および海底付近の物質循環に関する研究：日本列島付近の地殻温度構造のための基礎データである数値地質図を出版し、それらのデータと地殻内地震の下限深度との関連を明らかにした。従来よりも高分解能の南西アジアの速度不均質構造解析結果を公表した。不均質性の比較を念頭に、内核外核境界の地震波速度構造の解析を行った。微小地震のゆっくりと立ち上がる波形記録を用いて、構造の短波長不均質に基づく地震のスケーリング則を満足することを明らかにした。南マリアナ海底熱水系において取得した熱水の温度・流量の観測データと、従来のデータを比較・検討することにより、海底熱水系における物理環境パラメータの時間変動やその熱水循環様式を明らかにした。
- 3-3) 平野部の深部地下構造に関する研究：強震動予測等に必要な基盤までの S 波速度構造の決定を目指して開発してきた P-S 変換波反射法の探査手法を完成し、3km 程度の深度までの S 波速度構造の決定が可能となった。また、2003年宮城県北部地震震源域で実

施した3反射法測線を特に旭山撓曲下の構造に着目して解析したところ、地震時のすべりの大きかった部分の直上で、撓曲の程度が大きいという相関がある可能性を示した。今回の地震は旭山撓曲ではなく石巻湾断層で起きたとはいうものの、この相関は、深部での両者の何らかの関係を示唆する。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 地震予知、地下水、岩石破壊実験、すべり実験、地殻応力、活断層、深部構造、地球化学、

[テーマ題目10] 火山活動の研究（運営費交付金）

[研究代表者] 中野 俊

[研究担当者] 中野 俊、星住 英夫、角井 朝昭、川辺 禎久、石塚 治、下司 信夫、古川 竜太、石塚 吉浩、宇都 浩三、松本 哲一、伊藤 順一、Nguyen Hoang、小栗 和清、小林 佳代子、工藤 崇、津久井 雅志、藤縄 明彦、小林 哲夫（職員11名、他7名）

[研究内容]

国の火山・噴火予知研究を分担し、活動的火山の噴火履歴を明らかにすると共に火山地質図を作成し、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究の実施を目的としている。平成16年度においては、三宅島および岩手火山の火山地質図を完成し、印刷出版した。また、口永良部島火山地質図作成のための地質調査を行い、地質図原図をほぼ完成した。また、十勝岳火山の火山地質図作成のための予察調査を行った。また、第四紀火山の時間空間分布を明らかにするために、伊豆半島、北関東、南東北、九州の各地域の第四紀火山岩類分布を検討した。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 活火山・噴火履歴・火山地質図・第四紀火山活動

[研究テーマ11] 大陸棚画定に関する事前調査研究

[研究代表者] 飯笹 幸吉

[研究担当者] 飯笹 幸吉、西村 昭、湯浅 真人、石原 丈実、山崎 哲生、下田 玄、岸本 清行、上嶋 正人（職員9名）

[研究内容]

日本の大陸棚延伸画定調査に関わる科学報告書等を作成するため、他省庁の調査機関との研究協力を実施する委員会を立ち上げ、隔週1回の頻度で会議を開催し、海底調査の仕様、報告書の構成等の概要を議論し、その骨格を作成した。

[分野名] 地質・海洋

〔キーワード〕 大陸棚、延伸、調査、科学報告書、海底

〔テーマ題目12〕 マグマ活動の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 篠原 宏志

〔研究担当者〕 篠原 宏志、高田 亮、斎藤 元治、  
松島 喜雄、東宮 昭彦、佐藤 努  
(職員6名、他1名)

〔研究内容〕

現在も活発な噴煙活動が継続している三宅島の火山活動状況把握のための火山ガス観測を継続実施し、観測結果を予知連に報告・公開した。観測項目としては気象庁・大学などとの共同による SO<sub>2</sub>放出量観測およびヘリコプターによる火山ガス組成の観測に加え、携帯型ガスセンサーによる火山ガス組成観測を実施した。

噴煙活動把握のために開発した SO<sub>2</sub>放出量測定用の新型機器 (mini-DOAS) および携帯型マルチセンサーシステムによる噴煙組成手法の改良を進め、樽前山、雌阿寒岳、十勝岳、浅間山、諏訪の瀬島などで観測検証実験を実施した。また、mini-DOAS の SO<sub>2</sub>紫外線吸収スペクトル解析手法の検討を進め、観測距離により見かけの放出量推定値が変化することがあきらかにされた。携帯型マルチセンサーシステムを用い、小規模なストロンボリ式噴火活動を継続しているチリ、Villarrica 火山の火山ガス組成観測を行い、噴火に伴う河岸ガスの放出過程を明らかにした。

火山噴煙の可視性は水蒸気の凝結の有無に依存するが、他の火山ガス成分濃度や大気温度湿度などをパラメータとして噴煙の可視性から、噴煙の放出温度を推定する手法を開発し、雌阿寒岳、樽前山にて試験観測を行った。また、水蒸気放出量の解析法の誤差として、測定パラメーター (噴煙の温度、速度、大きさ) のあいまいさに伴う結果のずれ、モデルの仮定 (エントレイメント高度、離散化) に伴う結果のずれを系統的に評価した。噴煙観測高度化の一環として、バッテリー駆動タイプの噴煙観測システムを試作した。

富士山、岩手山、箱根、薩摩硫黄島、口之永良部島において連続地殻変動観測を実施した。富士山・岩手山・口之永良部島では電話回線などによるデータ回収を行い、準リアルタイムの連続観測を実施した。富士山においては誤差を超える地殻変動は観測されなかった。箱根・薩摩硫黄島においてはデータ蓄積型の連続観測装置で観測を実施した。口之永良部島において、温度湿度データも取得し大気パラメータを考慮した補正を行い測定精度を向上させることに成功した。

噴火時系列とマグマ供給系の進化に関して、応力蓄積がマグマ供給率に与える影響に関しての基礎モデルを試作した。噴火時系列の境界条件評価のための富士山における基礎データを採取した。富士山山頂部の地質調査と、南東部と北西部の地質調査とトレンチ調査を行った。火山灰分析を集中的に行い、富士噴出物と広域テフラとの

相対的關係を明らかにした。

有珠山において噴出物の斑晶組織・組成の解析を行なった。過去300年間の7つの噴出物における斑晶組織の変化を結晶成長と拡散のモデル等により定量的に解析し、この斑晶がマグマ溜まり中で300年間存在し続けていたこと、この間の噴火が全て共通のマグマ溜まりからもたらされていたことなどを明らかにした。

高温高压装置を用いた減圧発泡実験を行い生成物のガス浸透率を測定することにより、マグマ上昇脱ガス過程におけるマグマのガス浸透率の変化を明らかにした。その結果、マグマの発泡率とガス浸透率の関係が、従来天然資料の測定により推定されていたものと大きく異なることが明らかとなった。

薩摩硫黄島を対象とした火山科学図の試作を目指し、既存の各種観測結果、調査分析結果および素過程モデルの比較検討を行った。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 火山、マグマ、噴火予知

〔テーマ題目13〕 微小領域同位体・マグマ熱水系に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 森下 祐一 (地質情報研究部門マグマ熱水系研究グループ)

〔研究担当者〕 森下 祐一、小笠原 正継、木多 紀子、  
古宮 正利、清水 徹  
(職員5名、他4名)

〔研究分担者〕 斎藤 元治、宮城 磯治、御子柴 真澄、  
岡井 貴司、東宮 昭彦、富樫 茂子  
(職員6名)

〔研究内容〕

地球環境の変遷や地球規模での地質現象を解明するためには、太陽系の一員としての地球の成り立ちを念頭に置いて研究を進めることが必要である。この視点での地球科学は近年急速に進展しており、我が国としても高度な知的基盤を構築して国際的に貢献することが求められている。地球科学では多種の微細な鉱物からなる岩石試料や、鉱物内に複雑な構造を持つ試料を扱う必要がある。このような地質試料を簡単な系で代表させることは困難であり、複雑な系から成る地質不均質系を解明するためには、微小領域において現象の本質を研究する必要がある。

太陽系の惑星形成過程を解明する研究として、ユレイライト隕石の酸素同位体 SIMS 分析や熱変成解析を行ない、その起源を推定する論文を公表した。また、火星起源隕石の希土類元素パターンから、火星におけるマグマの発生、進化過程についてモデル化した。このモデルから、火星深部から浅部への水の輸送に根拠を与える等の成果が得られ、これらを論文にまとめて投稿した。

マグマ-熱水系に関する研究として、北薩地域における鉱床成因研究や鉱床探査活動の取りまとめを行なった。

この地域では1975年から組織的な探査・研究が行なわれて来たが、所外の研究者の協力を得て「北薩地域金鉱床探査の歴史と成果」と題する2冊組の地質ニュース特集号として公表した。この他、花崗閃緑岩ジルコンの U-Pb 年代測定を行ない、Sn-W 鉱床関連鉱物の酸素同位体比や流体包有物の均質化温度に基づき、熱水の密度計算から鉱床の生成温度や圧力を推定した。また、鉱床鉱物の硫黄同位体比や赤外線顕微鏡観察などに基づき熱水の進化過程をモデル化した。

軽元素の同位体分別機構の研究として、シリコン結晶育成における固-液、気-液界面での Si 同位体の挙動と実験条件との対比を進め、同位体分別機構についてモデル化した。また、その一部を論文で公表した。

U-Pb 法に基づく SIMS 年代測定を行なうに当たり重要なジルコン標準試料を国際的に評価することは、年代値の信頼性を高める上で不可欠なことである。各国の研究機関が参加する国際比較プロジェクトが企画され、当グループも SIMS を用いたジルコン標準試料の U-Pb 年代測定、微量成分分析、酸素同位体比測定などを分担して積極的に関与して来た。このプログラムでは世界の18研究所が比較分析を行ない、共著で論文が公表された。また、地質図編集に関する国際共同研究として、分析試料の基礎データを提供する北東アジアの地質構造と鉱物資源に関する国際共同プロジェクトが、最終段階に達している。このプロジェクトは米国地質調査所の呼びかけで、北東アジア5カ国、計23機関の参加のもとに1996年に開始されたが、本年度の成果としては、北東アジアの地質構造発達史と鉱物資源分布に関するダイナミックコンピュータモデルを作成して CD-ROM として公表した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】二次イオン質量分析法、微小領域分析、同位体分析、隕石、年代測定、流体包有物、赤外線顕微鏡、シリコン同位体、北東アジア地質編纂図

【テーマ題目14】日本周辺海域の海底熱水活動に伴う重金属元素の移動・濃集機構に関する研究

【研究代表者】飯笹 幸吉

【研究担当者】飯笹 幸吉（職員1名、他1名）

【研究内容】

海底熱水硫化物の鉱化作用の地理的・構造的特徴を明らかにするために、伊豆・小笠原弧背弧リフト帯に位置するベヨネース海丘の塊状硫化物鉱床の研究を実施した。これまで同島弧の火山フロントでは巨大な黒鉱型鉱床の存在が確認されていたが、第三紀中新世の黒鉱の分布をもとにその存在が推定されていた背弧リフト帯には発見されていなかった。2003年に発見されたベヨネース海丘の硫化物鉱床は、延宝海山列の北方延長部とリフト帯の交差部に位置するカルデラ地形を有する海底火山として、またカルデラ床の堆積物中に熱水起源の硫化物・硫酸

塩・硫酸鉱物を含んでいることなどから、硫化物鉱床の存在が推定されていた。詳細な海底カルデラの構造的特徴から、鉱床は、地域的にはリフト形成の正断層とカルデラ推定断層の交差部に、また広域的には先に述べた海嶺とリフト帯の交差部に分布していることが明らかになった。このことから、すでに発見されている硫化物鉱床の北方にも未発見の熱水活動域が存在することが推定された。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】日本、周辺、海域、海底、熱水、硫化物、黒鉱、海山、カルデラ、構造、リフト

【テーマ題目15】地殻流体の流出機構と海底化学環境への寄与の定量的研究

【研究代表者】中村 光一

【研究担当者】中村 光一（職員1名）

【研究内容】

伊豆・小笠原弧水曜海山海底熱水地帯と周辺の地下構造の3次元的环境場の構造モデルの作成、潮汐による熱水の化学的性質の変動と生物圏環境との関係、島弧熱水系および海嶺拡大軸の海底熱水系の地下構造や化学変動の比較研究を目標とした。各種潜水探査機に搭載したサイドスキャンソナーとサブボトムプロファイラによる深海曳航探査手法による、水曜海山カルデラ内の海底熱水地帯の海底熱流量分布や目視観察情報などのデータをサイドスキャン海底微地形画像に基づく海底面の地質分類画像と合成し、3次元統合モデルを作成した。マリアナ背弧海盆の拡大軸や、東太平洋海膨においても深海曳航音波探査装置（DAI-PACK）による良好なマッピングデータの取得に成功した。マリアナ島弧火山列とファンデファーカ海嶺・エンデバー熱水系の熱水プルームの調査では、メタンと水素センサーならびに粒子粒径分布測定装置（LISST-Deep）によって、プルーム中のガス成分や粒子が島弧と大洋中央海嶺という熱水活動の場の違いでどのように相違するかの基礎的データや、エンデバー熱水系では潮汐によって熱水が変動するデータを取得した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地殻、流体、海底、化学環境、島弧、海嶺、生物圏、熱水系、熱水、構造、東太平洋海膨、マリアナ、ファンデファーカ、熱水プルーム、メタン、水素

【テーマ題目16】海底熱水系における生物・地質相互作用に関する研究

【研究代表者】丸茂 克美

【研究担当者】丸茂 克美（職員1名、他2名）

【研究内容】

水曜海山海底熱水系を対象として10本の掘削を行い、掘削深度2.88m～8.99m、総延長56.86m、コア回収率6

～90%であった。掘削後の孔内の温度計測はコアバレル内に設置したカスター式温度計により行うことができた。得られたコアは火山岩や硫化物・硫酸塩鉱物脈の産状を保存しており、偏光顕微鏡観察や蛍光 X 線顕微鏡、電子プローブマイクロアナライザー、X 線回折、透過型分析電子顕微鏡を用いた手法を使って分析した結果、硬石膏や粘土鉱物の化学組成や鉱物組成の不均一性が明らかにされた。これは、地下から上昇してくる熱水と、地下に浸透していく海水との混合が地下で起きており、熱水の温度や化学組成が変動することが挙げられる。水曜海山海底熱水系の粘土鉱物の産状は、地下から上昇している熱水が海水と混合することにより急激に冷却するために熱水の温度が海底面に近づくほど低下していく姿を反映している。粘土鉱物の生成条件から推測される地下浅所の温度は150℃～300℃であり、微生物の生存には極めて厳しい温度であったと考えられる。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】海底熱水系、水曜海山、南マリアナ、海底設置型掘削装置、粘土鉱物

#### 【テーマ題目17】海底資源の評価手法の開発及び環境負荷実験データ解析の研究

【研究代表者】山崎 哲生

【研究担当者】山崎 哲生（職員1名、他2名）

【研究内容】

既存の鉱物資源統計、金属価格等の経済指標、深海底鉱物資源の調査データ等を基に、10-20年後の銅の供給不足と深海底鉱物資源開発の経済性再評価結果とを関連付け、深海底鉱物資源の開発可能性が高まったことについて分析した。また、地球環境保全技術と深海底資源開発技術の融合化、共通化について検討し、液体 CO<sub>2</sub>海中隔離技術と黒鉱型海底熱水鉱床開発技術のハイブリッド化の概念構築と基礎的経済性評価を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】鉱物資源、統計、経済指標、深海、地球環境、熱水、評価、ハイブリッド

#### 【テーマ題目18】海洋地質図等基盤情報の整備と高度化（運営費交付金）

【研究代表者】池原 研

【研究担当者】池原 研、片山 肇、荒井 晃作、辻野 匠、上嶋 正人、野田 篤、村上 文敏、岡村 行信、木下 泰正（職員9名、他4名）

【研究内容】

日本周辺海域の地球科学的調査・研究を通じて、地殻を中心とした海洋地球に関する基盤的情報を系統的に整備し、広く社会へ提供する。第一期中期計画期間（H13～H16）では、海洋地質図14図の整備、海洋地質データベースの構築とインターネット公開、これらを支え発

展・高度化させる基礎的基盤的研究に関して世界をリードする研究に取り組む。本研究により、産業構造審議会産業技術分科会・日本工業標準調査会合同会議のうたう「2010年までに20万分の1海洋地質図（四島周辺）全49区画全ての整備」に応えるとともに、情報の科学的な信頼性や水準の維持向上を図る。なお、海洋地球に関する基盤的情報および科学的知見は、国や社会の持続的発展を支える基本的公共財として、産業立地を含む各種海洋開発・災害軽減・環境管理などに対する基礎的資料となる。

本年度計画の根室沖及び日高沖海域の海洋地質調査航海は完了し、試資料の解析・分析結果は年度末までに航海報告書として出版した。海洋地質図の整備に関しては、能登半島東方表層堆積図及び能登半島西方海底地質図、日御碕沖表層堆積図を印刷中のほか、枝幸沖海底地質図、日向灘海底地質図、遠州灘海底地質図、石狩湾海底地質図、石狩湾表層堆積図、北見大和堆表層堆積図の原稿も年度内に完成した。（海底地質図には重力異常図・地磁気異常図も添付。）

データベースに関しては、海域地質構造断面データ及び海底堆積物コア柱状図のデジタル化を進め、公開に向けた作業を行った。

その他、日本海及びオホーツク海、親潮域の古環境変動解明等を実施した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】海洋地質図、表層堆積図、データベース、日本周辺海域、第2白嶺丸

#### 【テーマ題目19】海域活断層の評価手法（運営費交付金、原子力安全基盤調査研究費）

【研究代表者】池原 研

【研究担当者】池原 研、片山 肇、荒井 晃作、辻野 匠、野田 篤、岡村 行信（職員6名、他3名）

【研究内容】

評価方法が確立されていない深海域の活断層の活動度を、音波探査プロファイル、タービダイト、潜水調査などに基づいて推定する手法を確立することを目標とする。

当ユニットは日本周辺海域の海底地質図を作成するための調査を通じて日本で最も詳しい海底地質情報を有していることから、これらの調査を効率的に実施することが可能となっている。

今年度は、千島海溝沿いにおいて地震性タービダイトの堆積を確認し、釧路沖において歴史地震と発生間隔とほぼ等しい堆積間隔を得た。また、1940年積丹半島沖地震震源域近傍におけるタービダイトの解析からこの場における地震発生間隔が500-1000年であることを推定した。これらの結果は、国際学会で発表すると共に、国内学術雑誌に公表した。

【分野名】地質・海洋

〔キーワード〕 海域活断層、日本海東縁、南海トラフ、千島海溝、地震発生間隔

〔テーマ題目20〕 新第三紀複合年代層序の高度化と地質年代尺度の標準化の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 柳沢 幸夫

〔研究担当者〕 柳沢 幸夫、高橋 雅紀、渡辺 真人、田中 裕一郎、平井 圭子、林 広樹（技術研修員）、星 博幸（客員研究員）、入月 俊明（客員研究員）、本山 功（客員研究員）、長谷川 四郎（客員研究員）、長橋 良隆（客員研究員）  
井上 博文（技術研修員）  
（職員5名、他7名）

〔研究内容〕

新第三紀における微化石層序（珪藻、放散虫、有孔虫、貝形虫）、古地磁気層序、火山灰層序および放射年代など、個々の年代層序の精度と確度を向上させるとともに、複数の年代層序を複合して年代層序の高度化をはかり、それを基に新第三紀複合年代尺度の標準化を行うことを目的とする。

珪藻化石層序では、北太平洋の深海底掘削で得られたコアの詳細な珪藻分析を行い、古地磁気層序との直接の対応関係から、珪藻化石年代の確度と精度を飛躍的に向上させた。また、新潟県胎内及び富山県氷見地域に分布する鮮新統の浮遊性有孔虫化石の検討を行い、珪藻化石層序および古地磁気層序との統合化により、鮮新世中期の対比基準面の年代を確定した。さらに、福島県太平洋側の鮮新統では、火山灰層序と微化石層序の検討を行い、新たに対比に有効な広域火山灰層を発見した。また、埼玉県岩殿丘陵の中新統では、微化石層序の研究と火山灰層のカリウム・アルゴン年代測定を行い、微化石層序と放射年代との直接の関係を明らかにした。以上のように、今年度は個別の年代層序について着実に高度化を進め、年代層序の統合化をさらに進めることができた。また、これらの成果を基に、新第三紀の標準地質年代尺度の暫定版を新たに完成した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 地質年代、標準化、微化石層序、古地磁気層序、火山灰層序、放射年代

〔テーマ題目21〕 海洋地球物理の研究

〔研究代表者〕 山崎 俊嗣

〔研究担当者〕 山崎 俊嗣、上嶋 正人、岸本 清行、小田 啓邦、石原 丈実、臼田 悦子、山本 裕二（客員研究員）  
（職員5名、他2名）

〔研究内容〕

外部資金によるプロジェクト研究や部門重点研究のた

めのシーズ研究として、海底を対象とした地球物理学的手法による基礎的研究を実施している。今年度は、海底微細構造探査技術の高度化、マンガンクラスト及び海底堆積物の岩石磁気、マリアナトラフ拡大過程、海洋地球物理データベースの構築等の研究を実施した。

海底構造探査技術の高度化研究については、小笠原・マリアナ海域の海底カルデラ等で実施した精密音波探査データを解析し、熱水地帯における深海底近傍探査機を用いた海底構造・微地形探査法を確立した。また、東太平洋海膨において「しんかい6500」にサイドスキャンソナー等を搭載して高分解能構造探査を行った。さらに、スマトラ地震域の緊急調査に参加し、高分解能海底表面探査記録を得た。

マンガンクラスト試料の岩石磁気研究について、従来は残留磁気を担う磁性鉱物は全く不明であったが、以下のような手がかりを得ることができた。等温残留磁化獲得実験と成分解析から、30mT、80mT の中心保磁力を持つ2種類の磁性鉱物の存在が示唆された。高温帯磁率と磁気天秤による実験からキュリー温度が550-570°C程度の磁性鉱物の存在が示唆された。さらに、低温磁性測定から純粋な磁鉄鉱が存在しないこと、50-100°K のキュリー温度をもつ低温磁性相が存在することが示唆された。また、オホーツク海の海底堆積物について、初期続成過程による磁性鉱物の溶解過程の詳細を各種の磁気特性測定により明らかにした。

マリアナトラフの拡大過程の研究については、これまでに得られた地形、地磁気、重力データの解析を神戸大学と共同で行い、約3百万年前に拡大のオイラー極の位置が変化しトラフ北部に近づいたことを明らかにした。また、重力異常から、拡大軸に沿ったマグマ供給パターンの変化を明らかにした。

海洋地球物理データベース構築については、地質調査所・産業技術総合研究所で実施した1974年以来の日本周辺海域地質調査航海の、重力・地磁気データ（デジタルおよびアナログ）に関するメタデータを、約90の航海ごとに分類したメタデータとして集約し、RIO-DB に登録されている「地質情報総合メタデータサーバー」に組み入れることで産総研が保有する地質情報のメタデータの一部として検索が可能となった。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 物理探査、岩石磁気、マンガンクラスト、マリアナトラフ、重力、地磁気、データベース

〔テーマ題目22〕 [地質図の研究]（運営費交付金）

〔研究代表者〕 尾崎 正紀、竹内 圭史、中野 俊、松浦 浩久

〔研究担当者〕 尾崎 正紀、水野 清秀、竹内 圭史、小松原 琢、宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、中島 礼、中野 俊、

星住 英夫、古川 竜太、石塚 吉浩、  
下司 信夫、宮崎 一博、松浦 浩久、  
土谷 信之、高橋 浩、中江 訓、  
西岡 芳晴、原 英俊、青矢 睦月、  
脇田 浩二、高橋 裕平、中川 充、  
巖谷 敏光、斎藤 眞、宝田 晋治、  
吉川 敏之、木村 克己、柳沢 幸夫、  
高田 亮、利光 誠一、坂野 靖行、  
中澤 努、久保 和也、鹿野 和彦、  
栗本 史雄、牧本 博、川邊 禎久、  
酒井 彰（職員40名、他37名）

**【研究内容】**

「地質図の研究」の実施にあたっては、本部門・他研究ユニット及び外部研究機関の研究者との協力的体制のもと、「島弧堆積盆」・「島弧複合地質」・「火山活動」・「統合地質情報」の4つの研究グループが中心となって推進している。

5万分の1地質図幅に関しては、八王子・御油を始めとする33地域の地質調査を当初計画に基づき進捗させた。京都西南部・生野・木次・豊後杵築・十和田・砥用の6地域の図幅について地質原図及び報告書原稿を、仙崎について地質原図を完成した。

20万分の1地質図幅については、白河、石垣島を始めとする6地域の地質調査を進捗させた。一関1地域の地質原図・原稿を完成させた。

また、20万分の1数値図幅集として「北陸、中部及び近畿」・「中国東部、中国中部及び四国」・「中国西部、九州及び南西諸島」を発行した。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** 地質図幅、5万分の1地質図、20万分の1地質図、20万分の1数値図幅集

**【テーマ題目23】** [島弧地質の研究]（運営費交付金）

**【研究代表者】** 木村 克己

**【研究担当者】** 石塚 吉浩、巖谷 敏光、植木 岳雪、尾崎 正紀、木村 克己、小松原 琢、斎藤 眞、宝田 晋治、高橋 浩、竹内 圭史、田辺 晋、中江 訓、長森 英明、中島 礼、中野 俊、西岡 芳晴、原 英俊、古川 竜太、松浦 浩久、宮地 良典、宮崎 一博、吉川 敏之（職員22名、他1名）

**【研究内容】**

島弧地質の研究では基盤的基礎的研究4テーマ、すなわち地震に伴う地形変化、噴火現象、堆積盆発達史、マイロナイト帯について、以下の研究成果を得た。1) 火砕流堆積物の古地磁気測定とフィッシュトラック年代測定によって、糸魚川-静岡構造線の断層運動が後期鮮新世以降も活動し、形成された断層崖に沿って約7万年前に大規模地すべりが発生したことを解明した。2) 支

笏大規模火砕流について、堆積物の詳細な記載をおこない、大規模火砕流堆積物の内部構造を明らかにした。その結果、大規模火砕流は一度に堆積するのではなく、乱流状態の流れの基底部から約数10cm~1mの厚さの堆積サブユニットを形成しつつ順に堆積した可能性が高いことなどが明らかになった。3) 近江盆地と京都盆地南部に分布する第四系最上部の層序を検討した。近江盆地については全体のAT深度分布から、沖積層を含む堆積物全体が琵琶湖に向かって緩やかに傾斜していることが明らかになった。4) 朝日山地東方に位置する梨郷マイロナイト帯周辺の野外調査を行い、マイロナイト帯が幅約500mと小規模であり、変形の程度も弱く、それを挟んだ花崗閃緑岩にも岩相的な違いがないことが判明した。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** 島弧、地形、堆積盆、火砕流、マイロナイト

**【テーマ題目24】** 地層名検索データベース（「地層・岩体・火山」事典）（運営費交付金）

**【研究代表者】** 鹿野 和彦

**【研究担当者】** 鹿野 和彦、巖谷 利光、松浦 浩久、中野 俊、宮崎 一博、中江 訓、尾崎 正紀（職員7名、他2名）

**【研究内容】**

膨大な数の地層・岩体・火山（>10,000件）の名称を検索して、それらの定義、内容などを調べるためのデータベースである。本データベースは、地層命名規約に基づく新たな地層名の提案、地質文献読解などにあたって必要とするもので、辞書機能のほか、地層などの分布位置からも検索可能な機能を持ち、地質分野に携わる者にとって不可欠なデータベースとして期待されている。平成15年度までに、5万分の1地質図幅、地層名辞典等に記載された地層名等の既存データファイルを検索DBとして公開したほか、第四紀火山検索データベース、火成岩体検索データベース、変成岩体検索データベースを作成・公開した。また、「日本の新生界層序と地史」をPDF化して公開した。平成16年度は地層名登録など、データ入力・更新作業を行ってこれらの内容の充実を図るとともに、付加体を地図上で検索するシステムを開発した。また、第四紀火山検索データベース英文版を公表すべく、関連文書等の英訳を進めた。本データベースは研究情報公開データベースとして公開しており、現時点でのアクセス件数は4万件を越える。

**【分野名】** 地質・海洋

**【キーワード】** 研究情報公開データベース、地層、岩体、火山

**【テーマ題目25】** [統合地質情報の研究]（運営費交付金）

**【研究代表者】** 脇田 浩二

〔研究担当者〕 脇田 浩二、高橋 裕平、巖谷 敏光、  
齋藤 眞、宝田 晋治、井川 敏恵、  
長谷川 輝美、坂寄 裕代  
(職員5名、他3名)

〔研究内容〕

1/20万シームレス地質図について、近畿以東の整備を行い、公開した。地球物理情報・地球化学情報を重ね合わせる可能性について検討を行った。また、国際地質標準や地層名検索データベースなど、統合データベースの基礎となる地質標準の整備に関わる研究を実施するため、国際機関との連携を計った。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 統合、デジタル情報、数値化、地理情報システム、データベース、

〔テーマ題目26〕〔地質情報図の研究〕(運営費交付金)

〔研究代表者〕 脇田 浩二

〔研究担当者〕 脇田 浩二、高橋 裕平、中川 充、  
森尻 理恵、齋藤 眞、吉川 敏之、  
宝田 晋治、Joel, C. Bandibas  
(職員7名、他1名)

〔研究内容〕

1/5万図幅数枚分の地域の大縮尺シームレス地質情報図について、既存地質図情報と新たに得られ得た地質情報を統合するための問題点を検討した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 デジタル情報、数値化、標準化、地理情報システム、GIS

〔テーマ題目27〕〔地質情報利用技術の研究〕(運営費交付金)

〔研究代表者〕 脇田 浩二

〔研究担当者〕 高橋 裕平、中川 充、齋藤 眞、  
吉川 敏之、川畑 大作、  
Joel, C. Bandibas (職員5名、他1名)

〔研究内容〕

地質図を初めとした地質情報を利用し、社会に役立つ地質情報を創出する技術について研究を行った。特に地質及び地形情報を高度に利用し、斜面災害に資する情報利用技術開発に関する研究を実施した。また、地質図情報の有用性を社会に浸透させるために、ジオパーク等に関連した主題地質情報図の可能性について検討を行った。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 ジオパーク、ジオツアー、地理情報システム、データベース

〔テーマ題目28〕〔アジア地質情報の研究〕(運営費交付金)

〔研究代表者〕 脇田 浩二

〔研究担当者〕 脇田 浩二、高橋 裕平、中川 充、

巖谷 敏光、森尻 理恵、齋藤 眞、  
吉川 敏之、宝田 晋治、川畑 大作、  
井川 敏恵、Joel, C. Bandibas、  
奥村 公男、佐藤 正

(職員9名、他4名)

〔研究内容〕

日本を中心としたアジア地域の地質に関連した地質情報整備のための基礎研究を実施するとともに、アジアの地質情報データベース構築を行った。具体的には、アジアの深成岩の光学的・磁気的特性に関する研究、アジアの島弧・造山帯の地質、鉱物資源及び変質帯の研究、アジアの地質災害の研究などを実施した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 アジア、デジタル情報、数値化、標準化、地理情報システム、GIS、データベース

〔テーマ題目29〕〔地球物理図の編集とデータベースの構築に関わる研究〕(運営費交付金)

〔研究代表者〕 大熊 茂雄

〔研究担当者〕 大熊 茂雄、駒澤 正夫、森尻 理恵、  
中塚 正、村田 泰章、名和 一成、  
牧野 雅彦、石原 丈実  
(職員8名、他4名)

〔研究内容〕

1. 重力基本図の研究：九州地域の重力基本図を2図(屋久島、長崎)作成し、九州地域の重力基本図を全て完成させた。中国・四国地域で重力調査を実施した。
2. 空中磁気図の研究：地殻活動域の空中磁気図として、「浅間火山地域高分解能空中磁気異常図」を完成させた。
3. 地球物理データベースの研究：日本空中磁気データベースでは、産総研(地質調査所)・NEDO データの統一的处理を実施し、データベース(CD-ROM)を完成させた。日本列島基盤岩類物性データベースについては、近畿地方東部のデータを整備し、RIO-DBで公開した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 地球物理図、重力図、空中磁気図、岩石物性、地球物理データベース

〔テーマ題目30〕〔空中物理探査による火山の山体安定性評価手法の開発に関する研究〕(運営費交付金)

〔研究代表者〕 大熊 茂雄

〔研究担当者〕 大熊 茂雄、駒澤 正夫、中塚 正、  
齋藤 英二、中野 俊、内田 利弘、  
杉原 光彦(職員7名、他4名)

〔研究内容〕

空中物理探査による火山の山体安定性評価手法開発のため、富士火山の空中磁気データによる地下構造解析を

行い、同火山の磁氣的不均一性を明らかにした。有珠火山で重力の補備調査を行い、火山地域地球物理総合図に必要なデータの整備を進め、プロトタイプを作成した。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】火山、有珠火山、山体崩壊、空中物理探査、重力探査、火山地域地球物理総合図、火山災害の軽減

【テーマ題目31】[情報解析の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】村田 泰章

【研究担当者】村田 泰章、中野 司、名和 一成、川畑 大作、稲崎 富士、長谷川 功 (職員4名、他2名)

【研究内容】

本年度は以下の研究を実施した。1) 地質情報の統合解析による高度利用を図ることを目的に構築を進めている統合地球科学データベースについて、モデル・ワールドとして選択した1/20万図隔「仙台」「東京」「飯田」「京都及大阪」「鹿児島」のデータベース・モデルを完成させた。2) 重力データの粗密の差に対応できるようにするため、デロネ三角形分割を用いた平滑化と地殻表層密度推定法を開発した。データが十分に存在している箇所では、これまでよりも高分解能で密度推定ができるようになった。3) 地形や地質などの3次元構造を表現するために CAD (Computer-Aided Design) の分野で標準的な STL (STereoLithography) 形式のデータを処理するソフトウェアを新たに作成した。それを用いて地質情報を付加した立体地形図などの実体模型を作成した。4) 超伝導重力計に関する研究については、犬山のデータ解析から紀伊半島南東沖地震に関わる重力変化を検出した。また、南極・昭和基地のデータ解析からスマトラ沖地震による地球自由振動と、自由振動観測に及ぼす津波の影響について明らかにした。5) 地すべりの地形学的地質学的素因を明らかにするために GIS を用い統計解析を行った。また、地すべり発生地と同様の地形地質条件の地域をニューラルネットワークの手法を用い抽出する手法を開発した。6) 主にボーリングデータから3次元地質モデルを構築するソフトウェアを開発して、実際にテストフィールド (つくば) で検証し、その結果を WEB 上で表示する総合的なシステムを開発した。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】地質情報、総合解析、統合地球科学データベース、数値地質図、標準

【テーマ題目32】[地質リモートセンシングの研究] (運営費交付金)

【研究代表者】佐藤 功

【研究担当者】佐藤 功、浦井 稔、二宮 芳樹、土田 聡、(職員4名、他2名)

【研究内容】

1. 衛星地盤変動図の作成に関する研究

地盤沈下の実態を調べるため、合成開口レーダ干渉手法を用いて、我が国 (2ヶ所) の地盤沈下解析を実施した。また、これまでの解析をまとめた。

2. 火山衛星画像データベースの構築に関する研究

日本で活動度の高い13火山をデータベースに登録し、各火山の衛星画像を最新のものも含めて時系列に閲覧できるようにした。同時に各火山の噴火履歴が参照できるようにもした。

3. ASTER 利用技術の研究

石膏のような硫酸塩鉱物やアルカリ長石群の熱赤外域でのスペクトルの特徴を利用して、ASTER 衛星画像からこれらの岩石を抽出できることが分かった。変色海水の反射スペクトルに影響する風速を補正したところ、変色海水の化学組成によって反射スペクトルが異なることが分かった。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】リモートセンシング、画像データベース、画像解析、干渉 SAR 技術、岩石指標

【テーマ題目33】[多様な変成岩類の造岩鉱物学的研究] (運営費交付金)

【研究代表者】奥山 康子

【研究担当者】奥山 康子、坂野 靖行、兼子 尚知、豊 遙秋 (職員3名、他1名)

【研究内容】

産総研地質標本館に研究試料として長年蓄積されてきた岩石などの地質標本は、「地質の調査」の研究成果を保証するファクトデータとして重要である。地質標本研究グループのミッションとしてこれらの収蔵標本、特に日本産変成岩に関する標本情報の体系化と情報発信を進めてきた。第1期の成果のとりまとめとして「地質標本館収蔵日本産変成岩標本カタログ」を作成し、うち第1分冊 (第1部 変質岩および片状構造を持つ変成岩類) を刊行した。さらに、引き続き第2分冊の刊行を準備しているところである。また、日本国内から産する変成岩類の多様な造岩鉱物に関する結晶構造解析を進めており、岐阜県春日村産の接触変成岩に見られるソーダ金雲母の高分解能透過電子顕微鏡による観察の結果、従来の雲母族には知られていない構造の存在を明らかにした。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】地質標本館、変成岩標本カタログ、接触変成岩

【テーマ題目34】[動物化石による古環境指標確立の研究] (運営費交付金)

【研究代表者】利光 誠一

【研究担当者】利光 誠一、中澤 努、兼子 尚知、中島 礼 (職員4名)

**〔研究内容〕**

後期古生代の海山型石灰岩である秋吉石灰岩と青海石灰岩を対象に生物相と堆積相の詳細な観察を行い、海水準変動パターンの時代変化に影響された堆積相累重様式の変化を明らかにした。本研究は国際会議で発表した、引き続き論文作成に向けて作業中である。中生代白亜紀中頃のアンモナイトの記載と、これを指示種とする新たな化石帯の設定を試みた。この化石帯は、北海道から九州まで広く追跡でき、白亜紀中期の地質年代の指標として重要であることを明らかにした。新生代第四紀の下総層群清川層の脊椎動物化石層の発掘を手がけ、その成果を公表すべくシンポジウムを企画した。このコンビナーとして、国内の共同研究者とともに層序・堆積相・化石群などについて議論を深めた。引き続き、論文化を進めている。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕海洋型石灰岩、海水準変動、古環境解析、古生物、層序

**〔テーマ題目35〕〔地質標本データベースの研究〕（運営費交付金）**

〔研究代表者〕利光 誠一

〔研究担当者〕利光 誠一、兼子 尚知、奥山 康子、坂野 靖行、中澤 努、中島 礼、豊 遙秋（職員6名、他1名）

**〔研究内容〕**

RIO-DB 課題である「地質標本科学データベース」を公開した。これは地質標本研究グループが進めている、地質標本館に収蔵されている標本や他機関の標本に関する標本などを調査・研究し、その標本情報をDB化していくもので、複数のデータベース群からなる。特にこの中での当面の柱となる「The Database of Japanese fossil type specimens described during the 20th Century (Web Version)」を部分公開した。また、地質標本館の鉱物分類展示に関するカタログを出版し、産総研地質調査総合センター研究資料集として画像情報とともにWebでも公開した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地質標本科学データベース、RIO-DB、地質標本館、鉱物分類展示、カタログ

**〔テーマ題目36〕〔第四紀標準層序の研究〕（運営費交付金・大都市圏の平野地下地質・構造の総合的解析と地震予測等の応用研究（ユニット融合化共同研究）と共同研究）**

〔研究代表者〕中澤 努

〔研究担当者〕中澤 努、中島 礼（職員2名）

**〔研究内容〕**

本研究は、都市沿岸域研究課題に呼応した平野部の地質に関する調査研究項目であり、関東堆積盆の第四紀層

中の火山灰類について、カタログを出版し、同時代の貝化石について分類と系統の研究を行うことを目的としている。今年度は、関東平野中央部地下の堆積サイクルと火山灰の記載を行い、それらの年代層序に基づき、当地域地下の更新世の地層の対比が従来と異なり、下総層群の基底が従来解釈より極めて浅いことが明らかとなった。この成果は学会誌に公表された。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕第四紀、火山灰層、堆積サイクル

**〔テーマ題目37〕〔島弧における大陸地殻の形成と発達〕（運営費交付金）**

〔研究代表者〕中島 隆

〔研究担当者〕中島 隆（職員1名）

**〔研究内容〕**

西南日本弧の大陸地殻を形成した領家火成変成作用について、花崗岩類および塩基性岩類の全岩化学分析、同位体比分析、顕微鏡による組織観察の結果を用いた総合的考察からマグマ生成モデルを作り、国際誌に論文として発表した。さらにその島弧地殻形成論的な意味づけを国際学会で発表した。パキスタン北部のコヒスタン古島弧について、島弧下部地殻で生産された現地性珪長質物質の分布と岩石学的性質から、初生的花崗岩質マグマの生成環境を推定し、国際学会で発表した。伊豆弧-本州弧会合部に位置する甲府深成複合岩体の総合的な研究を行なった。そのうち芦川・藤野木岩体の岩石学を国内誌に論文として発表、甲府岩体全体の年代学と同位体地球化学を国内学会で発表した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕大陸地殻、領家帯、コヒスタン、甲府深成複合岩体、花崗岩、塩基性岩、マグマ

**〔テーマ題目38〕流況制御による環境修復技術の研究（資金提供型共同研究）**

〔研究代表者〕山崎 宗広

〔研究担当者〕山崎 宗広、田辺 弘道、湯浅 一郎（職員3名）

**〔研究内容〕**

堺北泊地内の海の環境再生を目的に、水槽実験より流況制御による環境修復技術の検討を行った。その結果、流況制御技術としての堤防型離岸構造物の設置は、大和川河川水を港内に導いて停滞域を解消することができ、その効果は均一流体場、密度成層場とも確認することができた。また流況制御技術としての深み埋め込み操作は、港内に強い潮汐残差流を形成することができ、港内水と港外水との海水交換の促進に有効な技術であることが示された。しかし、堤防型接岸構造物の設置は、密度流場において港内の流動規模を小さくする結果となった。これは、接岸構造物の設置によって港内の閉鎖度が増し、密度流による海水交換の効果が小さくなったものと考え

られた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 環境修復、水槽実験、流況制御

〔テーマ題目39〕 鉄鋼スラグを利用した環境修復技術の開発（資金提供型共同研究）

〔研究代表者〕 星加 章

〔研究担当者〕 星加 章、高杉 由夫、湯浅 一郎、  
橋本 英資（職員4名、他2名）

〔研究内容〕

コンクリートで形成された垂直護岸は生物相の単純化や貧酸素水塊の形成など海洋環境悪化の主要因とされている。そこで、コンクリートの代替材として鉄鋼スラグを利用することで、港湾部など極度に閉鎖的な海域での環境修復技術の可能性を評価するための研究を開始した。モデル港湾の設定や環境特性の類型化を行うための基礎資料を得るため、大阪湾北部の約50km に及ぶ海岸線を対象として、垂直護岸における付着生物調査を2005年2～3月に行った。

大阪湾と異なる海洋環境を有する広島湾奥部で、直立護岸で囲まれた海田湾において、地域特性の違いによる環境修復の評価を行うため、鉄鋼スラグ水和固化体への生物付着調査を実施した。調査は冬季であったため生物付着が少なかったが、節足動物以外のゴカイが見られたのが特徴であった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 鉄鋼スラグ、環境修復技術、付着生物、沿岸生態系

⑩【環境管理技術研究部門】

(Institute for Environmental Management Technology)

(存続期間： . . . ～)

研究ユニット長：山崎 正和

副研究部門長：小林 幹男、田尾 博明

所在地：つくば西、つくば中央第5、四国センター

人員：102 (99) 名

経費：1,264,581千円 (622,185千円)

概要：

1. 研究の方向性

本研究部門では、快適で安全な環境の創造を目指した研究開発を行い、環境産業の創出および関連政策の立案・実効に貢献することを目標とする。温室効果気体を含む環境負荷物質の放出と大気、陸域、海洋等への循環メカニズム・環境影響、有害化学物質の環境中挙動、廃棄物対策の環境適合性などを明確にし、適切な環境計測、環境浄化・修復、リサイクル技術の選択と開発、更にこれら技術の評価を行う。

すなわち、

- 1) 環境管理に必要な計測、標準、環境影響等の基盤整備に資する技術・手法の開発－環境計測・監視・挙動系
- 2) 有害化学物質等のリスク削減、環境適合型廃棄物対策を実現するために、環境の浄化・修復、資源リサイクルに資する省エネルギーで省資源な技術の開発－浄化・修復・リサイクル技術系
- 3) 地球温暖化関連物質の挙動・循環の解明、環境影響・対策技術の評価手法などの開発－温暖化評価・対策系

等の研究開発を行い、社会的ニーズとプライオリティを的確に把握し、開発した技術・手法の実用化を図るとともに、国際的な普及・移転を推進する。

2. マネージメントの方針

研究員とグループ長、グループ長と部門との間での十分な議論に基づき、各研究グループの目標を設定し、その達成に向けた具体的な年度計画を作成し、グループ構成研究員の個性、能力を考慮してそれぞれの役割分担を決定する。重点研究課題を担当する研究グループには予算および人的資源の配分などに配慮し、研究の促進を図る。

人材育成、研究ポテンシャル向上のために、若手研究員を中心に海外における研究成果発表、研究交流の機会を支援する。新たな技術ニーズおよび技術シーズを発掘するために、萌芽的研究、調査研究を部門内で公募し、実施する。

研究業務の推進には日常的な切磋琢磨が重要であり、環境研究の総合性および異なる研究分野間の融合による新たな研究の展開を考慮し、研究グループ単位での議論、更には研究員の異動、併任も含めた研究グループ間の交流を促進する。

3. 成果の普及

環境管理技術研究部門においては、社会の要請に対する具体的貢献を実現する研究開発が重要であり、以下のような研究成果の広報・普及を積極的に行っていく。研究開発の内容および研究成果のデータベースを主要コンテンツとする部門のウェブサイトを充実し、研究成果の発信と社会ニーズの取り込みを積極的に行っていく。トピックスについては報道関係への公表、産業界への発信を積極的に行っていく。部門の研究成果発表会を1年に2回開催し、部門の研究活動を紹介するパンフレットを1年に1回改訂発行する。また、研究会などを通じて環境関連の企業団体との交流を深める。JICA 研修を初めとする環境技術の発展途上国への技術移転・普及および地球温暖化対策・評価研究における国際協力を推進し、1年に1回は国際シンポジウム／ワークショップを開催する。

4. 環境管理技術研究部門における重点研究課題

- 1) 省資源・ダウンサイズ環境分析システムの研究開発：化学物質適正管理、環境制御等に必要計測技術確立を目的として、簡易な分析前処理方法、新規な分子認識能を持つ機能性材料、マルチセンサチップ等を開発しシステム化する。
- 2) 有害化学物質・粒子状物質（SPM）の発生源対策技術と環境負荷低減効果の評価：SPM・有害化学物質の発生源・生成機構、大気、陸域、海洋（沿岸）への分配と生態系への負荷を評価する手法及び固定発生源とディーゼル車対策技術の開発・評価を行い、有望技術の完成を促進する。
- 3) 有害化学物質の先端的処理・浄化技術の研究開発：環境中有害化学物質の不拡散・浄化を目的として、各種先端的酸化技術（低温プラズマ、オゾン、触媒、光触媒など）を開発し、省資源でエネルギー効率の高い実用システムを提案する。
- 4) 環境浄化能を強化した土壌浄化技術の研究開発：安全で経済性の高い新規土壌修復技術開発を目的として、有害化学物質と腐植物質の反応を促進する無機及び生態触媒を見いだすとともに、土壌浄化への適用技術・手法を提案する。
- 5) 窒素及び有害化学物質の新規生物学的除去技術の研究開発：規制強化に対応できる新規水浄化技術開発を目的として、有害化学物質を栄養源とするアンモニア酸化微生物群集とその管理方法を開発し、その実用化を図る。
- 6) リサイクル推進及び有害物排出抑制のための粒子分離技術の開発：リサイクルプロセスの高効率化を目指し、固体粒子相互の分離技術を高度化するとともに、廃油粒子の分離・回収技術を開発し、新規な油分の排出抑制システムを提案する。
- 7) 省エネルギー・高選択性金属リサイクル技術の開発：多種多様な金属を含む使用済み製品から、有価金属を省エネルギーかつ選択的にリサイクルすることを目的として、電解法、溶媒抽出法等からなる新規なプロセスの開発を行う。
- 8) 炭素の生物地球科学的循環過程評価の研究開発：海洋のCO<sub>2</sub>吸収ポテンシャル評価を目的として、北太平洋表層における季節的な二酸化炭素循環過程と、太平洋中深層水への人為起源二酸化炭素蓄積速度の解明を行う。
- 9) CO<sub>2</sub>海洋隔離トータルシステム評価技術の研究開発：海洋中に注入されたCO<sub>2</sub>と海水の相互作用解明と海洋環境への影響評価・将来予測、海洋隔離プロセス全体の実効性評価を行う。
- 10) 大気／海洋／植生間のCO<sub>2</sub>交換量・放出量推定手法の研究開発：CO<sub>2</sub>対策の評価ツール確立を目的として、大気／海洋、大気／植生間のCO<sub>2</sub>交換量の観測とその結果を大気大循環モデルにより解析し、放出源・放出量及び吸収量を推定する

手法を開発する。

- 外部資金：
- 経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費  
「低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発」
- 経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発委託費  
「エネルギー・環境技術標準基盤研究」
- 経済産業省 原子力試験研究委託費  
「微視的数値解析手法による地層環境内の物質拡散現象予測の高度化に関する研究」
- 経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）  
「化学輸送モデルを用いた東アジアにおけるハロカーボン排出量の推定に関する研究」  
「海洋上の有機エアロゾルに対する人間活動の影響及びその放射強制力の評価」  
「太平洋の海洋中深層データ解析による長期的二酸化炭素吸収量の解明に関する研究」  
「亜寒帯林森林生態系における炭素収支に関する研究」  
「温帯森林生態系における炭素収支に関する研究」  
「熱帯森林生態系における炭素収支に関する研究」  
「地上データによるリモートセンシング手法の検証と改良（陸域生態系の炭素収支観測データベース構築と総合的解析に関する研究）」  
「有害化学物質の環境中での分解・変質と有害性評価に関する研究」  
「有害化学物質の海洋における起源・輸送・拡散及び予測に関する研究」  
「衛星観測濃度データの四次元同化モデルに関する応用研究」  
試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）  
「有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究」  
「自動車由来有害大気汚染物質の光分解除去に関する研究」  
「ダイオキシン類及び内分泌かく乱物質のセンシングシステムを用いた環境リスク対策の研究」  
「内湾窒素循環過程における干潟・浅海域－湾央域生態系の相互作用の解明」  
「ダイオキシン類による地域環境汚染の実態とその原因解明に関する研究」  
「ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究」  
「ガス状ホウ素化合物による大気汚染監視測定技術及び除外技術の開発」

「二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究」

「都市気候・エネルギー連成モデルによるヒートアイランド対策の総合評価に関する研究」

「ハロゲン化ダイオキシン類似物質の QSAR 分析法と分解処理技術の開発」

「フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究」

「高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究」

経済産業省 基準認証研究開発事業

「産業技術研究開発委託費（ノニルフェノールの国際標準分析法開発）」

文部科学省 科学研究費補助金

「低温プラズマと光触媒の複合反応器による揮発性有機物の高速・高効率処理技術の確立」

「マイクロプラズマで合成したマイクロ反応場を用いたバイオセンシングプロセスの創製」

「硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌の動態解析と数値モデル化による環境影響評価」

「錯体光触媒による環境残留性パーフルオロ酸化化合物の分解・無害化処理」

「酸化触媒反応による難分解性有機塩素化合物の部外か促進に寄与する腐植物質の機能解明」

環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金

「無電解ニッケルめっきにおけるミニマムエミッション化の研究」

文部科学省 若手任期付研究員支援（継続1）

「海洋炭素固定技術に伴う温暖化物質動態解明」

「感温性表面による廃水の革新的処理プロセス」

文部科学省 産学官共同研究の効果的な推進

「環境ホルモン標準物質合成と国際標準化研究」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

「海藻由来の自己免疫増強剤の化粧品原料への実用化研究」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）

「繰り返し可能な透かし模様紙製造の実用化研究」

独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備機構

「平成16年度内湾堆積物表層における酸素循環過程の解明と内湾複合生態系酸素循環モデル構築に関する基礎的

研究（現場調査による湾央域底生生態系における酸素循環過程の解明）」

財団法人鉄鋼業環境保全技術開発基金 第25回（平成16年度）環境分野助成研究（一般研究助成）

「細胞内に硝酸性窒素を蓄積するイオウ酸化細菌を用いた硝酸性窒素除去技術の開発」

「オンサイト型土壤汚染物質高感度簡易測定法の開発」

財団法人亜熱帯総合研究所

「地下浸透海水を利用した低コストサンゴ生産による環境保全技術の開発及び、生態系リサイクル養殖システムによる高商品価値の水産物養殖技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業助成金

「廃電気・電子機器リサイクルのための選択紛砕・容易分離技術の開発」

「ソフト化学的合成方法による省エネルギー型ランプ用蛍光体微粒子の開発」

「貴金属リサイクルのための新規金属分離回収プロセス開発」

「有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 マイクロバブルの圧壊による有害化学物質の高効率分解技術の開発」

財団法人大阪科学技術センター

「高圧水素吸着熱特性解明の研究」

財団法人日立地区産業支援センター

「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（エネルギー変換デバイス用セラミックスナノシートの創製）」

財団法人地球環境産業技術研究機構

「多機能を有する超分子錯体光触媒の開発に関する研究」

財団法人交流協会 共同研究事業

「有害大気汚染物質の光触媒分解技術の開発に関する研究」

社団法人産業環境管理協会

「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（シクロデキストリン分子認識による汚染物質の除去・計測技術開発）」

財団法人造水促進センター

「生物機能促進（有害物質高度処理）効果の検証」

独立行政法人科学技術振興機構

「シュレッターダストの分離・資源化システムの構築」  
「ナノプロセッシング技術による高性能ガス吸着体の創製」

発表：誌上発表181件、口頭発表436件、その他46件

#### 計測技術研究グループ

(Measurement Technology Research Group)

研究グループ長：田尾 博明

(つくば西、中央第5)

#### 概要：

化学物質の適正管理に係る技術基盤の整備・確立を図るため、高感度でコンパクトかつ高精度な次世代環境分析技術を開発する。本目的を達成するため、新規分析装置の開発、分析前処理法の簡易化、センサの開発、マイクロ流体分析チップの開発を行う。また、開発した方法の標準化を行うとともに、環境負荷物質の環境挙動を解明する。平成16年度は、新規分析装置開発では、GC 分析と溶液分析の両方を可能とする ICP-MS インターフェイスを開発した。また、MALDI-MS の新規イオン化法の開発と、電気泳動 (CE) と MALDI-MS とのインターフェイス開発を継続した。前処理法に関しては、光反応を利用する全リン・全窒素酸化分解法を実試料に適用した。また、土壌中の金属をマイクロ波を利用して形態別に抽出する方法を開発した。センサに関しては、ダイオキシンセンサの実用化・製品化に必要な自動分析システムの開発と抗体固定化量の増加法を開発した。VOC センサに関しては、現地観測を通して実用性を評価した。マイクロ流体分析チップでは、微生物細胞の泳動挙動を支配する因子を明らかにし、最適分離条件を求めた。標準化に関しては、光及びマイクロ波を利用した前処理法を標準化するため、実試料に対するデータを取得した。環境挙動の解明に関しては、多環芳香族炭化水素 (PAHs) 及びその水酸化体による環境汚染の実態を把握するため海洋観測と分析法開発を行った。第Ⅱ期に向けて新たに、トキシコゲノミクスに必要な遺伝子センサの開発に着手した。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 粒子計測研究グループ

(Particle Measurement Group)

グループ長：遠藤 茂寿

(つくば西)

#### 概要：

環境に多大な影響を及ぼす微粒子状汚染物質の低減を図るためには、汚染状況、微粒子状物質の状態の計測は不可欠である。そこで当グループでは、大気および液相中の固定発生源、並びに、環境中微粒子状物質の計測技術の開発・高度化を行なうと共に、粒子状物

質の計測および除去に関わる国内および国際標準化を進めている。

燃焼施設を発生源とする10あるいは2.5ミクロン以下の空气中浮遊粒子状物質 (PM10/PM2.5) の濃度を簡便かつ精度よく測定することが可能な定流量等速吸引法に基づくダスト試料採取システム、また、低濃度ダストを簡便・迅速に測定可能な ISO 準拠の大容量ダスト試料採取システムの開発を行なう。前者においては、昨年までに実用化した口径可変式ダストサンブラの制御操作を簡易化・自動化し、より簡単な操作で迅速に精度の高い測定が可能なサンブラを開発した。後者については、大容量ダスト試料採取システムの試作・実証行ない、本手法の JIS/ISO 化を進めている。また、重油燃焼炉とコークス炉で発生する凝縮性粒子の化学組成からその生成メカニズムを明らかにするとともに、有機微粒子の分析を簡便に行う手法を開発した。

大気中に浮遊する微粒子の中で2.5 $\mu\text{m}$ 以下の微粒子を選択的に捕集する装置の標準 (JIS) 化も目指している。原理の異なるサンブラの分級特性を比較検討するとともに、測定における変動要因も検討し、JIS 素案を作成した。

焼却施設における高温排ガス中の有害物質や粉塵を高効率に除去するバグフィルター材の熱や摩耗、反応性ガスに対する耐久性を評価試験する手法の標準化を行なう。16年度には、長時間の高温暴露によるバグフィルター材の強度変化を適正に評価するための基礎データを蓄積すると共に、熱暴露条件や引張条件など耐熱性評価試験法の JIS 化に関する共通テストを開始し、それにもとづいて JIS の骨子について検討した。また、熱劣化に対する寿命予測法の開発を進めている。さらに、共同研究機関である金沢大学にて模擬焼却排ガスに暴露した各種フィルター材の機械的強度変化を評価し、化学劣化を加速試験する方法の規格化に関わる基礎データを蓄積した。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 未規制物質研究グループ

(Potential Pollutants Group)

研究グループ長：堀 久男

(つくば西)

#### 概要：

パーフルオロオクタン酸 (PFOA) 等のパーフルオロカルボン酸類や、パーフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) 等のパーフルオロスルホン酸類およびそれらの塩類は業務用界面活性剤として使用されてきたが、近年その環境残留性や生体蓄積性が明らかとなった。そこで我々はその環境対策の指針の構築のために必要な環境分析法の開発、動態の解明と処理法の開発に取り組んでいる。16年度は作業環境で使用されている誘

導体も含めた分析法の開発、大気-水分配に関する物理化学定数（ヘンリー定数）の測定と環境中活性種との反応性の解明、水中の PFOA を光化学的に分解・無害化する方法の開発に取り組んだ。その結果、10-12g/ml レベルの定量が可能な分析法を開発し、外洋環境中の PFOS、PFOA 等の定量分析を行った。また、解離定数の測定方法を確立し、解離定数と気液平衡の同時測定によりパーフルオロカルボン酸類の基本物質であるトリフルオロ酢酸のヘンリー定数を測定した。また、揮発性のフルオロテロマーアルコールから PFOA が生成する機構について計算化学的に検討した。さらには強酸性光触媒（ヘテロポリ酸）を用いて水中の PFOA をフッ化物イオンと二酸化炭素まで完全分解させることに成功した。

代表的な研究テーマ

- ・「高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究」、山下、公害特研
- ・「水溶性の残留性フッ素化合物の地球環境モデル開発に関する研究」 忽那、内部グラント
- ・「錯体光触媒による環境残留性パーフルオロ酸化化合物の分解・無害化処理」、堀、科研費基盤 B
- ・「フッ素系界面活性剤およびポリマーの環境リスク低減を目的とした分解・再資源化に関する研究」、堀、内部グラント

### 環境分子科学研究グループ

(Environmental Molecular Science Group)

研究グループ長：山田 耕一

(つくば西)

概要：

大気環境中の水の役割に注目し、分子レベル・クラスターレベルの分子科学に立脚して、クラスターや微粒子と物質・光との相互作用を明らかにする。具体的目標は以下のとおり。

- 1) 地域から地球規模の環境影響評価技術の高度化に関連し、硫酸・硝酸や有機物等と水のクラスター会合により生成する大気微粒子の成長過程を観測する技術を開発する。また、大気中温暖化物質等の定量分析精度の向上を目指し、物質と酸素・窒素・水分子等との分子間相互作用や、粒子・光子相互作用に関して、現状より1桁高い精度の分光データを提供し、
- 2) 有害化学物質等の生物濃縮リスク評価技術の開発に関して、有機化合物と溶媒のクラスター形成特性を解明する。
- 3) 環境技術標準基盤技術として分光法を導入する。

第1の目的に関する課題では、運営交付金を用いて、クラスター及び微粒子の特性に関する研究を実施した。この中で、極低温マトリックス中に捕捉されたクラス

ターの赤外線による分光検出、キャビティーリングダウン分光法による気相クラスターの分光検出、溶液中のクラスターレベルの秩序構造を制御する可能性を実験的に示す液滴断片化質量分析実験を実施した。また、大気中温暖化物質等の定量精度向上のため、吸収線パラメータの実験的決定とその信頼性評価の研究、エアロゾルの赤外分光特性からの組成決定に関する研究を実施した。さらに、超音波醸造所受託研究費により超音波霧化ミスト回収のためのミスト性状同定に関する研究を実施した。

第2の目的に関しては、エネルギー需給構造高度化受託研究費による有害化学物質処理プロセスのエネルギー・環境評価の研究を実施、また農林水産省受託研究費によるマルチメディアモデル開発のための物性値パラメータ評価手法の開発を実施し、化学物質の環境動態挙動に関する分子科学的研究を行った。

第3の課題に関しては、エネルギー需給構造高度化受託研究費により発生源インベントリー計測方法の開発を課題として、近赤外ダイオードレーザーによる環境計測技術の研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4、テーマ題目 5

### 光利用研究グループ

(Photoenergy Application Group)

研究グループ長：松沢 貞夫

(つくば西)

概要：

空気および水中の環境汚染物質・有害化学物質によるリスクを低減させるため、これらの光分解除去技術を開発する。このため、本年度は分解で用いる酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) 光触媒の高機能化と可視光化を目的とした基礎研究と、グループ内で開発された各種光触媒材料を用いた VOC 分解実験を行い、実用化に必要な情報を得た。高機能化に関しては、分解率と反応選択性向上のために、 $\text{TiO}_2$  表面に金や銀を析出させる方法および有機アルキルシランを化学的に修飾する方法を確立した。可視光化関係では、開発した (N, C) ドープ酸化チタンの可視光吸収メカニズムをほぼ解明することが出来た。しかし、アセトアルデヒドのような有機物の分解性を高めるため、さらに改良が必要であった。この他、光触媒と低温プラズマ沿面放電との組み合わせによって CO 酸化効率が大幅に向上すること、 $\text{TiO}_2$  半導体光触媒と金属錯体光触媒の組み合わせによって可視光応答性と  $\text{CO}_2$  還元効率の向上が達成できることを見出した。また新しいタイプの光触媒として、 $\text{TiO}_2$  ナノシートの合成と分解活性評価も行った。各種光触媒材料を用いた VOC 分解実験では、当グループが開発した  $\text{TiO}_2$  透明薄膜が気相、液相ともにトルエンをはじめとする芳香族化合物の分解で高

い性能を示すことが証明された。VOC 分解用光触媒材料の性能評価法の標準化研究も行った。

主要研究テーマ：

1. 自動車由来有害大気汚染物質の光分解除去に関する研究
2. 光触媒の応用範囲拡大に伴う二次リスク発生予測と抑止技術に関する研究
3. 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（エネルギー変換デバイス用セラミックスナノシート）の創製

#### 励起化学研究グループ

(Excited State Chemistry Group)

研究グループ長：ニタ村 森

(つくば西)

概要：

低温プラズマ、マイクロ波、光触媒、低温作動型触媒・オゾン酸化触媒・吸着剤などを利用し、ベンゼンやフロン類等、揮発性有機化合物（VOC）の分解・吸着除去効率を向上させる。また、低温プラズマによる燃料改質に関するデータを取得する。赤外円二色性（VCD）立体配座解析装置の開発については有害化学物質の立体構造と毒性の活性相関に関するデータベース公開を行う。平成16年度は、高性能なプラズマ駆動触媒反応器を用いてベンゼンの分解を行ったところ、比投入エネルギーが一定であれば空間速度に関係なく同様の分解率が得られた。また、プラズマ反応器に複合させた酸化チタンに銀を担持すると、白金やニッケルの場合よりも炭素収支と CO<sub>2</sub> 収率が大幅に改善されることを見出した。反応が VOC の0次で進行したため、触媒の寄与が大きいことが確認された。ギ酸が CO<sub>2</sub> の中間体であることがわかった。フッ素系地球温暖化物質の分解では、リン酸アルミニウムの触媒効果が分解物質の化学構造に強く依存することがわかった。プラズマと吸着剤の複合化では、プラズマで生じた活性化学種を利用することで、吸着剤の細孔内部へ吸着した VOC も効率的に分解できることを見出した。さらに、オゾン酸化触媒法では、Mn 酸化物触媒について、その構造とオゾン酸化活性の関係、担体の効果、オゾン酸化反応中に生じる構造変化について検討し、触媒活性が Mn 酸化物の構造ではなく、表面積に大きく依存することを明らかにした。また、脂肪族炭化水素の CO<sub>2</sub> 改質では主生成物として水素と CO が生成し、プラズマの電子エネルギーと熱エネルギーの双方が反応促進に必要であることが明らかになった。

研究テーマ：テーマ題目 6

#### 吸着分解研究グループ

(Adsorption and Decomposition Technology Research Group)

研究グループ長：菊川 伸行

(つくば西)

概要：

当グループは、吸着技術や分解技術を駆使して NO<sub>x</sub> や VOC、廃プラスチック等による環境リスクを削減する革新的なシステム及びそのための吸着剤・分解剤の開発を目指している。具体的には、下記の三つの研究目標をめざして研究を進めている。

- (1) 電磁場を利用した VOC 吸着回収技術の開発と新規吸着剤の創製：中小発生源の VOC 排出削減をめざして、マイクロ波・高周波等の電磁場加熱脱離の機構解明を通じてスチームレス吸着回収技術の高度化を行う。また、高い VOC 吸着能と大きな吸着速度とを兼ね備えたシリカ系多孔体の創製を行うとともに多孔質シリカ膜を創製する。
- (2) 物理的外場を利用した NO<sub>x</sub> 除去触媒技術の基礎研究：実用化の目途が立っていない NO 分解触媒反応について、大気圧低温プラズマやマイクロ波等の物理的な外場と触媒を組み合わせる NO 分解システムについての基礎データを取得するとともに、本法の分解技術としての実用可能性を評価する。
- (3) 廃プラスチックの再資源化技術の開発：廃プラスチックによる環境負荷の低減および資源としての有効利用をめざした研究を行う。水平移動床方式熱分解法と溶媒可溶化分解法を技術ベースとして、ポリスチレン等や含ハロゲン化合物を熱的あるいはマイクロ波照射により分解または脱ハロゲン化を行い、物質収支の測定や分解機構の検討をもとに分解及び脱ハロゲン化に対する支配因子を明らかにする。プラスチック関連環境負荷物質の評価技術と抑制技術に関しては廃棄物中の全臭素含有量の定量分析法の標準化原案を作成する。

研究テーマ：テーマ題目 7、テーマ題目 8、テーマ題目 9、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13

#### 浄化触媒研究グループ

(Catalytic and Electrochemical Purification Group)

研究グループ長：小淵 存

(つくば西)

概要：

当グループでは、主に環境問題のエネルギーサイドについて、問題解決のための先導的技術の開拓および評価を行う。環境問題のエネルギーサイドとは、エネルギー資源の利用に伴って発生する環境汚染対策や、環境技術における省エネの推進などである。また、その手段として、特に触媒および電極反応を要素技術とする研究に取り組む。今中期計画期間においては、ディーゼル車排出粒子状物質（PM）および窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）、燃焼排ガス等に含まれる N<sub>2</sub>O、換気空气中

の揮発性有機化合物を主な対象物質とし、これらの対策に関する新技術を確認する。また、金属の腐食防止および環境中での重金属拡散抑制に関する電気化学的な新技術を確認する。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15

### 浄化機能促進研究グループ

(Advanced Remediation Group)

研究グループ長：辰巳 憲司

(つくば西)

概 要：

有害化学物質リスク削減のため、当グループでは、省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究と、省エネ・低環境負荷型廃棄物対策技術の研究を行っている。

- 1) 省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究では、自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術の開発を目指した。このため、腐植物質が有害化学物質を固定化し無害化する能力に注目し、この能力と植物や太陽光などの自然の浄化能力を融合させた新たな環境修復技術を構築するため、①腐植物質と有害化学物質の相互作用を利用した土壌浄化、②界面導電現象を利用した土壌浄化、③環境浄化に適した組み合わせ植物の創製、の研究を行った。
- 2) 省エネ・低環境負荷型廃棄物対策技術の研究では、平成16年7月に暫定期間が切れるフッ素、ホウ素の低スラッジ処理技術の開発を目指した。まず、ホウ素については、既存処理として唯一効果が認められている、高 pH 域でカルシウムとアルミニウムを併用する方法の改良について検討した。フッ素については、新たな処理剤の開発とその添加量の削減法について検討した。また、プリント基板工場の排水処理では、酸廃液のソフトエッチング廃液とアルカリ廃液のレジスト廃液を同時に、しかも廃液中の銅を採算レベルで回収できる技術の開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19

### 融合浄化研究グループ

(Chemical and Biological Purification Research Group)

研究グループ長：高橋 信行

(つくば西)

概 要：

水中微量有害物質の高度処理技術や環境低負荷型の処理プロセスの確立、微生物生態系機能の解明・評価・制御をめざして、都市域にある染色事業所排水中に含まれる難分解性有機物を対象としたオゾン処理と生物処理との併用による省エネルギー型廃水処理技術の開発、シクロデキストリンを用いた分子選択性を有する新規吸着材の合成とそれを用いた吸着処理プロセス及び促進酸化法による分解法の開発、効率的な環境

浄化を可能とする嫌氣的アンモニア酸化活性の検索と集積について検討した。

オゾン処理と生物処理との併用による省エネルギー型廃水処理技術の開発では、除去効果とエネルギー消費の観点からの最適オゾン処理条件を推定するとともに、オゾン処理と生物処理の連続式処理による有機物除去効果を明らかにし、処理後に残留する有機物成分の推定を原材料特性から推定した。新規吸着材の開発では、表面にアミノ基を有する高分子担体と側鎖にカルボキシル基を有するシクロデキストリンとの縮合結合による新規な吸着材を開発し、トリクレン含有実排水への有用性を確認した。嫌氣的アンモニア酸化 (ANAMMOX) 活性の検索と集積についての研究では、これまで容易ではなかった活性の測定を簡便かつ迅速に行う方法の基本的なデザインを描き、実際に環境及び廃水処理系から得た試料の活性測定を試みた。その結果から問題点を明確にして方法確立の目的を得るとともに、活性検索の対象となるべき試料種を推定した。

研究テーマ (詳細については外部資金の項に記載)

1. オゾン・生物処理併用型高度廃水処理技術システムの研究開発
2. シクロデキストリン分子認識による汚染物質の除去・計測技術開発
3. 効率的な環境浄化を可能とする嫌氣的アンモニア酸化活性の検索と集積

### 界面機能応用研究グループ

(Applied Interfacial Chemistry Research Group)

研究グループ長：廣津 孝弘

(四国センター)

概 要：

海洋希少資源の採取&利用技術の開発を目指し、旧海洋資源環境研究部門における重点課題1)「海水中の希少資源採取吸着材の開発」および重点課題2)「海洋バイオマスの利用技術開発」の研究を行った。重点課題1については、海水中に溶存する有価資源として、リチウム、メタン等を選択的に採取するイオンふるい型吸着剤の設計・開発を精力的に進め、イオンふるい機能を系統的に明らかにし、海水成分を個々に分離する総合的な技術体系の構築を目的とした。平成16年度は、特に、海水リチウム実用化吸着剤及び採取システム開発、高性能メタン吸蔵体の開発を総括するとともに、今後の展開を見据えて、高度吸着技術開発を図った。一方、重点課題2については、海洋性糖鎖機能の活用のため、海藻から抽出・精製することに成功している新規糖鎖認識物質の糖鎖認識機構の解明、特徴的な水素結合ネットワークを持つ海洋多糖類と低分子との分子レベルの複合化による新規ナノ集合体の創製、海洋微生物による希少糖 D-プシコースの代謝等を基

礎的に研究した。

研究テーマ：テーマ題目20、テーマ題目21

### リサイクルシステム評価研究グループ

(Recycling System Management Group)

研究グループ長：大矢 仁史

(つくば西、つくば中央第5)

概要：

循環型社会創生のためには、静脈技術の開発、高度化とともにそれらの技術のシステム化が必要である。そのために、静脈側のリサイクル、リユース技術の情報収集とその環境負荷を把握し、その結果を静脈技術開発に生かすことによって、真に環境にやさしく、循環型社会創生に貢献できるような技術開発を行っている。

静脈側のリサイクル技術開発としては、廃棄物処理を目的とした新しい粉碎技術（アクティブ粉碎技術）開発を行った。粉碎プロセス中での各種粉碎条件を粉碎産物の物性に基づく調整を行い、産物材質ごとに物性に差異を与えるなど廃棄物に適した粉碎方法を提案した。また、赤泥、廃自動車シュレッダーダストを対象に塩素などハロゲン元素を除去する方法として、機械的活性化（メカノケミストリ）を用いた、非加熱、省エネルギー除去技術開発を行った。

これらの技術開発のシステム化に資する研究として、3R を中心とした循環型社会創生を進めるにあたってのコスト、環境負荷の問題を明らかにし、リサイクル、リユースに必要な社会的、技術的課題抽出をおこなった。

研究テーマ：テーマ題目22

### リサイクル基盤技術研究グループ

(Advanced Recycling Technology Research Group)

研究グループ長：小林 幹男

(つくば西事業所)

概要：

廃棄物や使用済み製品のリサイクル基盤技術の開発に向け、高効率で低環境負荷の分離技術の研究を推進している。省エネルギーでかつ廃水処理が不必要な乾式分離技術は実操業にとって有効であるが対象は粗大粒子に限られており、微粒子に対応可能なカラム型乾式気流選別プロセスの開発を行っている。また、高精度な粒子分離が可能な湿式分離技術については、化学試薬を使わないことにより廃水処理が不要となるケミカルフリーな遠心場利用微粒子分離プロセスの開発を行いつつある。また、界面の親水性・疎水性をコントロールすることによる油水を分離する技術開発を行っている。さらに、リサイクルをし易くする立場からの技術開発も実施しつつある。

研究テーマ：テーマ題目23

### 金属リサイクル研究グループ

(Metals Recycling Group)

研究グループ長：田中 幹也

概要：

金属循環型社会を構築するためには、省エネルギー的、高選択的な金属分離回収技術の開発が不可欠である。当グループでは、溶媒抽出法や吸着法による精製技術、電解法による採取技術などの革新を達成することにより、廃棄物および鉱石からの金属回収に関する新規プロセスを提案することを目標としている。また排水中の有害金属を、酸化還元法、沈殿法、吸着法により除去することも検討している。今年度は、無電解ニッケルめっきにおけるミニマムエミッション、省エネルギー的銅電解採取、貴金属の抽出分離等について研究した。

主要研究テーマ：

1. 高効率分離回収システム技術開発 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費（小林幹男）
2. 無電解ニッケルめっきにおけるミニマムエミッション化の研究 環境省廃棄物処理等科学研究費補助金（田中幹也）
3. 貴金属リサイクルのための新規金属分離回収プロセス開発 NEDO 産業技術研究助成事業（成田弘一）

研究テーマ：テーマ題目24

### 大気環境評価研究グループ

(Atmospheric Environment Research Group)

研究グループ長：近藤 裕昭

(つくば西)

概要：

大気環境評価研究グループでは、地表に近い大気中の物質の輸送過程を中心に研究を進めている。現在の研究の中心は、二酸化炭素の大きなリザーバーの一つである植生や森林生態系による大気中の二酸化炭素の吸収量を、濃度プロファイルの変化と Eddy Covariance 法（EC 法）により測定評価すること、および、Large-Eddy Simulation やメソスケール気象モデルを用いたマイクロスケールからメソスケールの物質輸送過程を解明することである。EC 法では岐阜県高山市、北海道苫小牧市、中国ハルピン市郊外の老山、タイ、インドネシア等で観測を行っている。これらの研究は、炭素循環にかかわる陸上生態系の役割や地球温暖化などの気候変化に対する生態系の応答の解明に寄与する。シミュレーションモデルを用いた研究では、複雑な都市温暖化対策の総合的な評価を、ヒートアイランド対策と地球温暖化対策の両面から行った。また、川崎市池上新町の沿道における大気拡散の解析を行った。これらの研究を行うにあたっては、国内外の研究機関、大学等と幅広い共同研究を行っている。

る。

研究テーマ：亜寒帯林森林生態系における炭素収支に関する研究（代表：山本晋、三枝信子、環境省地球環境研究総合推進費）、都市気候・エネルギー連成モデルによるヒートアイランド対策の総合評価に関する研究（代表：近藤裕昭、環境省地球環境等保全研究費）、ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究（代表：近藤裕昭、環境省地球環境等保全研究費）

**地球環境評価研究グループ**  
(Global Environment Study Group)

研究グループ長：鷲見 栄一

(つくば西)

概 要：

本グループは、温室効果物質を含む環境負荷物質の放出と大気、陸域、海洋等への分配・循環メカニズムを明らかにし、環境負荷物質による環境影響や対策技術が及ぼす環境影響の評価手法を開発することを目標とする。二酸化炭素等による地球温暖化対策の評価手法の確立を目的として、大気、陸域、海洋間の交換量の観測と大気輸送モデルにより発生源・吸収源や放出量。吸収量を推定する方法を開発する。海洋の二酸化炭素吸収ポテンシャルの評価を目的として、北太平洋表層における季節的な二酸化炭素の循環過程と太平洋中の深層水への人為起源の二酸化炭素の蓄積速度の解明を行う。海洋中に注入された二酸化炭素と海水との相互作用の解明と海洋環境への環境影響・将来予測、海洋隔離プロセス全体の実効性の評価を行う。大気・水圏中の有害物質を含む粒子状物質の解明と動態予測モデルの開発を目的として、東アジア海域や東京湾等の沿岸海域の上空及び海洋中で沈降する過程や蓄積過程の機構解明やモデル化を行う。

研究テーマ：テーマ題目25、テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目28、テーマ題目29

**環境流体工学研究グループ**  
(Environmental Fluid Engineering Group)

研究グループ長：清野 文雄

(つくば西)

概 要：

本研究グループは、水の流動・相変化特性を最大限利用した新しい環境保全技術を実現するための基盤を確立する。特に、(1) マイクロバブルの流動特性、自己加圧効果を利用した河川・海洋の水質改善技術、ならびに (2) ハイドレートの相変化特性を利用した環境負荷物質の除去技術、CO<sub>2</sub>等の地球温暖化物質の固定技術をターゲットとして、それらの特性を徹底的に解明するとともに、水質改善・物質除去効率を定量的に予測し、実用化技術の開発へ向けた基礎データを構

築することを目的として研究展開を行っている。

マイクロバブルの圧壊による有害化学物質の高効率分解技術の開発では、超微細気泡（マイクロバブル）を効率的に圧壊させることにより生じる大量のフリーラジカルを利用して有害化学物質を効率的に分解する技術の開発を行うことを目的として、産業技術総合研究所において開発した高濃度マイクロバブル圧壊法を化学工場からの実排水処理に適用したところ、発泡を大きく抑えることに成功した。さらに、高濃度型の適用は一次処理（前処理過程）のみで十分であり、2次処理以降は低濃度型でも十分に対応できることを確認した。

ガスハイドレートの省エネルギー連続生成法の開発では、省エネルギー高効率ハイドレート生成プロセスの構築を目標として研究を行い、スタティックミキサーによるハイドレート形成には層流域でのハイドレート塊の形成と乱流域でのハイドレート微小粒子形成の2パターンが存在することが示すとともに、スタティックミキサーの混合効果のうち、ハイドレート塊の生成には流れの分割作用が、微小粒子形成には流れの反転作用重要な役割を果たすことを明らかにした。

フッ素系地球温暖化物質の回収技術では、フッ素系地球温暖化物質のハイドレートをを用いた回収プロセスの確立を目的として、前年度までに取得した HFC-134a-N<sub>2</sub>混合気体の分離平衡データならびに分離速度データをもとにして、総合試験装置を設計・試作して、分離試験を行い、ハイドレートをを用いたフッ素系地球温暖化物質の分離技術を実証するとともに、分離システムの経済性評価を実施した。

研究テーマ：テーマ題目30、テーマ題目31、テーマ題目32

-----  
[テーマ題目1] 省資源・ダウンサイジング環境分析システムの研究開発（運営費交付金）

[研究代表者] 田尾 博明（計測技術研究グループ）

[研究担当者] 田尾 博明、木村 明、野田 和俊、長縄 竜一、中里 哲也、鳥村 政基、佐藤 浩昭、青木 寛、黒澤 茂、愛澤 秀信、津野 宏、兼清 泰正、谷川 實、朴 鐘元、島 忠夫、清野 晃之、伊藤 信靖、孫 麗偉、Ramaswamy Babu Rajendran、関戸 尊子、稲垣 真輔、關根 朝美、赤坂 幹男、片岡 春樹、張替 寛司、黒澤 千佳子、五木田 康利、山平 尚一朗、川嶋 将之  
(職員10名、他19名)

[研究内容]

化学物質の適正管理技術を確立するため、高感度でコンパクトかつ高精度な次世代環境分析技術を開発する。

このため1)高感度分析装置、2)簡易な分析前処理法、3)分子認識センサ、4)マイクロ流体分析システムを開発し、分析に要する時間と経費を1/5以下に低減するし、感度を5倍以上向上させる。これにより重金属、ダイオキシン類、内分泌攪乱作用が懸念される物質に関して、世界の最高レベルの分析性能を目指す。本年度は、1) GC/ICP-MS において、混合ガスプラズマ及びビョリジョンセルを用いることにより、硫黄化合物やハロゲン化合物の検出限界を5~10倍改善した。また、GC/ICP-MS を普及する上で課題となっていた、「GC 分析と溶液分析を同一トーチで可能とする」ための新しいトーチを開発した。これにより GC/ICP-MS 装置の高感度・安定性などを確保するうえで重要な技術開発ができたと考えている。本装置の応用例として、第1期を通して収集した有機スズに関するデータを総括して有機スズの地球規模での分布を解明した。2) 光を用いる前処理法では、各種窒素化合物やリン化合物の光分解効率を、反応時間、光源強度、共存物質等をパラメータとして詳細に調べ、実排水に適用して既存の標準法との整合性を評価した。今後予定されている JIS の改正時に提案する資料を作成した。マイクロ波を用いる前処理では、土壤中金属の形態分析法として、マイクロ波抽出と ICP 発光分析 (ICP-AES) をオンラインで結合したシステムにより、従来に比べて1/10以下の時間で、イオン交換態、酸化物態、有機物結合態などの形態別に分析できる方法を開発した。3) 抗原抗体反応を利用するダイオキシンセンサーは、迅速・多検体分析のためのシステムとして、複数 (96個) のセンサ上で試料抽出液や標準液のハンドリングを行う装置を開発した。これにより分析精度が向上し、分析時間が1/10以下になった。VOC センサに関しては、工場現場試験を行い、GC 法との整合性が高いことを示した。4) マイクロ流体分析システムに関しては、昨年度見直しを行い、内分泌攪乱物質定量的のための電気化学検出マイクロチップの開発から、微生物分離並びに遺伝子定量的のためのマイクロチップ技術の開発へと、研究目標を変更した。このため、昨年度までの電流増幅型マイクロチップの研究成果を論文3報に総括した。新たに、これまで開発してきた微細加工技術を用いて、遺伝子の電気化学検出素子の開発を行った。微生物分離に関しては、乳酸菌や大腸菌の分離条件を明らかにするとともに、世界初の微生物マイクロチップ電気泳動法の成果をまとめた。また、電気泳動装置と質量分析計を結合するインターフェイスの開発に着手した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高感度分析装置、簡易分析、センサ

【テーマ題目2】固定発生源排出微粒子の測定方法の開発 (運営費交付金)

【研究代表者】小暮 信之 (粒子計測研究グループ)

【研究担当者】小暮 信之、大石 昭司、黒木 祐介

(職員2名、他1名)

【研究内容】

1) 発生源 PM<sub>2.5</sub>測定法の簡便化

定流量等速吸引法に基づく口径可変吸引ノズルの制御操作の簡易自動化について検討した。普通形自動試料採取装置の基本ソフトを変更し、あらかじめ定流量値を入力するだけで、測定中に流速の変動が生じても常に等速吸引に必要な吸引ノズル口径が約1秒ごとに指示・出力されるようにした。また、ダスト捕集に伴うろ紙の圧力損失による定流量値の維持は、パルスモータ駆動バルブ式自動制御器が付いたダイアフラム式吸引ポンプ (max. 60L/min) とパルス発信式乾式ガスメータ (0.001L/min で1パルス、max. 30L/min) により、一度設定した定流量条件は常に一定に維持できるようにした。その結果、これまでの口径可変制御バルブの操作が格段に迅速かつ簡便化され、また定流量吸引維持の制御の自動化が行えて、制御バルブの調整遅れによる誤差が解消された。

2) 低濃度ダスト測定法の簡易・迅速化

100~200L/min 程度の平衡形大容量ダスト試料採取システムを試作し、吸引限界、圧力損失、適用流速範囲などの基礎的特性について検討した。80~300L/min の適用が可能な大型のベンチュリ管を試作し、また操作の簡素化と吸引能力の向上を図るために、吸引したガスの乾燥を行わず、耐熱・耐腐食マスフローメータ (米国 Kurz 社製) 用いて高温ガス状態のまま吸引ガスの流量測定を行うシステム構成に改めた。その結果、使用したブロワの能力限界から、112mg のダストが捕集された円形ろ紙では最大吸引流量が約100L/min、175mg のダストが捕集された円筒ろ紙では約240L/min、最大圧力損失はいずれも約-8.3kPa、流速は円形ろ紙で最大23m/s、円筒ろ紙で最大43m/s まで適用できた。

3) 凝縮性微粒子の分析手法

凝縮粒子生成メカニズムについて化学組成を基に重油燃焼炉とコークス炉と比較した。また、有機微粒子分析を簡便に行うため、基板となるシリコン表面における大気中からの汚染物質を除去する解決法を見つけた。

【テーマ題目3】クラスター及び微粒子の特性に関する研究 (運営交付金)

- ・エアロゾル・微粒子等の生成過程の研究
- ・エアロゾルの赤外分光特性からの組成決定に関する研究
- ・吸収線パラメータの実験的決定とその信頼性評価の研究
- ・低環境負荷反応設計技術に関する研究

【研究代表者】山田 耕一

(環境分子科学研究グループ)

**[研究担当者]** 脇坂 昭弘、佐藤 優、小原 ひとみ、  
伊藤 文之、平林 慎一、大木 崇弘、  
Stephen Ross、大野 香代  
(職員4、その他4)

**[研究内容]**

エアロゾル・微粒子等の生成過程の研究では、極低温マトリックス中に固定される水その他の分子のクラスターを赤外線領域で分光的に検出する研究を実施した。他ユニットから引き継いだ超高真空マトリックス生成装置を再立ち上げし、フッ素関連分子の光反応性、水クラスターの検出等の実験を行い、CO と水の2:1クラスター、水と窒素のクラスターについてスペクトルを同定した。高分解能マトリックス分光装置の再立ち上げを行い、装置改良なしでも近赤外領域までマトリックス単離分光が可能であることを確認した。有機分子・クラスターの試料導入のため、既存装置にパルス分子線法を組み合わせた。この装置を用いて、ヨウ化メチルクラスターのマトリックス単離スペクトルの観測を行い、3~5量体のスペクトルをはじめ観測した。今後、極低温マトリックス有機分子・クラスターの分光学的研究をより広い波長範囲(近赤外~紫外領域)まで拡張する。また、高感度分光装置であるキャビティリングダウン(CRD)分光器を第5事業所より移設し、ヨウ化メチルクラスター、ヨウ化エチル分子の紫外光分解生成物の検出から光反応性を明らかにする研究を行った。ヨウ化エチルの紫外光分解については、副次的反応で生成する HI、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>の検出を試みたが感度上の問題から成功しなかった。ヨウ化メチルクラスターの光分解反応の検出に必要とされるさらなる感度向上のため、CRD 分光法を赤外指紋領域に拡張し、1150cm<sup>-1</sup>領域で吸光度数 ppm の検出が可能となった。エアロゾルの赤外分光特性からの組成決定に関する研究では、極成層圏雲(PSCs)や不可視絹雲から鉱物質粒子や有機エアロゾルを対象に、実験室内でのエアロゾルの赤外分光特性の測定を実施した。エアロゾル変数、特に粒子の組成及び量、の定量的な遠隔赤外計測を可能にすることを目標に、PSCs 候補物質(NAT, NAD 等)の反射スペクトル及び空中分散シリカ粒子消光スペクトル測定によるクリスチャンセン帯域付近での定量的な光学解析を行った。多重散乱粒子(シリカゲル)群の示すスペクトルから、吸収ピーク、クリスチャンセン帯域、全平均消光の3変数を基に粒径を求める方法を提案した。

吸収線パラメータの実験的決定とその信頼性評価の研究は、昨年度より引き続き実施し大気中温暖化物質等の定量精度向上のため、基礎データを蓄積した。

低環境負荷反応設計技術に関する分子科学的研究では、液相の化学プロセスで使用される有機溶媒の使用量を削減し、VOC 排出量を抑制するため、液相のクラスター構造に基づいた革新的な液相化学プロセスの設計技術について研究した。理想的な自己組織化プロセスである

DNA 複製プロセスにおける水とイオンの役割について検討し、水の共存下で進むアルコール分子の自己組織化のメカニズムをクラスター構造に基づいて解明した。また、イオンによる分子の自己組織化の制御に関して、酢酸-NaOH 中和反応のクラスター構造変化を解明した。

種々のモデル溶液のクラスター構造解析実験から、水-有機化合物-イオン間の相互作用によるクラスター構造形成が、環境中の化学物質の存在状態に大きな影響を及ぼすことを示した。また、溶液中の溶媒や共存イオンの種類によって、クラスターレベルの秩序構造を制御する可能性を実験的に示した。

**[分野名]** 環境・エネルギー

**[キーワード]** クラスタ、溶液構造、粒子状物質、光化学反応、エアロゾル

**[テーマ題目4]** 超音波霧化ミスト回収のためのミスト性状同定に関する研究(超音波醸造所受託研究費)

**[研究代表者]** 小原 ひとみ

(環境分子科学研究グループ)

**[研究担当者]** 脇坂 昭弘、山田 耕一、大木 崇弘  
(職2、その他1)

**[研究内容]**

水あるいは水-アルコール混合溶液に超音波を照射して生成するミストに関し、粒径計測およびクラスター構造解析を通じて、ミストの生成メカニズムを明らかにすることを目標に、水および水-エタノール混合溶液から生成するミストについて、直径10~1000nm の範囲で粒径分布計測を行い、エタノール含有量、液温および気相温度がミスト粒径を左右することを明らかにした。

ミスト中の不均一構造を明らかにするためのクラスター構造解析に用いるミスト噴霧ノズルを設計・試作した。

**[分野名]** 環境・エネルギー

**[キーワード]** 超音波霧化、ミスト、アルコール

**[テーマ題目5]** マルチメディアモデル開発のための物性値パラメータ評価手法の開発(農林水産省受託研究費)

**[研究代表者]** 脇坂 昭弘

(環境分子科学研究グループ)

**[研究担当者]** 小原 ひとみ、山田 耕一、佐藤 優子  
(職員2、その他1)

**[研究内容]**

精密な有機化合物の拡散移動予測を可能にするため、有機化合物水溶液の物性値と水溶液のマイクロ構造との関係を解明する研究を行った。具体的にはオクタノール/水(二相)分配係数を分子科学的に検討するため、オクタノール相・水相のクラスター構造を質量分析法により検討し、各相における有機化合物の溶解度との関係を研究した。その結果、オクタノール相に共存する水、およ

び水相に共存するオクタノールが、各相のクラスター構造を変化させ、溶解度に影響を与える可能性が明らかになった。また、オクタノール/水（二相）分配係数を拡散移動や生体濃縮の予測に用いる際の問題点をクラスター構造に基づいて分子科学的に指摘した。

#### [テーマ題目6] VOCの高効率分解に関する研究

- ・有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究  
(試験研究調査委託費：地球環境保全等試験研究に係わるもの)
- ・フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究  
(試験研究調査委託費：地球環境保全等試験研究に係わるもの)
- ・有害物質処理技術研究開発  
(エネルギー需要構造高度化技術開発等委託費：低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発)
- ・低温プラズマと光触媒の複合反応器による揮発性有機物の高速・高効率処理技術の確立(若手 A)(研究助成金等：科研費補助金)

[研究代表者] 二タ村 森(励起化学研究グループ)

[研究担当者] 二タ村 森、尾形 敦、菅澤 正己、永長 久寛、金 賢夏、Gurusamy Annadurai(派遣職員)、(職員5名、他1名)

#### [研究内容]

有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究では中小の事業所でも取り扱える小型で安価な VOC 分解除去装置の開発を目指し、排ガス条件によらない高効率の分解除去システムの構築を図る。有害物質処理技術研究開発では、低温プラズマ法、光触媒法、オゾン酸化触媒法等の特徴を有機的に結びつけた高効率・簡易型除去システムの確立に向け検討を行う。フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究では高性能分離膜やハイドレートを利用した回収技術と低温プラズマを中心とした分解技術を開発するとともに、各要素技術の相補的なシステム化を図ることにより、化学構造や排出源を異にするフッ素系地球温暖化物質の工場等の排出源からの大気環境中への放出を抑制し、地球温暖化防止に資する。低温プラズマによるフッ素系地球温暖化物質分解技術の開発では触媒との複合化等によりコンパクトで低コストな分解システムの構築を目指す。さらに、個別の発生源に適合する新規処理システムを設計し、実用化の基本計画を策定する。

有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究では、プラズマ駆動触媒反応器を用い、反応温度、VOC の化学構造、空間速度、システムの耐久性等、最適化に必要な諸パラメータについて検討した。その結果、通常の触媒反応器でみられる

空間速度に対する関係は認められず、比投入エネルギーが一定であれば空間速度に関係なく同様の分解率が得られることが明らかになった。耐久性についても150時間の連続実験において分解能力の低下は認められず、安定した性能が得られることを確認した。

有害物質処理技術研究開発では、プラズマ法とオゾン触媒法の高度化を試みた。プラズマ法では反応場にゼオライトを複合化させることにより、プラズマで生じた活性化学種が利用でき、細孔内部に吸着したトルエンも効率的に分解できることが見出された。オゾン酸化触媒法では、Mn 酸化物触媒の構造とオゾン酸化活性の関係、担体の効果、オゾン酸化反応中に生じる構造変化について検討し、触媒活性が Mn 酸化物の構造ではなく、表面積に大きく依存することがわかった。

低温プラズマと光触媒の複合反応器による揮発性有機物の高速・高効率処理技術の確立に関する研究では、低温プラズマと光触媒を一段式に複合したプラズマ駆動触媒反応器(以下 PDC 反応器)を用いて VOC の種類別の分解挙動などについて検討した。酸化チタン触媒に担持する金属触媒としては銀(Ag)の方が白金(Pt)、ニッケル(Ni)より優れた性能を示し、銀の担持量が多いほど炭素収支と CO<sub>2</sub>の収率が顕著に改善されることがわかった。PDC 反応器による芳香族の分解では、オゾンとの反応性が高いスチレンを除いてすべて0次反応により分解が進行した。この事実より、低温プラズマにより低温で活性化された触媒が VOC 分解反応を促進することが示された。芳香族 VOC の共通中間酸化生成物であるギ酸が PDC 反応器により主に CO<sub>2</sub>まで分解されることから、CO<sub>2</sub>生成の重要な中間体であることがわかった。

フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究では、沿面放電型や無声放電型反応器と、二酸化マンガ、リン酸アルミニウムといった触媒を複合化して C<sub>2</sub>化合物である HFC 類を分解したが、C<sub>1</sub>化合物の分解より触媒効果が小さいことがわかった。CF<sub>4</sub>のように1分子当たりの C-F 結合が多い化合物の分解ではリン酸アルミニウムの触媒効果が顕著であった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 揮発性有機化合物(VOC)、低温プラズマ、光触媒、オゾン酸化触媒、吸着剤、濃縮、分解

[テーマ題目7] 電磁場を利用した VOC 吸着回収技術の開発と新規吸着剤の創製(運営費交付金(特許実用化)、資金提供型共同研究)

[研究代表者] 菊川 伸行(吸着分解研究グループ)

[研究担当者] 小菅 勝典、竹森 信、小林 悟(職員4名、他1名)

### 【研究内容】

中小発生源の VOC 排出削減をめざして、マイクロ波・高周波等の電磁場加熱脱離の機構解明を通じてスチームレス吸着回収技術の高度化を行う。また、高い VOC 吸着能と大きな吸脱着速度とを兼ね備えたシリカ系多孔体を創製するとともに多孔質シリカ膜を創製する。

H16年度においては、通電加熱方式においてベンチプラントレベル（ガス流量50l/min）の吸着回収装置を作成・運転し、実用化の見通しを得た。高周波磁気加熱方式においては誘導加熱の温度制御性・均一加熱を確認し、大型化への見通しが得られた。また、新規シリカ系多孔体の開発ではマイクロ孔と長いメソチャンネルの協同現象の結果として VOC の高吸着能と易脱着能が発現することを見出した。さらに、民間企業との共同研究「繊維状メソポーラスシリカの合成法に関する研究」においては、大量合成のための基礎的反応条件を検討し、珪酸ソーダと Pluronic P123の塩酸水溶液から得られる繊維状シリカについて、30℃～45℃の温度範囲が適当であること、また、塩酸量の30～40%の低減が可能であることがわかった。この繊維粒子は、ロッド状粒子の連鎖体であり、その連結状態をコントロールすることによって、繊維長を約500 $\mu\text{m}$  とすることができ、メソ細孔の大きさは4～7nm の範囲で均一に制御できることがわかった。さらに、フッ化物の混合方法を制御することによって、8nm 以上のメソ孔を有する繊維状シリカ合成条件を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】VOC、マイクロ波、高周波、多孔体、吸着回収、シリカ

### 【テーマ題目8】廃棄物分離分解システム技術開発（外部資金の項に記載）

### 【テーマ題目9】標準基盤研究「難燃剤のリサイクル性を示す規格の標準化」（運営費交付金）

【研究代表者】加茂 徹（吸着分解研究グループ）

【研究担当者】小寺 洋一（職員2名）

### 【研究内容】

（研究目的）：電気・電子機器や自動車に使用されているプラスチック等には難燃剤として多くの臭素が含まれている。これらの廃プラスチック中の臭素量を正確に測定し、最適なリサイクル法を適用するため、臭素量を簡便で正確に測定できる標準化法を確立する。

（年度進捗）：廃プラスチック中に含まれる臭素の分析は、試料をいったん酸素・アルゴン混合雰囲気中で燃焼させ、生成した臭化水素をアルカリ水溶液に吸収させた後、臭素イオンをイオンクロマトグラフで定量分析した。臭素の回収率を高めて定量性を確保するため、トラップカラム、配管洗浄、燃焼温度、燃焼ガス流量（アルゴン、酸素）、試料量、吸収液量、吸収液のアルカリ濃度、還

元剤、還元剤添加量等の影響を検討し、最適な分析条件を検討した。臭素の回収率に対し、トラップカラム、配管洗浄、燃焼ガス流量（アルゴン、酸素）、吸収液のアルカリ濃度は殆ど影響を与えなかった。一方、反応温度は900～1000℃が最適で、吸収液に添加する還元剤の量が分析する臭素量に対して十分過剰であることが重要であることが分かった。

【分野名】標準

【キーワード】臭素、難燃剤、廃プラスチック

### 【テーマ題目10】廃プラスチックの溶媒可溶性回収技術（運営費交付金（部門内部グラント）、鉄鋼業環境保全技術開発基金）

【研究代表者】加茂 徹（吸着分解研究グループ）

【研究担当者】（職員1名）

### 【研究内容】

廃電子機器や廃自動車からのシュレッダーダスト中に含まれているエポキシ樹脂や廃家電に含まれる発泡ポリウレタンなどを効率よく可溶化して重金属・フロン等と分離し、回収したプラスチックを素材資源あるいはエネルギー資源として再利用する技術を開発する。

H16年度においては、テトラリンやシクロヘキサノール中炭酸ナトリウムを触媒として用いた場合、エポキシ樹脂積層板は300℃、30分間ではほぼ全て可溶化され、テトラリン中では250℃でも約70%程度を可溶化することができた。またエチレングリコール等を用いた場合には、添加した溶媒の多くがエポキシ樹脂の分解生成物と反応し、生成物中に取り込まれることが分かった。テトラリンを溶媒として用いた場合でも生成物中にナフタレンはほとんど検出されず、本実験条件下でテトラリンからの水素供与は無視できると考えられる。各有機溶媒中でのエポキシ樹脂の反応挙動から、可溶化には溶媒からの水素供与は必要でなく、溶媒の芳香性や官能基に由来するエポキシ樹脂やその分解生成物との相互作用が重要であり、最適な溶媒を選択することにより、穏和な処理条件で安価な溶媒を用いてもエポキシ樹脂の可溶化は可能であることが示唆された。

また、マイクロ波と混合有機溶媒を組み合わせることで、発泡ポリウレタンを選択的に可溶化し、フロンとポリウレタンを回収する技術を開発した。本溶媒は200℃程度の低温でポリウレタンを可溶化でき、しかもマイクロ波を効率良く吸収し加熱される。通常のプラスチックや発泡ポリウレタンはマイクロ波を殆ど吸収しないが、溶媒をマイクロ波で選択的に加熱することにより、発泡ポリウレタンを可溶化して分離回収することができた。また、溶媒の沸点が200℃程度であるので、過熱による他のプラスチックの分解や溶媒の劣化がほとんど起こらない。本法を用いることにより、粉碎に要するエネルギーと溶媒の使用量を劇的に減らすことに成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】 廃プラスチック、リサイクル、エポキシ樹脂、ポリウレタン、マイクロ波

【テーマ題目11】 水平移動床方式熱分解法による廃プラスチック再資源化技術(運営費交付金、民間企業との共同研究、発泡スチロール再資源化協会助成金)

【研究代表者】 小寺 洋一 (吸着分解研究グループ)

【研究担当者】 (職員1名、他1名)

【研究内容】

エネルギー自立的低コストな廃プラスチック資源化を実現するため、伝熱効率と処理速度に配慮した新型熱分解装置によるプラスチック分解技術を開発する。対象はポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレンである。ポリエチレンとポリプロピレンを水平移動床分解反応装置(ベンチプラント)を用いて熱分解し、燃料油または燃料ガスを得た。発泡スチロール、使用済ポリスチレンリペレット品、およびポリスチレンペレット(未使用)の熱分解と接触分解を実施した。プラスチックと砂を混合した試料を反応装置に内蔵したスクリュウ搬送器により供給した。滞留時間は5分から25分、温度は450～700℃で検討を行った。重量比はプラスチック1に砂10とした。スクリュウ搬送器の回転速度の調節によりプラスチックならびにその分解物の反応器内の滞留時間が調節できることを明らかにし、滞留時間が制御できた結果、生成する燃料油と燃料ガスの生成量比を制御できることがわかった。また、反応器温度と生成物収率の関係についても明らかにした。一方、触媒を砂に混合して反応させることによりプラスチックの接触分解が円滑に進行した。ポリスチレンからは、弱酸触媒の場合、エチルベンゼンが、シリカアルミナ触媒のような強酸触媒の場合、ベンゼンがそれぞれ特徴的な生成物であった。これを利用し、発泡スチロールを熔融減容し、接触分解することで生成油として、ベンゼンなどの有機溶剤を得ると同時に、熔融減容に利用可能な低沸点溶媒を取得することができ、かつ、生成油は接触分解を反応器で実施するための自己燃料としても確保することが可能であることを明らかにした。これをソルボサイクルシステムと名付けた。

水平移動床分解プロセスは、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレンの油化、ポリエチレンとポリプロピレンの燃料ガス化、といった熱分解に有効である一方、ポリスチレンの接触分解にも利用できた。接触分解は従来、プラスチックに対しては適当な反応器がないために実施は困難であったが、スクリュウ搬送器と砂を利用する方法により、連続反応が可能になった。従来のタンク式反応器とは異なり反応時間の制御でき、温度勾配がほとんどないという特徴がある。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 廃プラスチック、リサイクル、油化、燃料ガス化、ポリスチレン、ポリプロピレン

【テーマ題目12】 燃焼排ガス窒素酸化物の分解・還元に関する研究(外部資金の項に記載)

【テーマ題目13】 二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発事業/地球環境産業技術に係る先導研究/断熱用発泡樹脂中の代替フロン等の回収と分解に関する研究(外部資金の項に記載)

【テーマ題目14】 粒子状物質の発生源対策技術と環境負荷低減効果の評価に関する研究:ディーゼル車排出粒子状物質低減技術の有効性評価(運営費交付金)

【研究代表者】 小淵 存(浄化触媒研究グループ)

【研究担当者】 大井 明彦、内澤潤子(職員3名)

【研究内容】

ディーゼル車から排出される粒子状物質(PM)の低減対策技術として、燃料性状変更の効果の評価、および先導的な後処理トラップ技術の探索を行うことを計画としている。今年度、燃料性状変更の効果に関しては、エンジン定速条件において、10～400nmの範囲で粒径分布に及ぼす燃料性状の影響を測定した。その結果、燃料の芳香族炭化水素含有量の増加が、100nm付近の微粒子の個数および粒子径を増加させることを明らかにした。後処理トラップ技術に関しては、電気集じん方式のPMトラップ開発をめざし、電極表面にPM酸化触媒をコーティングした集じん器を試作し、集じん率の経時変化を調べた。その結果触媒の作用により、集じん極に付着したPMが粗大粒子となって剥離しやすくなることを見出した。すなわち、当該集じん器がディーゼルPMを粗大化して2次的に捕集しやすい形態にする効果があることを確認した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ディーゼル車、粒子状物質、燃料性状、ナノ粒子、DPF、触媒、電気集じん

【テーマ題目15】 電気化学反応を用いた環境中化学物質の排出抑制手法の研究(運営交付金)

【研究代表者】 中山 紀夫(浄化触媒研究グループ)

【研究担当者】 小淵 存(職員2名)

【研究内容】

有害化学物質を電極を用いた酸化還元反応により捕集・分解したり、建築物等に用いられる金属材料の劣化を電気化学反応制御により防止することにより、環境中への有害物質の拡散・廃材の排出等を抑制するシステムを開発することを目的とする。今年度、金属材料腐食防止技術については、尿酸による腐食抑制機構の解明を試み、尿酸分子中の7、9位のN原子及び8位のカルボニル基により鉄鋼に単分子吸着して抑制効果を発現することを明らかにした。また、尿酸をセメント重量比で10%程

度コンクリートに添加することにより安定した良好な腐食抑制効果が得られることを確認した。有害物質拡散防止技術については、金属板に多数の貫通孔を設けた多孔性電極スクリーンによる砂中の鉄イオン拡散防止機能の検証実験を行い、長期間にわたり効率よく（スクリーン前後の鉄イオン濃度差は1/10程度以下）拡散を防止できることを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 腐食防止、電気化学反応、有害化学物質、重金属、拡散防止

〔テーマ題目16〕 環境浄化能を強化した土壌浄化技術の研究開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 辰巳 憲司

（浄化機能促進研究グループ）

〔研究担当者〕 辰巳 憲司、福嶋 正巳、市川 廣保、飯村 洋介、澤田 章、金井 桂子、菊地 敦紀、山本 葉子、田邊 恭明（職員5名、他5名）

〔研究内容〕

自然が持つ浄化能力を強化することによって、省エネ型環境修復技術の開発が可能になる。特に、腐植物質が有害化学物質を固定化し無害化する能力に注目し、この能力と植物や太陽光などの自然の浄化能力を融合させた新たな環境修復技術を構築するため、①腐植物質と有害化学物質の相互作用を利用した土壌浄化、②界面導電現象を利用した土壌浄化技術の開発、③環境浄化に適した組み換え植物の創製、の研究を行う。

①腐植物質と有害化学物質の相互作用を利用した土壌浄化では、特に効果が認められた HP-β-CD の添加により有機汚染物質（PCP）が CO<sub>2</sub>にまで分解されるか検討を行った。PCP の減少率ならびに脱塩素化濃度は HP-β-CD の添加により大きく増加した。また、酸化により遊離した塩素原子数は PCP が1mol 酸化されるに当たり HP-β-CD が共存しない場合で1.3-1.8、共存する場合2.8-3.1であった。反応後の生成物について、GC/MS により解析したところテトラクロロキノン、ノナクロロフェノキシフェノール、オクタクロロジベンゾ-p-ダイオキシンのような PCP 塩素が1つ遊離した生成物が主であった。したがって、HP-β-CD を添加した場合の脱塩素数は、PCP の酸化がさらに促進され CO<sub>2</sub>にまで無機化されている可能性が示唆された。<sup>14</sup>C でラベル化した PCP を用い、HP-β-CD が共存する場合と共存しない場合の<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>の生成量の時間変化について検討した。HP-β-CD が共存しない場合、<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>への転化率は1日間反応させても5%程度であったが、共存させると25%にまで増加した。したがって、HP-β-CD による触媒の安定化は、PCP の減少量や脱塩素化量だけではなく CO<sub>2</sub>への無機化に対しても有用であることが示された。

②界面導電現象を利用した土壌浄化技術の開発では、有害な重金属の選択的な溶出とペンタクロロフェノールなどの疎水性有機化合物の無害化に関する技術開発を行った。重金属の選択的溶出については、ヒ素を汚染対象物質とし、ヒ素を溶離させるリン酸を土壌へ送り込むことで浄化するための条件を調査した。その結果、中性付近の pH 条件において数百 mg/kg 程度のヒ素濃度を半減以下にできることを明らかにした。また、疎水性有機化合物の無害化については、鉄ポルフィリン錯体などバイオミメティック触媒と酸化剤からなる浄化剤を双方の電極井戸から土壌へ送り込むことで浄化するための条件を調査した。その結果、浄化剤の移動は粘土質土壌の場合において、電気泳動と電気浸透流が作用し、電気浸透流と逆方向に移動する浄化剤は適用しがたいことが明らかになった。さらに、触媒と酸化剤の電荷が異なるものを双方から送り込むことによって、土壌内の数十～百 mg/kg 程度のペンタクロロフェノールをほとんど分解できることを明らかにした。

③環境浄化に適した組み換え植物の創製の研究では、本年度は、これまでにスクリーニングした植物を用いて実証試験を行い、実用化のための基礎データを得た。また、ハイパーアキュムレーターの培養苗の育種技術を確立し、90%以上の育種成功率を目指した。その結果、8～10ppm のカドミニウムで汚染された土壌を2年以内に浄化出来ることを明らかにした。また、各種の汚染土壌による試験から、汚染土壌によって生育状況や吸収速度に若干の変化が生じたが、十分実用化可能であることが判明した。ハイパーアキュムレーターの組織培養では、培養苗の取得効率をほぼ100%まで高めることに成功し、さらに、全ての個体を順化することにも成功した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 腐植物質、バイオミメティック触媒、汚染土壌、鉄ポルフィリン触媒、シクロデキストリン、ペンタクロロフェノール、酸化分解、超分子触媒

〔テーマ題目17〕 ダイオキシシン類による地域環境汚染の実態とその原因解明に関する研究（試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの））

〔テーマ題目18〕 酸化触媒反応による難分解性有機塩素化合物の無害化促進に寄与する腐植物質の機能解明（科研費基盤研究（B）（2））

〔テーマ題目19〕 重金属リサイクル型産業排水処理剤の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 辰巳 憲司

（浄化機能促進研究グループ）

〔研究担当者〕 辰巳 憲司、森本 研吾、和田 慎二、

坂場 愛、(職員2名、他2名)

## 【研究内容】

重金属を含む排水は、以前から水酸化カルシウムを使う水酸化物沈殿法で処理されてきたが、大量のスラッジが発生し、その処分が大きな問題であった。そこで、スラッジの量を削減できる処理剤開発を目指した。また、平成16年7月に暫定期間が切れるフッ素、ホウ素の低スラッジ処理技術の開発を目指した。

本年度は、昨年度に引き続き銅エッチング排水を対象として、重金属リサイクル型産業排水処理について検討するとともに、プリント基板工場から排出される酸廃液のソフトエッチング廃液とアルカリ廃液のレジスト廃液を同時に処理する方法について検討した。これまでエッチング廃液は、産業廃棄物として処分されてきたが、この廃液と洗浄工程で排出される排水を一緒にして処理し、銅が採算ベースで回収できるスラッジを得ることを目指した。その結果、エッチング排水に廃液を添加して一緒に処理することにより、スラッジ中の銅含有量を絶乾重量で昨年度より高い65%以上にまで高めることができることを明らかにした。また、強酸性のソフトエッチング廃液とアルカリ性のレジスト廃液を反応させて中和し、これらを同時処理する処理では、開発した機能性凝集剤に、これまで処理を困難にしていた高粘着性物質の生成を著しく抑制できる効果があることが分かったので、それを用いたプリント基板工場の新たな処理システムを提案した。

フッ素処理で、本年度はスラッジ発生量を従来の半分以下にできる処理剤を開発するとともに、スラッジを減らすための効率的な処理システムを確立することを目指した。また、ホウ素に対しては、凝集沈殿処理を可能にする新たな処理剤を開発することを目指した。まず、ホウ素については、既存凝集沈殿処理として唯一効果が認められている、カルシウムとアルミニウムを併用する方法に代わる新たな処理法の開発を目指し、これらを使わない全く新たな方法でホウ素を凝集沈殿除去できることを明らかにした。フッ素については、前年度に開発した処理剤を使った新たな処理システムを考案し、スラッジ発生量をさらに削減するとともに、スラッジからフッ素の回収の際に問題になるスラッジ中のケイ素量を1/2にまで削減することに成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】重金属、凝集剤、フッ素、スラッジ

研究番号：試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）

大項目名：ダイオキシン類による地域環境汚染の実態とその原因解明に関する研究

【テーマ題目20】海水中の希少資源採取吸着材の開発  
(運営費交付金、地域新生コンソーシアム研究開発事業、文科省原子力試験研究、

JST 戦略的創造研究推進事業などで行っている「重点研究テーマ」)

【研究代表者】廣津 孝弘

(界面機能応用研究グループ)

【研究担当者】坂根 幸治、苑田 晃成、榎田 洋二、王 正明、Ramesh Chitrakar、梅野 彩、細川 純嗣、多田 憲司、雪 梅、山岸 美貴、手束 聡子、大山 博勤、楚 英豪(職員14名)

## 【研究内容】

海水リチウム実用化吸着剤及び採取システム開発については、工業規模で製造した粒状吸着剤が海水から15mg/g/2週間の吸着性能を発現することを明らかにした。発電所温排水を利用する流動床方式吸着槽からなる採取装置を概念設計し、上記実用吸着剤を用いた1/1000規模のパイロットプラントによる約2kgのリチウム塩の採取に成功した。また、海水リチウムを高純度無水塩化リチウムとして製造するためのプロセス設計を行い、リチウム脱着液中に共存する、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、マンガン、鉄等の金属イオンの除去方法および吸着剤を開発した。海水リチウムを99.99%の高純度の塩化リチウムとして採取・製造するプロセスを完成した。

高性能メタン吸蔵体の開発においては、カーボン-シリカ複合体を鋳型とし、ヒドロキシナフタレン (HN) をシリカ粒子表面に選択的エステル化反応によって固定化し、さらに固定化した HN 間的高温縮合反応によりシリカ粒子表面を極めて薄い炭素層の膜で被覆した後、シリカを取り除くという合成プロセスを開発し、層の極めて薄い炭素の構造体を架橋体とする新規ナノポーラス層状炭素を創製した。新規層状炭素の比表面積は1000m<sup>2</sup>/g 以上であり、充填容積あたりのメタン吸蔵性能は超高表面積活性炭(>2000m<sup>2</sup>/g)より優れていることが分かった。

高度吸着技術の開発を目指し、同位体の分離技術に関して、1m のカラム4本を疑似移動方式で40日間連続実験を行い、長距離展開実験に必要な操作条件を明らかにした。また、この同位体溶離曲線を作成し、多段カラムによる同位体分離の有効性を示した。水環境再生のため、海水中でもリン酸あるいは硝酸イオンに選択性を示す層状無機系吸着剤を開発した。イオンサイズの比較的大きいリン酸イオンや硝酸イオンのようなオキソ酸イオンに対する選択性が層状無機化合物の層間距離と相関することを見出すとともに、相関距離が主として層内の電荷密度によって決まることを明らかにした。これによって、海水系のような多成分系においても、硝酸イオンやリン酸イオンを高選択的に分離・除去できることを明らかにし、多様な水系においてこれらの有害イオンを除去できることを明らかにした。また、水系で持続的な銀系抗菌材料の開発を目指し、銀-アミノ酸錯体の開発を進め、

幾つかのアミノ酸錯体が、海水系でも塩素イオンによる妨害作用がなく抗菌性を発現することを明らかにした。また、これらの銀錯体イオンをイオン交換反応により層状粘土鉱物の層間に挿入固定化できること、固定化の条件によってその徐放性を制御し、抗菌性を長期間発現できる目処を得た。ここに挙げた成果は、これからの健康・環境分野における基盤的技術として重要である。

【分野名】地質・海洋、環境・エネルギー

【キーワード】海水リチウム採取、メタン吸蔵、同位体分離、イオン交換、水系抗菌剤

【テーマ題目21】海洋バイオマスの利用技術開発(運営費交付金、科学技術振興調整費(若手任期付)、高松地域知的クラスター創成事業(「希少糖を核とした糖質バイオクラスター」構想)などで行っている「重点研究テーマ」)

【研究代表者】廣津 孝弘

(界面機能応用研究グループ)

【研究担当者】吉原 一年、垣田 浩孝、篠原 由寛、佃 聡子(職員5名)

【研究内容】

海洋性糖質に特有な機能に着目し、その機能発現メカニズムの解明を目指す。海藻から抽出・精製した海洋藻類由来新規糖鎖認識物質の認識糖鎖を解明するため、認識モデル糖鎖を推定した。また、セルロース誘導体の集合化に及ぼす側鎖の効果、さらには、海洋微生物による希少糖プシコースの代謝産物の同定を行った。

当研究グループで見出した海洋藻類由来新規糖鎖認識物質(ヘマグルチニン)の特異的糖鎖認識機構を解明するため、昨年度までに、被認識単一糖鎖として、中性2糖であるマルトース、あるいはN-アセチル2糖であるN-アセチラクトサミンをビオチニル化後、ストレプトアビジン処理したセンサチップ上に固定化し、ダイゴ豆由来のレクチン結合量を表面プラズモン共鳴法(SPR)法で評価できることを明らかにした。この手法により、単糖単位2以上の糖鎖をマトリックス上に固定化し、市販レクチンにより10RU単位以上のレスポンスがあり固定化できていることを明らかにした。3種類の市販糖鎖について海洋藻類糖鎖認識物質との相互作用シグナルから親和性の順序を比較した。高マンノース型、混成型、複合型糖鎖を比較した結果、複合型糖鎖が最も相互作用が強いことから、海藻由来新規糖鎖認識物質の特異的認識糖鎖として複合型糖鎖を有する構造であることを推定した。

セルロースは、天然で産出する有力な構造多糖の一つであるが、強い凝集性によりその産業応用は著しく限られている。これを解決する方法論として、凝集性の制御に関する基礎的研究が重要である。このため、セルロース骨格を有し、側鎖にキシロースあるいはガラクトキシ

ロースを持つキシログルカンを対象とし、コンゴレッド色素分子を添加した系におけるゲル形成とその分子集合構造を小角X線散乱法により考察した。セルロース骨格とコンゴレッド間に特異的な水素結合及び疎水相互作用が組み合わさってセルロースの分子面間に平面状のコンゴレッド色素分子が介在してシートを形成することが分かった。このことは、セルロース鎖間の水素結合が側鎖の存在により著しく阻害され、セルロースの分子面間の相互作用がコンゴレッド色素分子の介在で増幅されたものと推定される。このことから、セルロースの集合性制御が、セルロースの分子量、セルロースの側鎖構造、さらには他の低分子の共同作用等により可能であり、セルロースおよびその誘導体の機能設計が可能であるとの示唆を得た。

微生物(*Rhizopus oryzae* MYA-2483)の細胞壁キチン質の生産は、希少糖D-プシコースの作用により活性化し、その代謝産物としてD-タリトールとD-タガトースが生成することを、<sup>13</sup>C-NMR及びFT-IR解析により明らかにした。また、このような代謝は、*Rhizopus*属に共通して発現することを明らかにした。

【分野名】地質・海洋、ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖認識、ヘマグルチニン、セルロース、キチン質、希少糖

【テーマ題目22】[環境調和型素材設計と評価](運営費交付金、産業技術研究助成事業、戦略的創造推進事業)

【研究代表者】大矢 仁史(リサイクルシステム評価研究グループ)

【研究担当者】大矢 仁史、内田 邦夫、古屋仲 茂樹(職員3名、他2名)

【研究内容】

静脈側の技術開発としては、アクティブ粉砕技術開発として新たに数種類のスクリーン開度自動制御機構を製作し実サンプルを対象とした粉砕試験を実施した結果、開発した粉砕方法によって粉砕-分級処理による廃プリント基板中の金属・非金属分離のニュートン効率を従来法に対して最大約2倍に、粉砕時の消費電力を最大約4割低減できる可能性を見出した。また、家電シュレッダーダストに対しては分級-粉砕-分級処理により、樹脂回収率94%、樹脂品位97%を達成し燃料化の可能性を見出した。また、赤泥およびシュレッダーダストの再利用に必要な脱塩素技術としてメカノケミカルを利用した脱塩素技術開発をおこなった。従来は乾式メカノケミカル法での脱塩素が行われてきたが、当グループでは湿式のメカノケミカル方に着目し、回分式の湿式メカノケミカル処理において粉砕媒体径が脱塩素効率に大きく影響する事を明らかにした。

さらに、委員会などを通じて「資源循環型都市構築に向けての問題点及び技術的課題の抽出調査研究」を行い、

リサイクルプロセスのコストと再生品市場については大枠明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】循環型社会、リサイクル、システム化、環境評価、

【テーマ題目23】リサイクル基盤技術の高度化（運営交付金、経済産業省委託費）

【研究代表者】小林 幹男

（リサイクル基盤技術研究グループ）

【研究担当者】小林 幹男、日比野 俊行、大木 達也、西須 佳宏、石田 尚之

（職員5名、他6名）

【研究内容】

金属、無機物、プラスチック等を含む複合廃棄物・使用済み製品から個々の素材の分離・リサイクルを省エネルギーかつ高効率、低環境負荷で行うケミカルフリープロセス等を開発することを目的として、0.3mm 粒子の乾式分離技術、10 $\mu$ m 粒子及びエマルジョンのケミカルフリー湿式分離技術を開発して、素材分離工程の環境負荷を低減することを計画している。乾式分離においては、昨年度開発のバイパス型カラムの性能の比較検証を行った。このカラムは、高比重粒子を分岐部分にトラップし、これを選別ゾーンに戻して再度選別する精選機能を付与したものである。これとカタログ上同程度の性能を謳っているジグザグ型カラムとの比較実験を行った。粒径が100-125 $\mu$ m のガラスとジルコニアのモデル粒子を使った実験において、最適条件では、ジグザグ型での分離効率よりもバイパス型での分離効率のほうが高いことが認められ、当該開発技術の優位性が示された。また、このバイパス型カラムの実際のサンプルの分離への適用性を確認するため、プリント基板の粉碎粒子を用いた分離試験を行った。携帯電話廃プリント基板を衝撃粉砕し、平均粒径が約0.3mm 程度になるように整粒した試料を用いた。その結果、基板中に含まれるガラスエポキシまたはプラスチックなどの軽産物粒子と銅粒子の分離においては、分離効率90%以上で分離が可能であることがわかった。ケミカルフリー微粒子分離では、振動場で障害となった気泡が発生しない領域でも、効果的に粒子の種別搬送が可能な水平遠心場による分離機構を見いだした。試験装置を試作して粒子運動解析を行った結果、粒子比重の影響を受けずに粒径別搬送が可能となることが明らかとなった。極少量試料によるバッチ試験の段階であるが、当該分離機構と既存微粒子分離の2段階プロセスにより、10 $\mu$ m 粒子の分離が可能となることが明らかとなった。ケミカルフリー油水分離においては、前年度に基本的な性能を持つことを確認した油水分離材を用い、バッチ式の油水分離プロセスを試作して、その油水分離性能を検討した。油水分離材の基材には、より実用的な耐久性を持たせるためにポリプロピレン繊維を用いた。こ

の表面に感温性分子を導入するため、表面をプラズマ処理することにより活性化した。これを N-イソプロピルアクリルアミドの溶液に浸漬し、重合することにより分子を表面に固定した。この分離材について、ドデカンに水を分散させたモデル廃水で分離試験を行い、40℃以上で、廃水中の油濃度を5ppm 以下に処理できることを確認した。これを用いた油水分離プロセスを構築し、分離性能に与える繊維径、流量、温度の影響を検討して、各パラメーターに対する最適値を見出した。また、油の回収プロセスを試作し、油の脱離性を検討した。空気を加圧して水に溶解させ、これを大気圧に解放することで微細な気泡を発生させ、油分の回収を試みた。その結果、この方法により分離材に吸着した油の9割以上が脱離し、回収できることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】気流選別、遠心場、感温性表面

【テーマ題目24】[有価金属回収技術の高度化]（運営交付金、環境省科研費、経産省委託費、NEDO 助成金）

【研究代表者】田中 幹也

（金属リサイクル研究グループ）

【研究担当者】田中 幹也、品川 俊一、小山 和也、成田 弘一、M. S. Alam

（職員4名、他1）

【研究内容】

(1)無電解ニッケルめっきにおけるミニマムエミッション：使用済み無電解ニッケルめっき液中のニッケルを、LIX84I を用いた溶媒抽出法により分離回収する研究の一環として、弱酸性溶液からの Ni(II) イオンの抽出（正抽出）および硫酸による同イオンの逆抽出において、有機相に添加剤を加えてその速度を向上させることを検討した。縦振とうによる抽出速度の測定結果から、酸性有機リン化合物を添加することにより、正および逆抽出が大きく加速されることがわかった。この結果に基づいて、有機相への PC88A の添加が定常状態におけるニッケルの回収率におよぼす効果を、上下動式カラム連続抽出装置およびミキサーセトラー連続抽出装置を用いて調べた。その結果、20体積%LIX84I に2体積%の PC88A を添加すると、20体積%LIX84I 単独使用のときよりも、大幅に抽出率が向上することが両装置とも確認できた。同混合抽出剤を用いたときにおける諸因子の影響も調べたところ、抽出率の向上には、温度の上昇、pH の増加および水相送液速度の抑制が両装置とも有効であった。また、上下動式カラム連続抽出装置では上下運動幅の増加、ミキサーセトラー連続抽出装置では段数の増加も有効であることがわかった。また、ミキサーセトラー連続抽出装置を用いた2kmol m<sup>-3</sup>硫酸による逆抽出では、温度の上昇および段数の増加が、その効率向上に有効であった。

(2)省エネ型銅電解採取：アノードにおいて熱力学的に予想される反応のうち、約0V（標準水素電極基準）での1価銅イオンの酸化反応及び1.1Vでの酸素発生反応が確認できた。この結果をもとにバッチ式電解を行い、電流効率が100%に達することを示した。さらに隔膜電解を想定した給排水電解に関して反応モデルの構築を行い、給排水系において、低電位を維持しながらの溶液組成の制御の可能性を明らかにした。

(3)貴金属の抽出分離：新規に合成したアミド化合物の中で、*N,N'*-ジメチル-*N,N'*-ジ-*n*-オクチル-チオジグリコールアミド (MOTDA) がパラジウムに対し非常に優れた抽出剤であることを見出した。MOTDAを用いるとパラジウムの迅速な抽出が可能であり、他の白金族金属及びベースメタルからの分離にも優れている。また含浸繊維には、カボック繊維を主成分とする天然系親油性繊維が最適であることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】無電解ニッケルめっき、溶媒抽出、銅電解、貴金属

【テーマ題目25】二酸化炭素等の温暖化物質の発生源・吸収源推定

- ・ 全球大気輸送モデル（運営交付金）
- ・ 化学輸送モデルを用いた東アジアにおけるハロカーボン排出量の推定に関する研究（環境省受託研究費）
- ・ 衛星観測濃度データの四次元同化モデルに関する応用研究（環境省受託研究費）

【研究代表者】田口 彰一

（地球環境評価研究グループ）

【担当研究者】田口 彰一（職員1名）

【研究内容】

ハロカーボンの一種で冷蔵庫の冷媒として利用されている HCFC-22の東アジアからの排出量の推定を試みた。文献で公表された排出量と消滅に関する情報を元に HCFC-22の濃度を産総研の大気輸送モデル (STAG) を用いて計算し、2002年の相模湾上空の大気中濃度および2004年の5-9月の波照間島の濃度との比較から排出量の推定を試みた。相模湾上空の1-7kmの濃度および、波照間島の7-8月の低濃度期間については、STAGの計算結果と観測の差は5ppt以下であった。このことから STAG で用いた、発生源分布、全球排出量の経年変化、大気中 OH ラジカル量、HCFC-22と OH ラジカルの反応速度、反応速度の計算に用いた気温などの推定値は妥当なものだと判断できた。詳細に見ると、波照間島の観測濃度には、季節変動、一週間程度の時間スケールの変動、一日程度のスケールの時間変動が含まれているが、STAGの計算結果から、この濃度は波照間島が北半球大気と南半球大気のどちらに覆われているかに依存するこ

とが分かった。一日の時間スケールで発生する低濃度現象も南半球大気が狭い帯状となって波照間を覆うことにより発生していた。180ppt以上の最大濃度をとまなう高濃度現象は5月から9月までに10回検出されたが STAG濃度は観測濃度より低く、その差は最大で90pptに達した。全発生源を8つの領域に分割して与えた STAGの計算結果に基づくと、高濃度事象には日本の定常な排出源からと思われる場合が4件、韓国が1件、台湾が3件あった。残り2件の排出源は特定できなかった。54箇所の潜在的な発生源を仮定して観測と一致するような発生強度をバック・アトリビューション法で推定したが、観測と STAGの差は約11pptに留まった。

また、旧資源環境技術総合研究所で開発した全球大気輸送モデル (NIRE-CTM-96) のアジョイント演算子を購入・取得し、その基本的な性質を解析した。このアジョイント演算子は NIRE-CTM-96の格子点の一個、すなわち水平2.5度鉛直は30kmまでの間の15層の一点、について1979年1月1日から1999年12月31日までの間の任意の時刻をターゲットとし、その点に影響を及ぼす範囲をアジョイント感度として出力する計算コードである。基本的な性質を確認するため1999年1月31日の18UTC（世界標準時）のサハラ砂漠上空3kmをターゲットとし、積分期間、ターゲット位置の変化がアジョイント感度に及ぼす影響などを調査した。サハラ砂漠の上空を選んだのは二酸化炭素観測衛星 (GOSAT) がデータを取得する可能性の最も高いところと考えたからである。その結果積分期間を延ばしていくと最初は水平方向に風上へ伸びていくが、上昇流が強い領域では情報が下層へ広がっていきターゲットの高度での広がりは押さられること、また地表面での感度分布はターゲットの高度に敏感となることなどが分かった。これらのことは気柱積算濃度とアジョイント感度の関係を調べる基礎となる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】HCFC-22、波照間、二酸化炭素、アジョイント、データ同化

【テーマ題目26】海水中二酸化炭素等の温暖化物質の測定手法の開発と炭素循環過程の解明

- ・ 太平洋の海洋中深層データ解析による長期的二酸化炭素吸収量の解明に関する研究（環境省受託研究費）

【研究代表者】鶴島 修夫

（地球環境評価研究グループ）

【研究担当】鶴島 修夫（職員1名）

【研究内容】

海洋中深層までの二酸化炭素吸収速度とその変動要因を探るため、太平洋域における海水中二酸化炭素と関連する生物化学パラメータについて既存データの集積と時系列データ解析手法の開発・応用を行った。トレーサデータを利用した大気から海洋への人為起源二酸化炭素

蓄積速度の解析法を用いて、定常状態を仮定した場合の太平洋スケールにおける人為起源二酸化炭素の蓄積速度の時空間分布マップを作成した。その結果、北太平洋全体としては1990年代平均で、 $0.54 \pm 0.01 \text{Pg C/year}$  ( $\text{Pg} = 10^{15} \text{g}$ )、また、南太平洋では $0.78 \pm 0.02 \text{Pg C/year}$  の人為起源二酸化炭素を吸収しており、太平洋全体としてはモデル計算から期待される全海洋の人為起源二酸化炭素の約6割を吸収していることが明らかになった。次に、1970年代以降の北太平洋の二酸化炭素データを収集し、統合データベースを作成した。西部北太平洋定点および東経165度の南北断面において、海洋中深層における二酸化炭素の増加速度を見積もり、約1000m 深までの二酸化炭素の増加が実測データから検出された。二酸化炭素濃度の観測値そのものの変動は大気との平衡計算により予想される増加速度より遙かに大きく、海洋循環が定常状態ではない事による影響である可能性が改めて示唆された。一方酸素消費（有機物分解）の効果を差し引いた全炭酸の増加は表層で約 $1.0 \mu\text{mol/kg}$  程度で、1000m 深まで増加が検出された。生物パラメータ時系列解析により、物理的な循環の変動のみならず、生物生産や生物組成の変化が起こっている可能性が示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、吸収速度、太平洋

【テーマ題目27】海洋を利用した二酸化炭素対策技術の評価手法の開発

- ・海洋炭素固定化技術に伴う温暖化物質動態解明（文部科学省受託研究費－科学技術振調整費）
- ・二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究（環境省受託研究費）
- ・深層水汲み上げに伴う海水中二酸化炭素の挙動に関する研究（民間受託研究費）
- ・二酸化炭素の海洋隔離に係わる海洋拡散過程および数値モデルの研究（民間受託研究費）

【研究代表者】鶴島 修夫

（地球環境評価研究グループ）

【研究担当者】青木 繁明、鈴木昌弘、柴本 陽子

（職員2名、他1名）

【研究内容】

相模湾において、深層水の汲み上げ実験に伴う周辺海域の観測調査を行った。本年度は初夏から秋にかけて月一回程度の定期的な観測を実施した。その結果、植物プランクトンの活動やそれに関わる栄養塩、二酸化炭素、生物起源気体などのバックグラウンド的な季節変化が明らかになった。一方、深層放流水の追跡は予想以上に困難であり、蛍光物質の散布などを利用した追跡調査を行

う必要性が示唆された。

二酸化炭素の海洋隔離を実施により影響をする場合の有望な候補海域になるであろう西部北太平洋海域における有機物の分布を調査した。また高二酸化炭素・低 pH 化による影響を強く受けると推測される海洋の物質循環過程について、特に有機物の無機化・分解過程、脱リン酸化過程及び無機炭酸カルシウムの溶解過程に関して、その影響の度合いを定量的に評価するための室内実験を実施した。放出された二酸化炭素の濃度によっては海水中の脱リン酸化活性が増加する可能性のあることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、海洋隔離、環境影響評価、西部北太平洋、深層水

【テーマ題目28】エアロゾルの長距離輸送過程の解明

- ・大気圏・水圏における粒子状物質の挙動（運営費交付金）
- ・海洋上の有機エアロゾルに対する人間活動の影響およびその放射強制力の評価（環境省受託研究費）

【研究代表者】兼保 直樹

（地球環境評価研究グループ）

【研究担当者】兼保 直樹、古賀 聖治（職員2名）

【研究内容】

小笠原父島等の島嶼および富士山頂において長期に観測を行い、人間活動の影響を受けたアジア大陸起源の大気エアロゾルの長距離輸送の状況、その光学的特性を支配する有機エアロゾルおよび黒色炭素粒子の挙動およびその発生源を解析した。父島における観測から、海洋境界層内における汚染物質の長距離輸送の特徴である間欠的輸送が捉えられ、富士山頂で観測された自由対流圏における輸送と比較して顕著な季節性を示した。父島において大陸性汚染気団中で測定されたエアロゾルの複素屈折率虚数部は、WMO WCP-55エアロゾルモデルで Continental Type として採用されている0.01との比較でやや大きい吸収性（ $\sim 0.013$ ）が導かれた。光学式パーティクルカウンタによる長期観測結果から、大陸性汚染気団と海洋性清浄気団の典型的な粒径分布が得られた。また、広域輸送モデルにより、父島に到達した BC の濃度が高い気塊の発源地域は、中国南部を起源とする場合が多いことが示された。父島および済州島でフィルターサンプリングされた有機エアロゾルの分析結果は、ともに冬季に多環芳香族炭化水素類が高濃度を示した。多環芳香族炭化水素類の各物質濃度の季節変化から、父島に到達した燃焼起源エアロゾルには冬季の石炭燃焼等産業起源系のもの、および夏季のバイオマス燃焼系のもの寄与が示唆された。夏季のバイオマス燃焼系の有機エアロゾルは、濃度レベル自体は低いものの、滞留時間の長さから、やはり長距離輸送されたものであることがわか

った。父島における海洋境界層内エアロゾルの光学特性および鉛直分布を詳細にとらえるため、冬季に短期集中観測を実施した。これより、寒冷前線通過時の散乱係数および吸収係数の急増、その際のエアロゾルの鉛直分布、測定値の湿度補正係数等、今後の放射伝達計算に必要なパラメータをほぼセットとして揃えることができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 放射強制力、黒色炭素、吸収係数、バイオマス燃焼

【テーマ題目29】 大気・水圏中の粒子状物質の解明と動態予測モデルの開発

- ・大気圏・水圏における粒子状物質の挙動（運営費交付金）
- ・有害化学物質の海洋における起源・輸送・拡散及び予測に関する研究（環境省受託研究費）

【研究代表者】 鷲見 栄一

（地球環境評価研究グループ）

【研究担当者】 鈴木 昌弘、前田 高尚、青木 繁明

（職員1名、他1名）

【研究内容】

平成15年度に引き続き、春季に日本の南西諸島周辺で行われた大気汚染の集中観測プロジェクト（APEX）に合わせ、広域大気汚染シミュレーションモデルを運用し、観測結果の解析を行った。さらに本州太平洋沿岸部および小笠原諸島上空における広域的な大気汚染物質輸送過程の解明のため、同モデルを用いて、愛知県長久手、小笠原父島における大気中粒子状物質の長期連続観測結果の解析を行った。

東京湾に流入する河川、汽水域および東京湾に関して、現地測定型粒径分布測定装置（セコイア社製 LISST-100）を使って懸濁態粒子の粒径分布（体積濃度）のデータ・ベースを作成した。水質としては、電導度あるいは塩分、水温、懸濁物量あるいは濁度、クロロフィルを適宜に同時観測し、データ・ベースに加えた。千葉灯標、東京灯標、江奈湾干潟では定点観測を行い、海底上の粒径分布（体積濃度）、流速、水温、濁度の時間変化についてデータ・ベースを作成した。これらのデータ・ベースは、部門のホームページ（<http://staff.aist.go.jp/e-sumi/db-index.htm>）で公開した。

東京大学気候システム研究センターで開発されたCCSR Ocean Component Model (COCO) Version 3.4を北太平洋に適用した海洋大循環シミュレーションと結合した低次生態系に基づく物質循環モデルを開発した。海洋沿岸地域から排出された有害化学物質についての数値モデルの精度を向上するために、特に亜熱帯ジャイアにおける生産性の評価の精度向上を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 APEX、広域大気汚染シミュレーション、

粒子状物質、懸濁態粒子、粒径分布、東京湾、海洋大循環シミュレーション、北太平洋、低次生態系、物質循環モデル

【テーマ題目30】 マイクロバブルの圧壊による有害化学物質の高効率分解技術の開発（NEDO 委託費）

【研究代表者】 高橋 正好

（環境流体工学研究グループ）

【研究担当者】 高橋 正好、高田 尚樹

【テーマ題目31】 ガスハイドレートの省エネルギー連続生成法の開発（内部グラント）

【研究代表者】 山崎 章弘

（環境流体工学研究グループ）

【研究担当者】 山崎 章弘、小笠原 啓一、多島 秀男、清野 文雄

【テーマ題目32】 フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究（環境省委託費）

【研究代表者】 清野 文雄

（環境流体工学研究グループ）

【研究担当者】 清野 文雄、山崎 章弘、小笠原 啓一

⑨【環境化学技術研究部門】

(Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry)

(存続期間：2004.5.1～)

研究ユニット長：島田 広道

副研究部門長：浜田 秀昭、原谷 賢治

総括研究員：関屋 章、竹内 和彦

所在地：つくば中央第5、つくば西、関西センター

人員：88 (86) 名

経費：1,443,855千円 (554,376千円)

概要：

1. ミッション

本研究部門では、持続発展社会を実現するために、①環境負荷物質（主として有害物質）排出の最小化、②エネルギー効率の向上・温室効果ガスの排出量削減、③有限資源から循環型資源への原材料転換、の三つの技術目標を掲げ、分離、合成、転換等、化学および化学工学の展開が大きな役割を果たす産業技術の研究開発を進める。この際、長期的観点から、上記最終ゴールを目指す画期的産業技術の研究開発と、短・中期的観点から既存産業の環境負荷低減技術及びエネルギー効率向上技術の研究開発をバランス良く進める。

## 2. 研究の概要

## 1) 反応・触媒・プロセス技術

長期的には化学および化学工学とバイオテクノロジーとの融合による、資源転換、排出物無害化を目指す。短・中期的にはわが国産業の将来像を見据え、国内立地可能な高付加価値製品を中心とした製造技術を対象とする研究開発を行う。また、我が国総体としての温室効果ガス排出削減目標達成のため、既存反応プロセスの大規模省エネルギー技術の研究開発を進める。また、社会ニーズの強い環境浄化技術・省エネルギー技術についても研究開発を行う。

## 2) 材料技術

長期的には、現在の化成品の原材料が順次石油系からバイオ系に変遷することを想定して、研究開発戦略を策定する。短・中期的には、バイオベース材料の応用範囲拡大のための研究開発、実用化を視野に入れつつ進めるべき生物由来材料（バイオマテリアル）の研究開発に注力する。また、ニーズの強い低環境負荷型材料についても受託費等を活用して研究開発を継続する。

以上の観点で、本研究部門では、下記の重点研究課題を選定する。

- ①生物由来原料を用いる化学製品・製造技術の開発
- ②原子利用効率を最大化する未来型反応システム
- ③新規材料の性能を最大活用した分離・精製プロセス技術
- ④環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術
- ⑤大気環境改善を実現し省エネルギーに貢献する次世代ディーゼル技術
- ⑥抜本的省エネルギーを達成するための画期的化学技術
- ⑦豊かな生活環境を創る大気・水資源浄化技術

## 3. 体制・運営

## 1) 体制・運営に関する工夫・努力

本研究部門は産業技術総合研究所の研究ユニットとして研究業務を実施し、その成果を社会に還元すべく技術指導および成果の普及活動を行う。したがって、職員には、まず、主として公的資金によって運営される公的組織の一員であることを自覚することが求められる。具体的には、研究資源の利用にあたって、法律を遵守することはもちろん、公共性、公正性、透明性を確保しつつ、可能な限り高い効率で研究成果を達成することを意識し、これを社会に還元するよう努めることが求められる。ついで、産総研の一員として基本方針、各種規程・ポリシーを十分に理解し、ミッション

に沿って産総研の成果を最大化するよう活動することが求められる。

## 2) 本格研究の考え方

本研究部門における多くの研究は第二種基礎研究、すなわち既知の知識の融合・適用によって社会・産業ニーズに応えようとする研究と位置づけられる。一方、第二種基礎研究の中における位置づけとしては、ともすれば論文・特許等、目に見えやすいアウトプットが現れやすい、開発研究からやや距離を置いた位置に止まりがちとなっている。産業界の研究開発ポテンシャルに疲弊が見られる現状を踏まえ、本研究部門では第二種基礎研究における上流から下流まで、すなわち第二種基礎研究のシーズから開発研究の導入部までを実施する。また、第一種基礎研究については、第二種基礎研究を実施中にしばしば得られる未知現象の原理解明を中心とし、真に新たな技術シーズにつながる可能性のある課題を主対象として実施する。

## 3) ユニット間連携の推進

環境・エネルギー分野に限らず、全研究ユニットとの連携を積極的に推進することを基本方針とする。一方で、研究ユニット間の連携は自然発生的に生まれ・育つとは限らないことから、研究者に有用と考えられる他研究ユニットの情報を連絡し、ユニット間連携を促す。情報交換を促した例としては、バイオサーファクタント（化学物質リスク管理研究センター）、メンブレンリアクター（メンブレン化学研究ラボ）などがあげられる。そのほか、従来から研究者間での情報交換が行われている「低公害ディーゼル利用システム」については、エネルギー技術研究部門、環境管理技術研究部門との連携を強化する。また、マイクロ波利用合成、有機・無機ハイブリッド材料など、多くの部門にまたがる研究課題については、オール産総研での連携が可能となるよう情報交換を強化する。さらに、バイオマス利用技術については、国際展開を視野に入れた協力関係を深める。

## 4) 産学連携・知的財産の考え方

本研究部門では、産総研研究者のオリジナルな成果を核とした技術の研究開発およびその展開を最も高い優先度で推進する。このような課題の研究実施に当たっては、基本特許となるべき発明を単独で行うことを最優先とし、強固な知的財産権を確立した後、共同研究等を通じて技術移転、産業化を進める。一方、本研究部門が進めようとする技術領域の課題のうち、特に集中的研究実施体制が効果的と考えられる社会・産業ニーズの大きい課題については、早期の段階から国家プロジェクトあるいは資金提供を受けた研究コンソーシアム等を通じた共同研究体制により加速的に推進す

る。この場合、技術シーズすべてが産総研オリジナルでないケースも想定されるが、産総研のミッションが産業技術向上への直接貢献であることを踏まえ、さらなる知的財産権の獲得を目指しつつ、技術展開における中核的役割を果たす。個別ニーズに応える産業技術の研究開発課題については、競争関係にある民間企業との適切な関係をもちつつ、早期の技術完成化を目指した受託研究、共同研究を推進する。

外部資金：

- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 PEFCC-電解質の研究
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 省エネグリーンプロセス-高選択性酸化触媒の研究開発
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 省エネグリーンプロセス-新規材料を用いた分離・濃縮技術の研究開発
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 省エネグリーンプロセス-省エネ型光漂白技術
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 省エネグリーンプロセス-ホスゲン代替としての二酸化炭素利用技術
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 超臨界-超臨界流体を用いた新規反応・材料創製プロセス技術
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 高効率冷媒-低環境負荷型大型機器用冷媒の総合評価技術
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 生分解性高分子材料の標準物質
- ・経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費 有害-燃焼排ガス窒素酸化物の分解・還元に関する研究
- ・経済産業省 経済産業省受託研究費 中小企業支援型研究開発/アミン硬化剤を用いた常湿度硬化型漆粘土の製造
- ・経済産業省 経済産業省受託研究費 中小企業支援型研究開発/乾式接着を応用した木質ボードの製造
- ・文部科学省 文部科学省受託研究費(原子力)核廃棄物関連金属配位性のヘテロ元素系化合物の開発
- ・文部科学省 科研費補助金 A ケイ素-遷移金属錯体の合成、構造、反応性および触媒反応への応用
- ・文部科学省 科研費補助金 A ナノ細孔特性制御カーボンゲルを利用した微量環境汚染物質の高効率吸着分離技術の開発
- ・文部科学省 科研費補助金 A 金属錯体ナノ空間に閉じ込めた金クラスターの触媒作用
- ・文部科学省 科研費補助金 A 刺激応答性を有する有機無機ハイブリッド分離膜創成に関する研究
- ・文部科学省 科研費補助金 A 水素化脱硫触媒の XAFS 及び IR 同時測定による in-situ 多次元構造解析
- ・文部科学省 科研費補助金 A 有機リン類合成のクリン化、高度化及び化合物の機能化
- ・文部科学省 科研費補助金 A 有機金属イオンビーム成長法による炭化ケイ素ナノ結晶の自己組織化成長機構の解明
- ・文部科学省 文部科学省受託研究費(科学技術振興調整費)表面科学を活用する新規触媒設計手法の構築
- ・環境省 環境省受託研究費(公害)エコ・アドバンスド技術による高効率環境修復・保全システムの確立
- ・環境省 環境省受託研究費(公害)生分解性プラスチックの適正使用のための分解菌データベース作成に関する研究
- ・環境省 環境省受託研究費(その他)フッ素系温暖化物質の回収・分解技術に関する研究
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO 受託研究費 H14新規/バイオマスエネルギー高効率転換技術開発/セルロース系バイオマスを原料とする新規なエタノール醗酵技術等により燃料用エタノールを製造する技術の開発/もろみエタノールの膜濃縮技術の開発その2
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO 受託研究費 高効率高温水素分離膜の開発事業

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 受託研究費 ナノテクノロジープログラム  
(ナノマテリアル・プロセス技術) / ナノガラス技術  
プロジェクト (ガラス機能制御技術) / 「高次構造制  
御技術」(1)有機-無機ハイブリッド技術
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 受託研究費 内部熱交換による省エネ蒸留技  
術開発事業
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 受託研究費 二酸化炭素削減等地球環境産業  
技術研究開発事業/地球環境産業技術に係る先導研究  
/温室効果ガス代替物質の革新的製造技術開発に関す  
る先導研究
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 受託研究費 有害化学物質リスク削減基盤技  
術研究開発/非フェノール系樹脂原料を用いたレジス  
ト材料の開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 受託研究費 ナノテクノロジープログラム  
(ナノマテリアル・プロセス技術) 精密高分子技術プ  
ロジェクト 高機能材料の基盤研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 平成15年度産業技術研究助成事業 有機 EL  
ディスプレイ用燐光材料の迅速探索システム
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 平成16年度産業技術研究助成事業 ホスホロ  
イル基の高分子骨格への直接導入による有機材料の耐  
燃化
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 平成16年度産業技術研究助成事業 均一系触  
媒の耐水性化による新規水中触媒プロセスの開発とそ  
のメンブレンリアクターへの展開
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
NEDO 平成16年度産業技術研究助成事業 低温ラジ  
カル活性化による炭化水素の気相選択酸化反応プロセ  
スの開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
機関補助金 NEDO 平成16年度研究協力事業 タイ  
国工業廃水の高度処理プロセスの開発
- ・独立行政法人日本学術振興会 JSPS 外国人特別研究  
員試験研究費 ガス分離用無機多孔膜の調製と評価
- ・独立行政法人日本学術振興会 JSPS 外国人特別研究  
員試験研究費 革新的グリーン酸触媒技術の開発
- ・独立行政法人日本学術振興会 JSPS 外国人特別研究  
員試験研究費 革新的二酸化炭素固定化触媒の開発
- ・独立行政法人日本学術振興会 JSPS 外国人特別研究  
員試験研究費 環境調和型付加反応触媒技術の開発
- ・独立行政法人日本学術振興会 JSPS 外国人特別研究  
員試験研究費 高温酸素分離-水素分離ハイブリッド  
膜反応器に関する研究
- ・独立行政法人科学技術振興機構 財団等受託研究費  
コプロダクションシステムのモデリングと解析
- ・財団法人化学・バイオつくば財団 海外研究者招聘旅  
費助成 (中国科学院上海有機化学研究所研究者招聘)  
海外研究者招聘旅費助成 (中国科学院上海有機化学研  
究所研究者招聘)
- ・財団法人地球環境産業技術研究機構 財団等受託研究  
費 プログラム方式二酸化炭素固定化・有効利用技術  
の開発「高分子膜による CO<sub>2</sub>分離技術の開発」最適  
システムの検討
- ・財団法人金属系材料研究開発センター 財団等受託研  
究費 (関東経済産業局からの再委託) 地域新生コンソ  
ーシアム研究開発事業/Zr-Ni 系アモルファス膜利用  
メタノール改質水素製造装置の開発
- ・財団法人地球環境産業技術研究機構 財団等受託研究  
費 地域新生コンソーシアム研究開発事業/LPI 法に  
よるナノ形状セラミックスの高感度ガスセンサへの適  
用
- ・財団法人バイオインダストリー協会 財団等受託研究  
費 平成16年度エネルギー使用合理化システム開発調  
査等委託費 (バイオプロセス実用化開発委託事業) に  
おける生分解性実証試験に関わる研究
- ・財団法人バイオインダストリー協会 財団等受託研究  
費 基準認証研究開発事業「微生物酸化分解試験法」  
におけるシステムの炭素バランスの解析
- ・財団法人中部科学技術センター 財団等受託研究費  
(中部経済産業局からの再委託) 地域新生コンソーシ  
アム研究開発事業/光を利用した省エネルギー型ハロ

ゲンフリー漂白装置の開発

- ・マイクロ化学プロセス技術研究組合 財団等受託研究費 (NEDO 再委託) 配位重合用フロー系マイクロミキサーの開発

発表：誌上発表123件、口頭発表369件、その他22件

### フッ素化合物合成グループ (Fluorocompound Synthesis Group)

研究グループ長：田村 正則

(つくば中央第5)

概要：

フッ素化合物は炭化水素などの非フッ素系化合物に比べ安定性、低表面エネルギー性、親和性、生理活性等多くの優れた性質を有しており、フロンの代替物、含フッ素高分子、医薬・農薬、半導体産業などに広く使用されている。しかしながら、一方でオゾン層の破壊や地球の温暖化などが問題視されその対策が求められている。このため、本研究部門では、オゾン層保護、地球温暖化対策の観点に立って、フッ素化合物の長期温暖化影響及び燃焼性に関する科学的知見を基に、真に環境負荷の低い有用なフッ素化合物の開発を目指している。当グループでは、フッ素化合物の合成技術開発を通し、新たなフッ素化合物の創出、および工業化につながる効率的合成法の開発を進め、環境に配慮し実用物性を満足する好適なフッ素化合物の開発に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目4

### フッ素化合物評価グループ (Fluorocompound Evaluation Group)

研究グループ長：徳橋 和明

(つくば中央第5)

概要：

本研究部門では持続可能な社会の構築発展に向けて、フッ素系温室効果ガスの未来型代替技術の開発を目指している。そのために、科学的根拠に基づいた新規代替物質の評価法の確立とその評価法に基づいた代替物質の開発を行っている。当グループでは、新規代替物質の環境影響評価、燃焼性評価を行っている。環境影響評価では新規代替物質の分解速度、分解挙動や分解生成物の二次的な影響、新規代替物の GWP 値や長期的な温暖化の影響についても検討している。燃焼性評価では、新規代替物の燃焼限界、燃焼速度等を調べ、安全性の高い代替物の開発に貢献することを目指している。また、代替物に適した評価手法の開発、計算化学的手法及び経験的手法による、代替物の大気寿命、分解挙動、燃焼性等の予測手法の開発にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目4

### 分子触媒グループ (Molecular Catalysis Group)

研究グループ長：坂倉 俊康

(つくば中央第5)

概要：

精密に構造の制御された触媒を用いて、環境および資源問題を考慮した効率的合成反応を開発し、持続可能社会実現に貢献することを目標とする。分子触媒の反応制御因子としては、金属骨格、配位子の他に、光反応場、超臨界流体場、マイクロリアクターなどの特異反応場との組み合わせを検討する。合成目標としては基礎化学品、高分子からファインケミカルズまでを範疇とする。研究を進めるにあたってのキーワードは、再生可能資源、環境負荷低減 (ハロゲンフリー、有機溶媒フリー)、高選択性、省エネルギー等である。16年度は、二酸化炭素を媒体あるいは資源として、炭酸エステル合成、ウレタン合成、環状カーボネート合成などに関して新たな高効率触媒系の開発を行う。また水を媒体あるいは資源とする反応に関してマイクロリアクターとの組み合わせ効果を検討する。

研究テーマ：テーマ題目2

### ナノ粒子触媒グループ (Nanoparticle Catalysis Group)

研究グループ長：坪田 年

(つくば西)

概要：

当グループは、関西センターから移動した構成員により、平成15年度に新設された。酸化触媒グループと密接な連携を取りつつ、主な研究対象を金ナノ粒子触媒 (金ナノ粒子が酸化物に高分散担持された触媒) とした環境調和型触媒の研究開発を行っている。金ナノ粒子触媒は他の貴金属触媒とは異なり、金と酸化物の接界面で分子状の酸素が活性化できるため触媒機能は、1) 金ナノ粒子の粒径、2) 金ナノ粒子の形状、3) 担体酸化物の種類、によって制御可能である。この特徴を生かして、気相酸素によるプロピレンの直接エポキシ化反応と常温作動する環境浄化用いる高性能触媒系の開発を行っている。本年度は、金ナノ粒子触媒の特異な反応機構の解明に向けて、金と担体酸化物間の相互作用の実測や、水分効果の考察が進展した。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目7

### 膜分離プロセス研究グループ (Membrane Separation Processes Research Group)

研究グループ長：原谷 賢治

(つくば中央第5)

## 概要：

当グループは、有機高分子、セラミックスそして金属までにあたる膜素材の合成から製膜・評価技術の確立そして膜応用プロセスの開発と、膜分離の基礎から応用にわたる基盤研究を一貫して行うことにより「膜利用高効率エコ・プロセスの構築」に貢献することを第一の目的としている。また、膜工学研究から派生する応用技術の各種工業界へ展開を積極的に行うことを第二の目的としている。具体的ターゲットを環境関係とエネルギー関係の分野に特定し、「膜利用高効率エコ・プロセスの構築」を目標とし、プロセス設計計算を基にして、新規膜素材の探索・合成および膜透過・分離機構の解析評価研究、プロセスの評価解析の検討を行っている。平成16年度は、従来の2倍の酸素生産性を持つ新たな空気分離膜や、従来の10倍の分離性能を持つ水素分離膜の開発を目指した膜素材の合成や膜の調製法の研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 熱利用化学システムグループ

(Energy-Efficient Chemical Systems Group)

研究グループ長：中岩 勝

(つくば中央第5)

## 概要：

当グループでは「省エネルギー」に関して材料技術とシステム技術を一体化した独自の視点により、自ら確保した外部資金を基本として政府の政策や企業活動を通じた持続的成長社会の形成に資する研究を行い、成果を適切な形で発信していく。具体的には化学プロセス及び化学プロセスを利用したシステムにおいて、主として熱利用に関する抜本的な省エネルギー効果を有するシリカ系またはカーボン系の新規吸着材料に係る第2種基礎研究、革新的省エネルギー蒸留技術の開発、エネルギー・物質併産（コプロダクション）システムの評価技術開発、水素分離膜等の非定常操作に関する研究を展開し、炭酸ガス排出抑制など地球環境問題の解決、化学産業等の国際競争力強化等に資する。これらの課題について企業及び大学との共同研究等を行い、新規プロジェクト等の検討への積極的な参画を進める。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 6

## 高機能ガラスグループ

(Advanced Glass Group)

研究グループ長：赤井 智子

(関西センター)

## 概要：

世界的な廃棄物問題が深刻になる中、容器、家電、自動車に使用されるガラスのリサイクル率向上や有害金属の代替技術の開発は急務となっている。本課題で

は、新規な有害物質代替ガラスをはじめとした低環境負荷型のガラスの開発、ガラスからの金属脱離技術の開発や、ガラスからの金属浸出評価について研究を行う。

また、温暖化ガス排出削減のため省エネルギー技術の開発も重要度を増している。その中で、消費エネルギーの大きい照明についてみると、低環境負荷化、省エネルギー化の要請が世界的に強くなっており、それを可能にする新規な高性能蛍光体の開発が囑望されている。そこで、本研究グループでは、省エネルギーに資する材料、特に新規蛍光ガラス材料の開発を行い新しい省エネルギー照明システムの実現を目指す。また最近の化学物質規制から、水銀を使わずにキセノンの放電で発光する水銀フリー照明用の高輝度蛍光体のニーズは高まってきている。そのためキセノン放電での励起（波長172nm）に適した新規蛍光体の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4

## 生活環境技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Green Life Technology)

連携研究体長：木内 正人

(関西センター)

## 概要

身近な生活環境における快適性を維持しながら安心安全を実現し、持続可能な発展を行っていくために、生活環境に直結した産業・商品の低公害化を目指す。当連携研究体においては、企業との共同研究を通じてこの目的を達成する。VOC や悪臭物質を分解するためのプラズマ条件を検討した。その際に発生する中間生成物についても検討した。微生物を利用して排水浄化を行うための担持体技術を検討した。低品位石炭を酸処理して活性化し、微生物担持体として利用する技術を開発した。これを応用し、業務用厨房排水への適用を図った。

研究テーマ：テーマ題目 7

## 機能性高分子グループ

(Advanced Polymer Group)

研究グループ長：竹内 和彦

(つくば中央第5)

## 概要：

高分子材料の特性制御を、製造プロセスを通じて革新するため、有機化学、高分子化学、触媒化学、高分子構造解析、高分子物性解析の知見および技術を基として、重合による高分子一次制御、改質による高分子高次制御を行う基盤技術の開拓を行っている。反応場制御として、高分子合成における外部反応場、触媒反応場の制御に着目し、マイクロ波照射による重縮合の

促進（ポリコハク酸ブチルの迅速合成）、金属触媒による構造制御（末端・側鎖に異なる極性基を含有するポリプロピレン多元共重合の制御、透明で  $Td5=800^{\circ}\text{C}$  程度の超耐熱性を持つカルボシラン系ポリマー、可溶性かつフィルム化が可能な電子輸送材料となるトリフェニルアミン誘導体）を開発した。また、ポリマーゲルの多孔質構造の制御方法について検討し、連続的な空孔を有し、温度変化による水の吸放出や、有機溶媒吸収能に優れたハイドロゲル、オルガノゲル両用の機能性ゲルを得た。

研究テーマ：テーマ題目 2

### バイオベースポリマーグループ

(Bio-based Polymers Group)

研究グループ長：相羽 誠一

(関西センター)

概要：

持続可能社会の実現のためには循環型資源への原材料転換が急務であり、再生可能なバイオマスから製造されるプラスチック（バイオベースプラスチック）は21世紀のクリティカルマテリアルとして期待されている。これを実現するために当グループにおいては、バイオマス由来原料からのポリマーの製造、高機能化酵素の開発、多糖の機能化、バイオベースプラスチックの知的基盤の構築（分解菌データベース、標準物質）などに取り組んでいる。具体的には、新規生分解性プラスチックとしてのポリアミド4の物性を改良するために機能性開始剤を用いて2-ピロリドン重合し、特異構造を有するポリアミドを合成する。また、ポリアミド4のモノマーである $\gamma$ -アミノ酪酸をグルタミン酸から製造するための酵素法を開発する。土壌中での生分解性プラスチックの分解予測の基礎データを得るため、分解菌の分離、同定、分解挙動解明を行い、分解菌データベースを作成する。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 循環型高分子グループ

(Renewable Plastics Research Group)

研究グループ長：田口 洋一

(つくば中央第5)

概要：

地球環境への負荷を最小にする優れたプラスチックの開発を目標に、①高機能性生分解性プラスチックの開発、②バイオマス原料を利用した生分解性プラスチックの開発、③生分解性プラスチック標準物質の作製、④環境適合型ポリマーの開発を検討した。生分解性プラスチックの高機能化としては、プラズマ表面処理や共重合を利用した新規生分解性ポリマーの調製を検討し、重合速度の短縮のために触媒や添加物の影響を検討した。バイオマス原料を利用した生分解性プラステ

ックの開発としては、バイオマスであるリグニンをベースにしたエポキシ樹脂の共重合やコンポジットの効果を検討した。また、バイオマスから発酵法で得られるコハク酸アンモニウム塩の新規分離・精製法についても検討した。生分解性プラスチック標準物質の作製としては、コンポスト中での簡易生分解評価法の国際的なテストに参加し、国際規格 ISO の制定に向け協力した。また、産総研がその対象物を供給し、標準物質としてのデータの蓄積も行った。環境適合性ポリマーの開発としては、新規耐水性触媒や高性能分離膜の機能を持つポリマーの調製を検討した。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 精密有機反応制御グループ

(Organic Reaction Control Group)

研究グループ長：林 輝幸

(つくば中央第5、西)

概要：

21世紀の化学産業を、地球環境保全と両立させつつ発展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷を低減し、汚染を未然に防止する必要がある。なかでもファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃棄物が多く出る E ファクターの高い反応の効率化と選択性向上が求められている。当グループは、1) 新しい触媒反応系開発として、二酸化炭素の活性化を目指していくつかの新規ビスマス錯体を合成し、構造を明らかにした。また、炭水化物系バイオマスを原料とする触媒的化学品製造技術の検討を開始した。2) ハロゲンフリープロセスとしては、抗菌性等が期待されるスルフェンアミド類の塩素を用いない合成法を確立し、種々のアミノ酸誘導体を合成した。また、ハロゲン系薬剤を用いないパルプの光漂白の検討を開始するとともに、綿布の光漂白について、79%の省エネルギーを達成し、実機レベルでの試験を開始した。ハロゲン系難燃剤を用いずにポリマーを難燃化するため、有機リン系ポリマーの合成や、ケイ素系化合物の添加効果を種々検討した。3) マイクロ波を用いる合成法が、燐光型有機 EL 材料として期待される新規イリジウム錯体合成にも有効なことを見いだした。また、レーザー光化学反応プロセスの機能性化学品合成の検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 6

### 酸化触媒グループ

(Oxidation Catalysis Group)

研究グループ長：テッド 大山

(つくば西)

概要：

当グループは、米国バージニア工科大学のテッド大

山教授をグループリーダーとして招聘することにより、21世紀における触媒研究方法論の新しい潮流と産総研における触媒研究の連携を作るべく、平成14年5月に設立した。当グループでは、化学プロセスの中で20%以上のシェアを有する選択酸化反応を対象に、特に、従来困難であった気相酸素を用いたプロピレンの直接エポキシ化反応に重点をおいて、新規触媒系の研究開発を行っている。また、新規触媒系の系統的な探索研究を目指して、反応下での触媒構造・物性解析手法の開発を行っている。本年度は、新に常勤職員とポストドク研究員の加入により、それぞれの研究実績を生かした in situ (その場) 触媒解析技術を拡充した。その結果、Ag 触媒系について、反応中の Ag 状態に関する知見が得られ、反応機構を整理することができた。

研究テーマ：テーマ題目2

### NOx 除去触媒研究グループ

(DeNOx Catalyst Group)

研究グループ長：藤谷 忠博

(つくば中央第5、西)

概要：

地球環境及び都市環境の保全のため、種々の燃焼器、エンジン、化学プロセスなどの効率を改善するとともに、それらから排出される環境負荷物質を除去、低減する新規技術の開発が不可欠となっている。当研究グループは、触媒設計の観点で、NOx を始めとする有害物質を除去するための新規触媒及び触媒システム技術を開発することを目標としている。また、当グループでは、触媒化学、表面科学、計算科学の三つの手法を総合して、排気ガス中の有害成分を除去するための触媒システムの開発を行う点で世界的にもユニークなグループである。平成16年度には、革新的技術開発の基礎となる新規触媒、触媒材料を探索するとともに、触媒の働きを助ける物理的外力の利用など触媒開発のブレークスルーを得ることを目指す。

研究テーマ：テーマ題目5

### バイオ・ケミカルプロセスグループ

(Bio-Chemical Processes Group)

研究グループ長：柳下 宏

(つくば中央第5)

概要：

環境汚染物質の排出抑制や地球温暖化防止には省エネルギー、低環境負荷の化学プロセス、エネルギー生産プロセスの開発が不可欠となっている。そこで、バイオマス等未利用資源の積極的な活用を目的として、適応可能な機能材料化手法や反応分離プロセスを探索すると共に、その際に必要となる要素技術の検討を幅広く行うとともに、これらのプロセスで必要となる新しい環境調和材料や機能性分離膜の創製技術、評価技

術及び、その適用技術に関して研究開発を行っている。

具体的には、エタノール選択的透過性を有する高性能なシリカライト膜等を用いて、醗酵エタノールを醗酵槽から連続的・選択的に回収し、エタノールを高濃度に濃縮する基礎技術の検討、電気化学的手法による無機物を膜素材とした製膜法の開発、各種膜素材を用いた相転換法による高性能分離膜の作製、環境浄化技術への適応を目指したバイオサーファクタント(生物由来の界面活性剤)の探索・選定、糖蜜からの黒色素等有機成分の回収等を検討した。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目7

### 高選択酸化技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Fine Oxidation Technology)

連携研究体長：佐藤 一彦

(つくば中央第5)

概要：

酸化反応は化学品製造の中の最重要プロセスであるが、環境汚染が強く懸念されるプロセスであり、早急に近未来の実用を念頭に置いた環境調和型プロセスへと転換する必要がある。クリーンな酸化剤である過酸化水素を用いた選択酸化技術の開発は、医薬品や電子産業等の成長期待産業用途の化学品製造プロセスでのリスクおよび廃棄物削減につながる。本連携研究体では過酸化水素を酸化剤とし、1) 近未来レジスト材料として有望な二官能性エポキシモノマー原料の選択酸化に有効な触媒系を見出した。2) 植物油(バイオマス)から工業的に有用なジカルボン酸の選択酸化合成で転化率80%、収率80%を達成した。3) 医薬品中間体や香料原料として用いられる不飽和アルデヒド類の選択酸化合成で選択率80%を達成した。

研究テーマ：テーマ題目2

-----  
[テーマ題目1] 生物由来原料を用いる化学製品・製造技術の開発

[研究代表者] 相羽 誠一(環境化学技術研究部門バイオベースポリマーグループ)

[研究担当者] 相羽 誠一、山野 尚子、中山 敦好、竹田 さほり、河田 悦和、川崎 典起、田口 洋一、広津 敏博、増岡 登志夫、廣瀬 重雄、船橋 正弘、国岡 正雄、藤田 賢一、大石 晃広、飯尾 心、増田 隆志、二宮 芙実、橋本 美香、村木 孝仁、櫻井 貴之  
(職員15名、他5名)

[研究内容]

未利用バイオマスなどの生物由来原料から生分解型環境低負荷プラスチック等の開発を目指して、ポリエステル、ポリアミド、ポリエステルアミド、セルロース誘導

体などの開発を行うとともに、バイオマス由来原料のモノマーへの変換反応を検討する。また、生分解性プラスチックの普及を促進するため、生分解性プラスチックの機能の向上、生分解性プラスチック合成に適した重合触媒の開発を行う。

ポリアミド4の高性能化を図るため、様々な特殊構造を高分子鎖中に導入することを試みた。本年度は特殊構造としてラジカル発生機能を有するポリアミド4を合成し、融点、引張強度、生分解性について評価した。カルボン酸誘導体として分子の中央にアゾ基を有する二塩基カルボン酸の塩化物を合成した。この開始剤を用いることで、線状のポリアミド4を合成し、これを用いて酢酸ビニルを重合することができた。得られたブロック共重合体は引張伸びが大幅に向上した。

グルタミン酸から $\gamma$ -アミノ酪酸を酵素法で製造するプロセスに必要な補酵素を検出するため、グルタミン酸デカルボキシラーゼを用いたアッセイ系を作成した。

バイオマスから発酵法で得られるコハク酸アンモニウム塩の分離精製法として、新しいエステル化を用いる方法について企業との共同研究を行った。生分解性ポリエステルの高機能化のため、プラズマ表面処理や共重合によるポリマーの物性改良を検討した。ポリブチレンサクシネートの合成においては、コハク酸と1,4-ブタンジオールに少量のアスパラギン酸を添加して重合することにより、短時間で高分子量のポリマーが得られ、分子量分布が広がることが明らかになった。また、ラクチドやラクトンの開環重合にデンドリマー系触媒や希土類トリフラート触媒などの新規触媒の検討を行った。

バイオマスであるリグニンをベースにしたエポキシ樹脂に、天然カルボン酸として酒石酸等を共重合させたり、セルロース微粒子を充填することにより物性が向上することを見出した。また、セルロースの混合エステル製造についても検討した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 生分解性プラスチック、ポリアミド、 $\gamma$ -アミノ酪酸、ポリエステル、セルロース、リグニン、エポキシ樹脂

【テーマ題目2】 原子利用効率を最大化する未来型反応システム

【研究代表者】 竹内 和彦（環境化学技術研究部門総括研究員）

【研究担当者】 佐藤 一彦、清水 政男、碓井 洋子、大越 雅典、小笠原 徳丈、矢澤 秀秋、テッド 大山、阪東 恭子、三村 直樹、高橋 厚、Lu Jiqing、Juan Jose Bravo Suarez、濱川 哲康、坪田 年、伊達 正和、前田 泰、Chowdhury Biswajit、坂倉 俊康、宮沢 哲、安田 弘之、高橋 利和、小野澤 俊也、

崔 準哲、林 輝幸、小林 敏明、大内 秋比古、島田 茂、韓 立彪、富永 健一、今野 英雄、小野 豊、Yin Shuangfeng、Li Yonghua、趙 長秋、Dilip Chandra Deb Nath、Xu Qing、鈴木 利明、篠原 由寛、猿渡 篤、入波平 龍一、小堀 重人、川村 綾香、森田 佳美、川出 芳瑞、井上 純一、杵築 文仁、竹内 和彦、杉山 順一、田中 進、岸 良一、山下 浩、萩原 英昭、長畑 律子、Velmathi Sivan、荒沢 弘子、松田 有趣、山田 太一、佐野 太祐（職員30名、他29名）

### 【研究内容】

持続可能社会形成に向け、我が国の化学産業では高付加価値製品をより少ない資源やエネルギーを用い、より安全に高品質製品を製造するプロセスの実現が喫緊の課題とされている。特に、医薬品や電子材料などの高機能性化学製品製造分野では副生廃棄物が多く、大量の有機溶剤を使用するなどの環境負荷の高い製造プロセスが中心となっており、環境負荷を抜本的に低減する新規製造プロセスの開発が求められている。本研究開発では、環境負荷の高い酸化反応を始めとした各種化学品製造プロセスに対し、過酸化水素や酸素を直接利用する選択酸化技術や超臨界流体利用技術、複合機能膜技術などに加え、マイクロ波やマイクロリアクターなどの新しい反応場を利用する高選択合成に係る先進的要素技術を、高いポテンシャルを有する触媒技術・有機合成技術と複合・集積化することにより、原子利用効率を究極まで高めた未来型反応プロセスの実現を目指した技術の開発を行っている。

選択酸化反応では、これまで過酸を用いて行われていた環状ケトンの酸化開裂によるジカルボン酸合成で、タングステン酸を触媒とし過酸化水素を酸化剤とすることにより、環状ケトンからジカルボン酸を高収率で得ることができ、有機溶媒不要かつ水以外の副生成物がないクリーンな反応を開発できた。また、酸素/水素による気相一段エポキシ化では、金ナノ粒子触媒系で、塩基性ガスを反応ガス中に微量に添加することにより、初期性能を維持しつつ触媒活性の経時劣化抑制と水素利用効率の向上に成功した。

反応の高選択率化・高効率のキーテクノロジーである新規触媒技術では、原子利用効率の高い有機リン化合物合成法について、安価なニッケル触媒の効率を高めることに成功した。二酸化炭素を原料とするヒドロホルミル化反応が、反応場の工夫により、種々の原料に適用可能で、高収率でアルコール類を与えることを見いだした。また、触媒的ヒドロアミド化反応でアミドを高収率で与える反応系等を発見した。さらに、トリメチルホスフィ

ンを配位子とする二核一価ロジウム錯体が高い反応性を有し、常温常圧で塩化メチレンの二つの炭素―塩素結合を同時に切断し、二核架橋メチレン錯体を高収率で与えることを見いだした。金属触媒によるポリマーの構造制御技術として、末端・側鎖に異なる極性基を含有するポリプロピレン多元共重合体、透明で  $Td5=800^{\circ}\text{C}$  程度の超耐熱性を持つカルボシラン系ポリマー、可溶性でフィルム化が可能な電子輸送材料となるトリフェニルアミン誘導体等の効率的合成法を開発した。この他、温度変化による水の吸放出や有機溶媒吸収能に優れたハイドロゲル、オルガノゲル両用の連続多孔質構造をもつ機能性ポリマーゲルを合成した。

マイクロリアクターは、流体制御による高度な反応制御や温度制御等の特長を有し、少量多品種生産に適した生産プロセスとして注目されている。我々は、マイクロリアクターを用いることにより多相系反応が大幅に促進されると期待し、水溶性パラジウム触媒を用いる有機／水二相系での炭素―炭素結合生成反応（鈴木反応）を試み、その結果フラスコ中での回分型反応に比べて大幅な収率向上が達成できることを見いだした。

また、被加熱物を内部から高速かつ均一、選択的に加熱するマイクロ波エネルギーを化学合成へ応用することにより、反応の高速化や選択性向上、無溶媒化が可能となり、これにより従来にはない機能性材料の合成とともに、製造プロセスをコンパクトにし、効率の向上や省エネ化が実現できると期待されている。これまでに有機 EL 用イリジウム錯体の合成にマイクロ波エネルギーを用いることにより高効率・高純度化できることを見いだしていたが、今年度はこのマイクロ波合成法のスケールアップに成功し、実用化への目途を得た。また、カルボン酸（コハク酸）とジオール（ブタンジオール）の直接重縮合にマイクロ波エネルギーを適用することにより、従来の熱重合プロセスで要した加熱時間の1/10で高分子体が得られることを見だし、従来のオリゴマーを経る製造工程を短縮・効率化する手がかりを得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】選択酸化、触媒、ヘテロ元素化合物、超臨界流体、イオン性液体、金属錯体、高分子構造制御、機能性ポリマーゲル、マイクロリアクター、マイクロ波化学合成

【テーマ題目3】新規材料の性能を最大活用した分離・精製プロセス技術

【研究代表者】原谷 賢治（環境化学技術研究部門副研究部門長）

【研究担当者】原谷 賢治、溝口 敬信、藤原 一郎、向田 雅一、内丸 祐子、須田 洋幸、原 重樹、吉宗 美紀、柳下 宏、榊 啓二、池上 徹、根岸 秀之、中岩 勝、大森 隆夫、山本 拓司

（職員15名、他10名）

#### 【研究内容】

分離・精製プロセスの大幅な（従来比30%以上）省エネルギー化を可能とする高機能分離膜・吸着技術を開発する。具体的には新規材料をベースとし、機能の複合化、融合化を実現する新規ハイブリッド型高性能分離・吸着材料の開発を軸とした利用システムの創生を目指すと共に、化学プロセスへの応用に加えて、燃料電池用の水素製造・精製システムへの展開をも視野に入れる。さらにシステム全体のエネルギーと資源の有効利用を考慮に入れたエネルギー・物質併産マネジメントシステムを組み合わせ、未来型分離・精製プロセスの創出に貢献する。（新規分離膜の創製研究）

空気分離膜（空気からの酸素分離膜）：分子ふるい炭素膜の前駆体ポリマーとして安価なポリフェニレンオキシド（PPO）をベースに分離性能の向上および高速化の検討を行った。種々の置換基を導入した PPO 誘導体について中空糸炭素膜を作成し、分離性能を評価したところ、トリメチルシリル基に高速化の効果があることを見出した。この非対称炭素膜の性能を向上させるため、トリメチルシリル基を部分置換したカルボキシ化 PPO を新たに合成し、そのガス透過性能を検討した。トリメチルシリル基の含有率を増加させていくと、分離選択性を維持したまま酸素の透過速度を一ケタ向上させることに成功し、目標値【酸素分離膜：酸素透過速度  $\text{PO}_2 = 2 \times 10^{-5} \text{cm}^3(\text{STP})/\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{cmHg}$ 、分離選択性  $\alpha(\text{O}_2/\text{N}_2) > 8$ 】をほぼ達成することができた。

水素分離膜：有機溶媒フリーの超臨界  $\text{CO}_2$  含浸法によって調製した Pd ナノ微粒子分散炭素膜が優れた水素／窒素分離機能を発現することが見いだされている。本年度は、本手法が特に実用型形態である中空糸膜に適用可能かどうかの検討を行うために、中空糸膜専用の含浸セルを組み立てて含浸処理実験を開始した。その結果、適正条件のもとで超臨界  $\text{CO}_2$  含浸処理を行い炭化することによって、Pd ナノ微粒子を炭素中空糸膜中に高分散させることに成功し、超臨界  $\text{CO}_2$  含浸法が実用型膜の製膜後におけるナノ微粒子精密分散法としても適した手法であることが判明した。

水素分離用金属膜として Pd 膜が知られているが、高価なためその利用はごく一部に限られているのが現状である。これに代わりうる合金膜としてアモルファス  $\text{Zr}_{36}\text{Ni}_{64}$  合金膜が知られているが、水蒸気を含む混合ガスからの分離に適用すると、長期使用中に膜に欠陥が生じて水素分離機能が損なわれることが明らかとなっている。そこで、水蒸気を含むガスからの分離に使用可能なアモルファス合金の探索を行い、100時間以上にわたって分離可能な合金組成を見出した。

（液体系分離膜技術の研究）

発酵エタノールの浸透気化膜分離法の開発：エタノール透過用のシリカライト膜の合成で、泳動電着法による

種結晶の基盤上への塗布と水熱合成の条件を検討した。その結果、合成時間としては、48時間の時にもっとも緻密なシリカライト膜が得られ、分離係数も高いことが分かった。また、多孔質ステンレス管の平均細孔径を2 $\mu\text{m}$ から0.2 $\mu\text{m}$ とすることで、分離性能の経時変化による劣化を生じない耐久性のある管状シリカライト膜が作製できることが分かった。さらに、種結晶塗布に要する泳動電着時間を10分から5分間に短くすることで過剰な塗布を抑制することができた。

シリコンゴムでコーティングしたシリカライト膜を用いて、酵母によるエタノール発酵液の濃縮について検討した。当該膜を用いた分離性能は、透過流束および透過エタノール濃度ともに、エタノール/水系での分離性能と比較して低下したが、これは発酵液中に存在する260nm付近に吸収極大を有する物質の影響と考えられた。この物質を活性炭で吸着除去することにより、浸透気化分離性能は、活性炭処理前の性能と比較して明らかに改善された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、膜分離プロセス、水素分離、空気分離、バイオエタノール分離

【テーマ題目4】環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術

【研究代表者】関屋 章（環境化学技術研究部門総括研究員）

【研究担当者】関屋 章、徳橋 和明、杉江 正昭、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、内丸 忠文、田村 正則、権 恒道、松川 泰久、水門 潤治、赤井 智子、角野 広平、山下 勝、神 哲郎  
(職員15名、他13名)

【研究内容】

(フッ素材料)

フッ素化合物は、他の元素では得ることのできない優れた性質を有しており、この特性を利用してフロン代替物、含フッ素高分子、医薬品、半導体産業などに広く利用されている。しかし、一方でオゾン層破壊や地球温暖化などが問題視されその対策が求められている。そこで、総合的に環境負荷を最小化するフッ素材料の開発を目指し、これに必要な評価指針、評価法、合成技術とそれに基づく材料を開発する。具体的には、低環境負荷と省エネルギー性を考慮した大型冷凍機用冷媒選択、温暖化物質排出を極小化した CVD チャンバー洗浄ガス開発などのフロン代替材料開発を目指す。さらに、フロン代替材料の開発とともに、これらの要素技術の高機能フッ素材料開発への応用も視野に入れる。これらによって持続可能社会の実現を目指す。

フロン代替物の総合評価指針の開発では、温暖化効果の表示方法として、二酸化炭素の100年値を基準値“1”

として温暖化を評価する手法を完成した。大気中に放出された化合物が分解して温暖化ガスの影響や大気中に放出された化合物が分解し、それが原因で対流圏に生成するオゾンの温暖化を評価した CWP (Composite Warming Effects) を提案した。CWP を用い半導体 CVD クリーニング評価、冷媒評価、発泡剤評価、洗浄剤評価等を行い、評価時間の変化で最適な代替物が変化する事を明らかにした。また、大気挙動の解明として OH ラジカルと HFE 等の反応速度測定を行った。オゾンとの反応速度の測定では、 $\text{cyc-CF}_2\text{CF}=\text{CFCF}_2\text{CF}_2$ 等の測定を行った。得られた値を用いて、対流圏オゾンの評価に貢献した。カルボニルフルオリドと水分子との気相反応について計算化学的な解析も行った。燃焼限界及び燃焼速度に関しては、ASHRAE 法や、球形容器法、シュリーレン法を用いて HFC、HFE それぞれ数種類の燃焼限界と燃焼速度の測定を行い、測定技術の向上と基礎データの充実に努めた。

代替物の合成技術の開発では、多孔性フッ化アルミニウムなどの多孔性金属フッ化物の調製法について検討を加え、より均一な細孔分布をもつ金属フッ化物を得ることができた。これまでに開発した触媒の気相フッ素化における触媒性能を検討し、本触媒が長時間活性を維持し、工業的に使用できるレベルに近い触媒寿命を持つことが明らかになった。また、 $\text{RfCHFCF}_2\text{OR}$  型 HFE は強塩基条件下でオレフィンとアルコールから合成できるが、ビニルエーテルを副生する等の問題点がある。これに対し、パラジウム触媒を用いることにより、中性条件下高収率で目的とする HFE を得ることに成功した。本法により、洗浄剤・発泡剤候補化合物 HFE-356mec や HFE-449mec-f を高選択的に高収率で合成できた。

また、大型冷凍機用代替冷媒開発に関し、これまでに、冷媒性能などに基づき評価対象となる化合物の絞り込みを進めてきたが、今年度さらに合成法の観点から絞り込みを進め、10化合物程度まで絞り込む目処を得た。

(ガラス材料)

産業・生活における有害物質リスク削減及び省エネルギーに資するガラスを開発する。具体的には、有害物質を含まないガラス材料開発すると同時に高機能化を行う。また、高い技術ポテンシャルを有する多孔質ガラス技術などを利用して高輝度な蛍光ガラスを開発し照明等の省エネルギー技術に貢献する。

低環境負荷型ガラスの開発ではガラスのリサイクルや、ガラスからの金属脱離技術を行った。特に、CRT のファンネル部分のガラスから鉛を脱離することを試み、ブラウン管に使用される組成のガラスを亜臨界水処理すると層状化合物に変化し、さらに酸処理を行うと、鉛を大部分脱離できることを明らかにした。

省エネルギー用ガラスの開発では、蛍光ガラス材料の開発を行った。これまで、210nm 以下の波長の紫外線を透過しないと考えられていた多孔質ガラス (バイコー

ルガラス) について、特定の金属イオンを加えて特殊な方法で熔融したガラスを多孔化して焼成すると200nm以下の波長を透過する可能性があることが見出されていた。このガラスを母体の材料として使用すると、キセノンガスが放電したときに発生する短い波長の紫外線で、高い蛍光性能を示すガラスが作製できる可能性がある。このことは、現状では水銀を利用した254nmの紫外線の励起によって蛍光を発生しているが、水銀を使用せずに発光させることができる可能性があることを示している。

多孔質ガラスの作製条件を検討したところ、波長165nmまでの短波長の紫外線を透過するシリカを主成分とするガラスが得られることが明らかになった。このマトリックス材料に、Eu, Snをドーピングして焼成し、真空紫外蛍光測定装置で評価を行ったところ170~190nmの領域で強い蛍光性能を示すことが確認できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、材料、フロン代替、環境評価、合成技術、ガラス、省エネルギー、蛍光ガラス

【テーマ題目5】大気環境改善を実現し省エネルギーに貢献する次世代ディーゼル技術

【研究代表者】浜田 秀昭 (環境化学技術研究部門副研究部門長)

【研究担当者】浜田 秀昭、藤谷 忠博、折田 秀夫、金田一 嘉昭、佐々木 基、羽田 政明、中村 功、高橋 厚 (職員8名、他4名)

【研究内容】

本研究では、NO<sub>x</sub>問題を抜本的に解決するための新規NO<sub>x</sub>除去触媒技術開発の目途をつけることを目標とする。特に、理想的な技術であるが実用触媒開発の目処が立っていないNO直接分解について、実用化へのブレークスルーを図り、共存酸素濃度1%以上の条件下で分解率50%以上の触媒を見出す。また、還元剤を使用するNO還元法についても、ディーゼルやボイラー排ガス等の実排ガス条件下においてNO<sub>x</sub>を50%以上低減できる触媒を見出す。本研究では、従来世界的にもほとんど試みられていない表面科学的手法を実用触媒開発へ応用する試みに対しNO除去触媒を例にとり行うことを特徴としており、この新しい方法論を開拓することも大きな研究目標である。さらに、計算科学的なアプローチを組み合わせることにより最適触媒表面構造の解析を行うとともに酸素による劣化を起こさないNO直接分解触媒系の探索の指針となるデータベースを作成する。なお、当研究グループは、炭化水素による選択還元触媒に関して世界で最初にアルミナ等の酸化物系触媒を見出した実績があり、その後も一貫してNO<sub>x</sub>研究を続けてきている。

#### 1) NO直接分解触媒の研究

貴金属触媒上でのNO分解反応を調べた結果、Ir触媒が有効であることが見いだされたが、Ir表面上でのNOの吸着、解離、脱離特性に関する詳細はわかっていない。そこで、Ir(111)単結晶表面を用いて表面科学的手法によりNOの反応特性を検討した。Ir(111)表面上でのNOの吸着状態をX線光電子分光法、赤外反射吸収分光法、高分解能電子エネルギー損失分光法を用いて調べた。その結果、hollowサイト(原子と原子の間のくぼみ)とatopサイト(原子の真上)の2種類のNO吸着サイトが存在することがわかった。次に、NO吸着後の表面を昇温し熱的反応特性を調べた結果、hollowサイトに吸着したNOは解離するが、atopサイトに吸着したNOは解離しないことが示された。さらに、hollow-NOの解離により生成した原子状Nは、Nとの再結合およびatop-NOとの不均化反応によりN<sub>2</sub>として脱離することがわかった。また、NO直接分解反応に対する最適触媒表面構造の探索の指針となるデータベースを作成ため、表面化学実験との比較・検討を行いながら計算を進めた。その結果、表面構造や金属による吸着や分解特性の違いを明確にした。さらに、ステップ構造が分解の活性点である事を明確に出来たが、酸素がステップに強く吸着するため定常的な反応を阻害していることを明らかにした。

#### 2) NO選択還元触媒の探索・開拓

ディーゼル自動車実排ガス相当条件でCO、水素、含酸素化合物等の燃料由来還元剤を利用するNO<sub>x</sub>選択還元触媒の探索と改良を行った。COを還元剤として利用する高性能なNO<sub>x</sub>選択還元触媒を探索するため、最大活性を発揮する反応条件の把握、実ガス相当条件下での触媒性能の把握および改良を中心に検討した。その結果、触媒金属種としてイリジウムのみが本反応に有効であることを見いだした。イリジウム担持量ならびに反応条件の検討により最大NO<sub>x</sub>転化率70%を達成した。また、水素を還元剤とした触媒開発については、低温域で高活性を示す触媒を開発するため、種々の担持貴金属触媒について検討を行った。その結果、Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>触媒が、200℃で約60%、120℃で約40%の触媒活性を示し、比較的高い耐SO<sub>2</sub>性を有することを見いだした。さらに、含酸素化合物還元剤としてC<sub>3</sub>炭化水素の部分酸化改質モデル化合物としてアセトアルデヒドを用い、NO<sub>2</sub>の選択還元反応を検討した。アルミナに種々の金属を担持してNO<sub>2</sub>選択還元触媒の触媒活性を調べたところ、アルミナ担持コバルト触媒が最も高い活性を示し、担持量2wt%で活性が極大(NO<sub>2</sub>転化率75%)となることが分かった。そこで、触媒活性の向上のための知見としてアルミナ担持コバルト触媒におけるコバルトの役割を調べた。種々の反応ガス条件(アセトアルデヒド+O<sub>2</sub>、アセトアルデヒド+NO<sub>2</sub>、アセトアルデヒド+O<sub>2</sub>+NO<sub>2</sub>)での反応

実験結果をアルミナのみとアルミナ担持コバルト触媒で比較した結果、コバルト存在下では副反応であるアセトアルデヒドの  $O_2$  による燃焼が抑制され、還元剤としての活性化が促進することがわかった。この還元剤としての活性化促進のメカニズムを明らかにするため、in situ FT-IR 測定を行ったところ、アルミナ担持コバルト触媒上ではアセトアルデヒドからエノラートが生成し、このエノラートと  $NO_2$  との反応により  $N_2$  への中間体として知られる NCO が生成することが分かった。このことから、コバルトの役割は、アセトアルデヒドがエノラートとなる還元剤としての活性化を促進させることであることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒素酸化物、分解、還元、触媒システム

#### 【テーマ題目6】抜本的省エネルギーを達成するための画期的化学技術

【研究代表者】中岩 勝（環境化学技術研究部門熱利用化学システム研究グループ）

【研究担当者】中岩 勝、大森 隆夫、遠藤 明、山本 拓司、大内 秋比古、林 輝幸、黄 克謹、稲木 由紀、岩壁 幸市、藤崎 里子、キム・ソンイク、アピラック・エイアドウア、原田 敦弘、Yu Weifang、徳橋 頼子、下村 真理江、鈴木 利明、猿渡 篤、森田 佳実（職員6名、他13名）

#### 【研究内容】

本研究は、第一期中に基礎を確立した化学技術を発展させ、省エネルギー技術として実用化することを目的とし、1) 省エネ型空調機用吸着材料の開発、2) 内部熱交換型蒸留塔の開発、3) セルロース系高分子材料の光酸化漂白技術の開発、の3課題で構成される。

まず、1) に関して、多孔質材料への水蒸気の吸脱着現象を利用した吸着式冷凍機、デシカント空調、調湿システム、蓄熱システム等は、 $100^\circ\text{C}$  以下の低温排熱での駆動が可能であり、省エネルギー性に優れているため、新たなエネルギーシステムとして期待されている。これらの吸着システムの一次的性能は、多孔質材料（吸着剤）の水蒸気吸脱着特性、すなわち対象とするシステムの操作相対湿度範囲における水蒸気吸脱着量と水蒸気の吸脱着速度で決まる。操作相対湿度範囲は、システムの種類、発生温度、環境温度、駆動熱源温度（再生温度）等に依存し、それぞれのケースに応じて最適な吸脱着挙動を示す吸着剤を設計・合成することが望まれる。今年度は、ナノメートルサイズの均一な細孔を持つメソポーラスシリカに注目し、デシカントシステムに利用するための構造の最適化、耐久性の向上に関する検討を行った。具体的には、ゾルーゲル法の一つである溶媒揮発法により細孔径が  $1.5\sim 3\text{nm}$  の高規則性メソポーラスシリカを

合成し、その水蒸気吸着特性の検討を行い、水熱合成法により合成したメソポーラスシリカとの比較および各種省エネルギー吸着システムへの適用可能性を検討した。

2) では、3成分以上の多成分系を蒸留分離するプロセス構成を最適化するための基礎研究として、HIDiC を物質分離とヒートポンプの原理による創熱の同時達成技術として捉え、反応蒸留との組み合わせ等、その特性をエクセルギー損失の観点から明らかにした。HIDiC の設計と制御を検討し、伝熱を工夫したバルブトレイを多くもつ段塔で、HIDiC を実現すれば、共沸点を持つ系でも濃縮できることを理論的に示し、シミュレーションで確認した。さらに、過渡的に、過度な熱交換により、蒸気が発生しなくなったり、液流れがなくなったりする箇所が部分的に生じることも表現できるダイナミックシミュレータを開発し、制御性能についても検討した。通常のシングルループでは、運転条件により不安定になる可能性があり、HIDiC のための制御系の開発が必要であることを示した。また、リボイラもコンデンサも利用しない HIDiC においても、熱交換の伝熱を良好にすれば、共沸点のごく近傍までエタノール濃縮を行うことができることを示した。さらに内部熱統合を求めることにより、複雑な制御システムの必要性をより高める可能性があるため、反応操作と分離操作の間の内部熱統合に対する動特性と制御性を、シナジー効果と合わせての検討を行った。

3) では、現在、セルロース系高分子の漂白は長時間の高温プロセスにより行われ、多くの場合に塩素系漂白剤が用いられている。その為現行プロセスは典型的なエネルギー多消費型プロセスであると共に、有機塩素系化合物を環境に放出することによる環境負荷も伴っている。本研究では、これらの問題を解決する為に非塩素系薬剤と光を利用した室温での環境調和型省エネルギー漂白プロセス技術の確立を目的とし、セルロース系高分子として綿布とパルプを取り上げた。綿布の漂白では、水素化ホウ素ナトリウム水溶液と定常光源である低圧水銀灯を用いた光還元漂白の効率化について検討を行った結果、従来法と同等以上の漂白効果が省エネルギー効率92%で得られることを見出した。パルプの漂白では、針葉樹パルプと広葉樹パルプの非ハロゲン系薬剤を用いた光還元漂白について検討した。針葉樹と広葉樹パルプシートの漂白を6種類の還元剤と3種類のエキシマレーザーを用いて室温で行い、①薬剤の種類、濃度等の効果、及び②光の波長、強度、照射量等について検討した結果、従来の塩素系漂白剤による長時間の高温処理以上の漂白効果が水素化ホウ素ナトリウム水溶液を用いた室温における短時間の処理により得られた。また、水素化ホウ素ナトリウムを用いた還元漂白反応の機構の検討をモデル化合物を用いて行い、反応の初期段階ではパイ電子共役系への水素原子の付加による共役系の切断が起こるが、反応の進行と共に共有結合の切断が起こることを明らかにし

た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、吸着、蒸留、反応工学、メソポーラスシリカ、カーボングル、エキシマレーザー、漂白、綿布、パルプ、光反応、ナノテクノロジー、内部熱交換型蒸留、調湿、コプロダクション、ソフトウエア、最適化

【テーマ題目7】豊かな生活環境を創る大気・水資源浄化技術

【研究代表者】木内 正人（環境化学技術研究部門生活環境技術連携研究体）

【研究担当者】木内 正人、本庄 孝子、本城 国明、桜井 宏昭、柳下 宏、根岸 秀之、榭 啓二、坪田 年、伊達 正和、前田 泰（職員10名、他3名）

【研究内容】

豊かな生活環境を創るため、産総研の有する大気及び水資源浄化に関する要素技術の性能向上に向けた研究開発とそれらを用いたシステム化研究を行っている。

廃水浄化技術について、近年、各地の浄水場に膜浄化システムが導入されつつあり、省エネルギーで省スペースな浄水方法としての期待が高まっている。膜には、中空糸型の精密ろ過膜や限外ろ過膜が用いられるが、水質の安全性管理のために、膜の破断を監視するシステムが必要とされている。しかし、何万本とある中空糸膜の内の1本の破断を検知するのは、従来の感度の悪い濁度計では難しく、新しい膜破断検知システムの開発が望まれていた。そこで、企業との共同研究により、分光学的な手法で、水中の不純物を計測するシステムの開発を始めることになった。16年度は、泥粒子の検出法について検討を行った。

大気浄化技術について、低温プラズマ、常温作動触媒技術を応用した小型空気浄化装置の性能向上を図っている。低温プラズマ技術を適用した空気浄化システムに関しては、放電を利用して空気を活性状態にし、衛生機器に応用する技術を開発した。高電圧によりイオン風を発生させ、水銀ランプでオゾンが発生させた後、コロナ放電によりオゾンから活性酸素を発生させる方法を開発し、空気を活性化させる手法を開発した。抗菌性・安全性を検討し、衛生機器に搭載可能な小型化に成功した。一方、常温作動触媒技術に関しては、タバコ排煙に由来する室内CO除去用触媒の開発を進めている。TLOを通した触媒試料提供とユーザー評価結果から、実使用条件での金ナノ粒子触媒の活性低下が技術課題であることがわかったため、今年度も引き続き、被毒物質の特定、活性低下原因の解明、前処理法の改良、触媒の改良を行った。前処理剤を使用しないと3時間程度で完全に失活するのに対し、特定の吸着剤を前処理剤に使用すると活性低下

が効果的に抑制できることを見出した。また、本用途とは別に、触媒寿命の制約が少ない応用例や光触媒機能と複合化した新規資材の開発をユーザー企業と共同で開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】衛生機器、浄水、膜ろ過、膜破断、空気浄化、放電、金ナノ粒子触媒、CO除去

⑳【エネルギー技術研究部門】

(Energy Technology Research Institute)

(存続期間：2004.7.1.～)

研究部門長：大和田野 芳郎

副研究部門長：濱 純、武内 洋、上野 和夫

総括研究員：横川 晴美、春日 和行、秋葉 悦男

所在地：つくば中央第2事業所、つくば中央第5事業所、西事業所、東事業所

人員：173 (168) 名

経費：3,112,888千円 (922,606千円)

概要：

ミッションと目標

持続可能社会の実現のため、地球温暖化防止とエネルギーの安定供給確保の両立を技術開発の目標とし、水素エネルギー、太陽光エネルギー、クリーン燃料等のクリーンエネルギーの研究開発、燃料電池を中心とする高効率な分散型電源の開発と、これらのネットワークにより電力・ガス・熱を効率的に柔軟にマネジメントする分散型エネルギーネットワーク技術を開発し、これを活用する総合エネルギー産業の創出に貢献する。

主要研究項目

1) 分散型エネルギーネットワーク技術

高いエネルギー利用効率を目標とする分散型エネルギーネットワークの、統合制御・運用技術及びその構成要素技術を開発する。

2) エネルギーデバイス・材料技術

高度なエネルギー材料技術に立脚し、高性能固体酸化物形燃料電池、熱電変換素子、電力貯蔵キャパシタ等を開発する。

3) クリーンエネルギー技術

太陽光の二次エネルギーへの変換、水素の高密度輸送貯蔵、炭化水素資源の脱炭素化等のクリーンエネルギー技術を開発する。

4) ガスハイドレート技術

ハイドレート資源からのメタン生産手法、及びガスハイドレートの特徴を利用した省エネルギー輸送・貯蔵技術を開発する。

5) クリーンディーゼル技術

新合成燃料等を利用した高効率の次世代クリーン自動車エンジンシステムを開発する。

6) 革新的エネルギー技術

以上に含まれない革新的、萌芽的エネルギー技術の研究にも、積極的に取り組む。

外部資金：

経済産業省 エネルギー需給構造高度化受託研究費「次世代型分散エネルギー基盤技術研究開発」

電源多様化受託研究費「分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究費」

資源エネルギー庁 メタンハイドレート開発促進事業「メタンハイドレート資源開発生産手法開発（物性・動特性に関する研究）」、等

文部科学省 原子力試験研究委託費「高効率磁場核融合に関する研究」

科学技術振興調整費「乱流制御による新機能熱流体システムの創出」、等

NEDO 受託研究費 「水素安全利用等基盤技術開発（高容量水素吸蔵合金と貯蔵タンクの開発）」

「固体酸化物形燃料電池システム技術開発（システム効率計測評価技術の研究）」

「石炭利用技術振興事業（ハイパーコール利用高効率燃焼技術の開発）」

「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発（有機性廃棄物の高効率水素・メタン発酵を中心とした二段発酵技術研究開発 メタン発酵の効率化及びバイオエンジニアリングの研究）」

「次世代低公害車開発プログラム（革新的次世代低公害車総合技術開発）」、等

発表：誌上発表401件、口頭発表667件、その他45件

エネルギーネットワークグループ

(Energy Network Group)

研究グループ長：石井 格

(つくば中央第2)

概要：

炭酸ガス排出削減や化石燃料依存度低減への寄与と需要・供給双方の多様な要求を満たす規制緩和の両面から、分散型エネルギー源の普及が期待されている。しかし、電力やガスなどの既存のエネルギーのネットワークは、分散型のエネルギー源の導入を想定していないため、分散型エネルギーの導入に制約を生じてしまう。この制約を打破し、分散型エネルギー源を大規模かつ有効に用いる技術として、新しいエネルギーネットワーク技術が必要である。そこで、配電系統へ分散電源を大規模に導入した場合の電圧安定化や需給バ

ランス維持のための技術、定置式燃料電池の電気・熱・水素によるネットワーク化技術、エネルギーの発生・輸送・貯蔵・消費に関わる機器の最適マネジメント技術などを開発し、トータルのエネルギー利用効率と設備利用率の向上を図る。こうした技術は、今後、途上国を中心に深刻化すると懸念されるエネルギー・環境問題の解決にも寄与する技術である。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

分散システムグループ

(Distributed Energy System Research Group)

研究グループ長：赤井 誠

(つくば東)

概要：

高効率分散型エネルギーシステムの導入普及を目指した、要素技術及びシステムマネジメント技術を開発するとともに、これらの適用市場を把握するための第一歩として、民生家庭部門のエネルギー消費の実測に基づいた需要パターンのモデル化と需要データベースの構築（第1期重点課題）を実施する。また、大規模な二酸化炭素の削減に寄与できる可能性のあるCO<sub>2</sub>隔離技術の評価や水素エネルギーシステムの導入などを考慮した、長期的なエネルギー・環境シナリオの検討と技術導入に係る社会科学的側面に係る研究を並行して実施し、分散・集中の調和のとれたエネルギー需給構造のあり方を提言する。

注) 研究対象としている要素技術：

吸収システムの高効率化、氷スラリー冷熱利用等、高性能低温生成・利用技術、蓄熱・熱輸送デバイス技術、作動ガス循環型ディーゼルエンジン・ガスタービンシステムにおける燃焼制御技術、高効率スターリングエンジン、排熱利用高効率タービンシステム、など

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

熱利用グループ

(Thermal Energy Applications Group)

研究グループ長：角口 勝彦

(つくば西、9名)

概要：

分散型エネルギーシステムを構成する機器や各種空調機の室外ユニットからの排熱、ごみ焼却熱、生活排水が保有する熱等の人間活動に起因する様々な種類の低質排熱、および太陽熱や地熱等の自然熱は、多くの場合未利用エネルギーとして放置されている。未利用エネルギーはエネルギー集積度が低く、常温に近いものが多いため、有効に活用しにくいという特徴を持っている。またこれらの一部は都市温暖化を促進する原因の一つにもなっており、環境に影響を与えないように熱を健全に捨てる事の重要性も指摘されている。熱

利用グループでは、分散型発電機器等からの排熱を省動力で回収・輸送する技術、太陽熱等の暖房に適した未利用熱をロスなく長期間貯蔵できる蓄熱技術、普通の温度の大地の熱を融雪や民生用冷暖房に利用する技術、ヒートパイプの原理を利用した熱回収・冷却技術等の開発と実用化を通して、主に民生部門における熱利用の究極的効率化を目指している。

研究テーマ：テーマ題目6

### ターボマシン研究グループ

(Turbomachinery Research Group)

研究グループ長：吉田 博夫

(つくば東、17名)

概要：

流体機械、熱機関、エネルギー・物質輸送系などを含む熱流体システムの効率を極限まで高めることはエネルギー技術における重要な目標である。マイクロ・セラミック・ガスタービン ( $\mu$ CGT)、風力発電、乱流制御などに関する基礎から応用にいたるまでの研究を通してクリーンエネルギーの創生ならびに無駄なくエネルギーを輸送し、利用するための基盤技術確立を目指している。これまで多くの困難のためにほとんど手付かずであった乱流制御研究においては、最新のマイクロデバイスや流体そのものの機能化をとおして乱流の長所（混合・拡散・熱伝達促進効果）を伸ばし短所（摩擦抵抗）を克服するための基礎的ならびに実用的研究を進めている。 $\mu$ CGTの研究では金属とセラミックを組み合わせたエンジンを使用しタービン入り口温度が1,000°Cを超える高温での無冷却運転に成功した。

風力発電の研究では、複雑地形における風力発電システム性能計測技術に関する標準化調査研究を行うとともに、日本の風特性を反映した日本型風モデルの研究を行った。また民間企業との共同研究により高性能小形風車を開発し、風洞実験・周回道路実験によってその性能を検証した。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9

### 燃焼評価グループ

(Combustion Reaction Control Research Group)

研究グループ長：宮寺 達雄

(つくば西、12名)

概要：

燃焼に伴って排出される有害物質を効率的に抑制することが、環境保全とエネルギーの有効利用を推進する上で重要な課題になっている。燃焼に伴って生成する有害物質には、ダイオキシン類、多環芳香族化合物類、アルデヒド類など種々あるが、これらの物質の生成機構には不明な部分が多いこともあり、比較的小型

の廃棄物焼却炉や燃焼機器などでは排出を効率的に抑制することが困難である。そこで、小型流動層燃焼装置や対向噴流燃焼装置を用いてダイオキシン類前駆物質である多環芳香族化合物やダイオキシン類などの生成挙動の研究を行うとともに、衝撃波管やレーザー分光法、数値解析などを用いて有害物質の反応特性を明らかにする研究を行っている。また、ダイオキシン類や燃焼排ガス中のNox、農薬などのハロゲン化合物を触媒で無害化処理する研究も行っている。

研究テーマ：テーマ題目10

### 安全評価研究グループ

(Safety Assessment Research Group)

研究グループ長：小杉 昌幸

(つくば西、5名)

概要：

エネルギー安全保障や環境保全の観点から、エネルギー貯蔵・輸送の体制強化の行政ニーズが高まっており、エネルギー利用施設では、防災対策強化、安定供給の確保、温暖化防止や大気環境保全などの点から、安全体制の飛躍的な向上と質の改善が求められている。当グループでは、エネルギー安定供給の確保のためにエネルギー貯蔵・輸送施設における安全評価技術の開発を目指し、エネルギー施設の安定評価技術に関する以下の研究に取り組んでいる。

エネルギー施設の長期監視技術の開発研究では、1/100度の精度を有する三次元傾斜監視装置を開発し、その実用化のための性能向上に取り組むとともに、一個の振動子が三次元的に自在に振動する方式の三次元振動計測装置も提案している。また、地下貯蔵施設の断層監視では、実際のサイトの断層の微小挙動から岩盤内のひずみ分析を継続するとともに、挙動監視の高精度化を目的として新たな孔井処理方法および監視点増設のサイト調査に取り組んでいる。さらに、エネルギー事業所などの環境対策技術の導入評価法の研究では、環境対策技術の導入指標と達成の評価方法を提示し、実際の事業所データを用いた評価法の検証に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目11

### 超電導応用グループ

(Superconductivity Applications Group)

研究グループ長：淵野 修一郎

(つくば中央第2)

概要：

電力供給ネットワークの高効率化、安定化に不可欠な基盤技術である超電導電力応用技術を確立し、超電導送電ケーブル、限流器、超電導発電機等の超電導電力応用機器の早期実現を図る。また、長期的視野に立ったエネルギー源の安定供給に不可欠な核融合炉用高

磁界超電導マグネットの構成技術の開発を行う。

具体的には、交流超電導電力技術の基盤確立を目指すプロジェクトにおいて、500m 級1/10縮径長尺ケーブル冷却モデル試験を分担実施し、実用ケーブルに要求される世界的に例のない5km 級長尺冷却の技術を確認するとともに、限流器開発に必要なとされる交流マグネット基盤技術を確認し、電力自由化に対応した新機能を持つ超電導電力機器の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目12

### 宇宙技術グループ

(Space Technology Group)

研究グループ長：阿部 宜之

(つくば中央第2)

概 要：

宇宙環境の有するポテンシャルを活かして、エネルギーと環境の調和を図り社会生活に還元すべく研究開発を進めている。宇宙の位置的ポテンシャルを利用し、従来にない正確な位置情報、時間情報を供給可能な、準天頂衛星の基盤技術に関する研究を実施している。また、宇宙で得られる安定な太陽エネルギーを地上へ供給する新たなエネルギー技術について、基盤となる技術開発を実施している。また、宇宙利用を主目的とした技術を、地上技術としてスピノフさせることにも、積極的に取り組んでいる。具体的には、特異な表面張力挙動を示す流体を用いた汎用冷却技術に関する研究を実施している。

研究テーマ：準天頂衛星における擬似時計技術に関する研究、パワーエレクトロニクスの冷却技術に関する研究、マイクロ波の環境への影響評価に関する研究

### クリーン動力グループ

(Clean Power System Group)

研究グループ長：後藤 新一

(つくば東)

概 要：

- 1) 新燃料エンジンシステム：DME エンジン・ボイラー・発電機の研究開発および DME 車両の試作を実施。DME4tトラックが大臣認定によるナンバー取得後10,000km 走破。DME コージェネレーションシステムの開発。バイオエタノール混合ガソリンによる車両テスト、BDF 品確法改定に対するデータ取得。
- 2) 超高度燃焼制御エンジンシステム：カムレスシステムと超高压燃料噴射による新燃焼方式の検討。燃料性状が PCI 燃焼に及ぼす影響の検討。
- 3) ディーゼル車のナノ粒子の計測技術と除去技術の開発：ナノ粒子計測技術の基礎研究の推進。最新車両による微量 PM 計測の試み。
- 4) 省エネ・超低公害の次世代車両性能評価技術：

HEV の燃費評価方法の検討と試験車を用いた基準の策定実施。

5) タイヤの制動・駆動制御の高度化技術：タイヤの氷上性能の研究、防滑靴の研究の推進。スパイクタイヤ類似品の基準策定基礎調査。タイヤ騒音現象の解明。

6) 将来のクリーン動力のためのシーズ探求研究：自転車駆動機構の高効率性の評価実施。身障者用アームサイクルの製作および評価。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目14

### 燃料電池グループ

(Fuel Cell Group)

研究グループ長：横川 晴美

(つくば中央第2、5)

概 要：

燃料電池の中でも固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は発電効率が最も高く排熱の有効利用が可能であること、長期安定性に優れていること、低コスト製造技術の開発に成功していることからその実用化が待望されている。天然ガス以外のジメチルエーテル、灯油などの多様な燃料を用いるための基盤技術、小型・軽量でも発電効率がよく、起動停止特性・負荷変動応答特性の優れた燃料電池を製造するための基盤技術の開発を行っている。燃料電池は従来のエネルギー変換技術にはない革新性・総合性をもっているため、発電効率の導出法に焦点をあてた規格・標準化のための研究を行いその普及に備えている。

研究テーマ：テーマ題目15

### 熱電変換グループ

(Thermoelectric Energy Conversion Group)

研究グループ長：小原 春彦

(つくば中央第2)

概 要：

熱電変換は熱エネルギーと電気エネルギーの間の直接変換で、特殊な半導体や金属材料を用いて、効率良く相互エネルギー変換を行うものである。材料に温度差を与えると起電力が発生する効果（ゼーベック効果）を用いて熱流から電力を取り出したり、反対に材料に電流を流すことで吸熱・冷却現象を起こす効果（ペルチェ効果）を用いて物を冷やしたりすることができる。当グループでは未利用排熱を熱電変換により電気として回収するデバイスの開発を進めている。様々な分野で捨てられている排熱を電気としてリサイクルすることで大規模な省エネ効果が期待されている。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19

**高温エネルギー材料グループ**

(High Temperature Material Group)

研究グループ長：袖岡 賢

(つくば西)

**概要：**

熱・動力利用のエネルギー機器・システムの高効率化・クリーン化に向けて、材料に要求される苛酷な性能を満たすため、これに応える材料を設計し、仕立て上げる技術開発を進めている。C/C composite (炭素繊維強化炭素複合材料)、CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics)、CMC (Ceramic Matrix Composite)、コーティング等の技術を応用し、タービン入口温度1700℃級タービンやジェットエンジンに適用可能な、耐熱耐食材料および高応力負荷対応複合材料の開発と評価技術の確立を目指している。また、分散型熱電併給システムの核と目されるマイクロセラミックガスタービンの開発でも材料面から研究を進めている。さらに、ナノ粒子分散コーティングやナノインデンテーションによる物性評価等の研究も進めており、ナノテクノロジーのアプローチによる新しいエネルギー材料開発にも取り組んでいる。

**エネルギー貯蔵材料グループ**

(Energy Storage Materials Group)

研究グループ長：羽鳥 浩章

(つくば西)

**概要：**

電力貯蔵はエネルギー利用の多様化・高効率化のための重要技術の一つであり、二次電池やキャパシタといった電力貯蔵デバイスがハイブリッドカーや電力需給の平準化といった用途で使われている。炭素材料は、次世代エネルギーシステムの中ですでに重要な役割を果たしているリチウム電池や燃料電池などの先進デバイスにおいてなくてはならない材料として近年脚光を浴びているが、当研究グループでは、長年培ってきた炭素材料のナノ構造制御・解析技術を生かして、21世紀の分散型エネルギーシステムにおいてその実用化が期待されているキャパシタ用高性能電極の開発を行っている。また、炭素材料は、そのナノスケールの組織構造内にさまざまな物質を高密度で収容できることから、水素・メタン(天然ガス)といったクリーンエネルギーを炭素材料中に貯蔵する技術についても検討を行っている。

研究テーマ：テーマ項目20、テーマ項目21

**ナノエネルギー材料グループ**

(Nano Energy Materials Group)

研究グループ長：本間 格

(つくば中央第2)

**概要：**

ナノエネルギー材料グループは持続可能社会の基盤はエネルギー技術であると認識し、高機能材料をベースとした再生可能エネルギー技術の開発研究を目的としている。再生可能エネルギー技術を構築するためには従来にない安価・効率的・革新的なエネルギー材料の開発が必要であり、高効率で発電する高分子型燃料電池や高速充放電が可能な高出力リチウム2次電池等のクリーンな次世代型エネルギーデバイスを広く産業界・民生用途に供与しなければならない。本グループではこれらの革新的エネルギー技術実現の為、ナノテクノロジーと先端材料科学の手法を取り入れたエネルギー材料基盤技術開発を行う。

研究テーマ：テーマ項目22

**超電導材料技術グループ**

(Superconductor Technology Group)

研究グループ長：山崎 裕文

(つくば中央第2)

**概要：**

液体窒素温度で電気抵抗がゼロとなる高温超電導体の産業応用(電力機器・マイクロ波通信デバイス等)を目指して超電導材料の作製・評価技術の開発と物性研究・理論研究を行い、その高特性化を図るとともに、応用技術の高度化を促進する。

超電導体は、超電導状態においては電気抵抗ゼロで大きな電流を流すことができるが、ある決まった電流値(臨界電流)より大きな電流を流すと電気抵抗が発生する。それでも電流を流し続けると、発生する熱のため超電導体の温度が上昇し、常電導状態になって、さらに大きな電気抵抗を生ずる。このような超電導体の特徴を生かして、通常時は抵抗ゼロで、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗を発生して事故電流の増大を抑制するような新しい電力機器(限流器)を作ることができる。この方式の限流器に用いられる大面積の超電導薄膜の作製技術・評価技術の開発、その臨界電流を大きくするための要因(磁束ピン止め機構)を解明する研究が中心的な課題である。また、新しいアイデアによる薄膜限流素子の作製技術の研究開発を開始している。

研究テーマ：テーマ項目23、テーマ項目24、テーマ項目25

**パワーレーザーグループ**

(Power Laser Group)

研究グループ長：大和田野 芳郎

(つくば中央第2)

**概要：**

高真空や強磁界を必要としないレーザーを用いた慣性核融合方式によるコンパクトで経済的な核融合炉の

実現を目指し、炉用レーザーの有力候補である KrF（フッ化クリプトン）レーザーについて、実用化のために不可欠な高強度・高繰返しレーザー技術及び効率がよく安定した出力が得られる照射方式の研究開発を行う。

超短パルス超高強度レーザーを用いて超高強度電磁場、超高密度、超高温度、超高圧力など他に類を見ない極限的な高エネルギー密度状態を生み出すことが可能となる。この様な高エネルギー密度状態の利用技術として高エネルギー粒子加速、高輝度放射源の研究を進めると共に、高エネルギー密度状態での電磁現象、量子力学現象等の物理過程の実験的、理論的な解明を進める。

研究テーマ：テーマ題目26、テーマ題目27

### 核融合プラズマグループ

(Fusion Plasma Group)

研究グループ長：八木 康之

概要：

21世紀の新しいエネルギー源として期待される核融合炉実現を目指して、磁場による高温プラズマの閉じ込め方式の一つである、逆磁場ピンチ方式を用いた研究を実施している。逆磁場ピンチは構造が単純で、しかも磁場の利用効率が高いことから、全体として経済性の高い核融合炉の実現に結びつく可能性を持っている。具体的には、世界三大逆磁場ピンチ装置の一つである TPE-RX 装置を用いて、核融合炉の実現への展望を得るために必要な、プラズマ閉じ込め性能を達成するための研究を行なっている。

研究テーマ：テーマ題目28

### 水素エネルギーグループ

(Hydrogen Energy Group)

研究グループ長：秋葉 悦男

(つくば中央第5)

概要：

水素エネルギー社会を実現するためには、気体で希薄なエネルギーである水素の効率的な輸送貯蔵法の確立が必須である。水素貯蔵材料は低い水素圧力であっても液体水素をしのぐ水素密度で水素を貯蔵・輸送できる材料であるため、水素自動車の燃料タンクを始めとする多くの用途に利用されると期待されている。しかし、現状では重量が重い点が課題とされている。そのため、軽量な水素貯蔵材料の開発を進め、世界最高級の約3質量%の水素吸蔵量を持つ材料の開発に成功した他、さらに新しい材料の提案を行っている。また、材料開発に欠かすことのできない、水素貯蔵材料のナノ構造と結晶構造の解析を独自で開発した水素雰囲気下の各種物性測定法を用いて進めている。

研究テーマ：テーマ題目29

### 太陽光エネルギー変換グループ

(Solar Light Energy Conversion Group)

研究グループ長：杉原 秀樹

(つくば中央第5)

概要：

太陽光エネルギー変換グループは「太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証」を最終的な目的とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池、及び太陽光エネルギーを利用して水を直接分解し水素を合成する人工光合成について研究を行っている。

色素増感太陽電池については、実用化を想定したモジュールを構成する単セルの更なる高効率化を目指した技術開発を中心に行うとともに、大面積・集積型モジュール作成のため、大面積・集積型モジュールの高効率化に向けた基礎的知見を得ることを目標とする。具体的には、酸化半導体電極、増感色素、酸化還元電解質溶液、対極、セル化等の要素技術について検討し、光電流、光起電力向上を実現するとともに、セルの構成法を検討することにより2020年までに単セルの変換効率15%以上の実現を目標とする。

人工光合成については、水を水素と酸素に完全分解するための高性能光触媒材料の開発、反応機構の解明、可視光を高効率で利用する反応システム的设计等を行い、光触媒の水素製造システムの実現可能性について検討を行っている。

研究テーマ：テーマ題目30、テーマ題目31

### 新燃料グループ

(Advanced Fuel Group)

研究グループ長：斎藤 郁夫

(つくば西)

概要：

重質炭化水素資源（石炭・重質油等）のクリーン化・高効率転換・利用に関する研究を行っている。ハイパーコール（無灰炭）は石炭をガスタービンやディーゼルエンジンで直接利用する可能性を拓くことから、その製造法確立のため、選択的粉砕脱灰および溶剤脱灰法によるハイパーコール製造最適条件の探求とその利用に関する基礎的研究を行っている。また、効率的、経済的な重質油からのクリーンな軽質油燃料製造を検討するため、重質油の構造特性と反応性を評価する基盤技術の開発を実施し、量子分子動力学に基づく反応場制御法の確立に向けてアスファルテンの分子構造と凝集挙動および反応性を解析している。

研究テーマ：テーマ題目32、テーマ題目33

### クリーン燃料グループ

(Clean Fuel Group)

研究グループ長：幡野 博之

(つくば西)

概要：

石炭などの有機物をクリーンに、かつ、高効率で使用することを目的として、燃料転換技術ならびに燃焼技術に関わる研究を実施している。ユニットの重点課題である「有機物／水系水素製造法の反応特性」は有機物と高温高压水蒸気中を反応させて水素と  $\text{CO}_2$  に変換すると同時に、生成する  $\text{CO}_2$  を  $\text{CaO}$  等の吸収剤で固定化することで高純度の水素を得るというものである。平成16年度は共同研究に基づいてつくば西事業所に50kg/d ベンチプラントが設置され、連続試験を行い、プロセス確認試験を行っている。この他に、格子金属や触媒を用いた高効率低温ガス化の研究や、加圧流動層燃焼装置を用いた下水道汚泥などの高効率燃焼など、固体を含む多相系の反応装置を核としてエネルギー・環境問題に資するための研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目34、テーマ題目35

## 水素化精製触媒グループ

(Hydrotreating Catalysis Group)

研究グループ長：葭村 雄二

(つくば中央第5)

概要：

各種輸送機関等から大気中に放出される有害物質を大幅に低減するためには、環境に優しいクリーンな輸送用燃料（内燃機関用）を製造する触媒技術の開発が緊急の課題であり、中長期的には燃料電池車用燃料（水素源）製造に向けた石油系燃料の超クリーン化技術の開発が望まれている。当研究グループでは、触媒会社との共同研究を通じて平成16年中にサルファーフリー（ $\text{S}<10\text{ppm}$ ）軽油を製造できる硫化物系触媒の実用化を目指すと共に、軽油の更なる高品質化を可能とする低芳香族化用貴金属系触媒の開発を行う。更に天然ガス等からのクリーンな合成燃料を製造するGTL (Gas to Liquid) 用 FT 触媒技術、及び燃料電池用超低硫黄のガソリン基材（ $\text{S}<1\text{ppm}$ 、後段の吸着脱硫処理後の  $\text{S}\sim$ 数 ppb）を製造できる次世代型精製触媒を開発することを目標とする。一方、当課題の基盤をなす要素技術として触媒精密調製技術、及び放射光等を利用した触媒の working 状態における in situ 構造解析技術を新規に構築し、精製触媒の高性能化・長寿命化対策に資する。更に、環境に優しいクリーンな燃料を製造するための新規触媒技術（応用技術～基盤技術）の構築は世界共通の課題であるため、得られた先導的研究成果を我が国のみでなく、国際共同研究等を通して海外にも積極的に発信する。

研究テーマ：テーマ題目36、テーマ題目37、テーマ題目

38

## バイオマスグループ

(Biomass Research Group)

研究グループ長：小木 知子

(つくば西)

概要：

唯一の再生可能な有機物であり、環境浄化／温暖化軽減機能を有するバイオマスは、環境調和型のエネルギー資源として期待されているが、2002年には導入目標値が設置され、導入実用化が急務となっている。このようなバイオマスエネルギーの普及導入の促進を目的として、そのための原料に応じたプロセス開発；すなわち熱化学反応（液化、スラリー化、ガス化-間接液化）、生物学的反応（メタン発酵、生物電池（微生物発電））の研究を行う。また導入にあたって必要なエネルギー-システム評価の研究を行う。

16年度は、重点課題であるガス化については、産総研内の小型噴流床ガス化装置を用いて多種のバイオマス種をガス化してガス化特性を明らかにし、得られた結果を基に、共同研究者の企業が建設した試験プラント（2t/day 規模）での原料を選定し、ガス化実証試験に寄与することができた。また試験プラント実験に参加し、得られたガス化結果と小型炉でのガス化結果を検討し、相関関係を見出すことができた。

また、水素-メタン発酵については、産総研（つくば西事業所）内に企業と共同で、産総研内食堂から排出される食品廃棄物からバイオガスを生産する準実証プラントを建設し、稼働させることができた。現在も、本プラントは着実に稼働を重ね、データを提供している。

## ガスハイドレートグループ

(Gas Hydrate Group)

研究グループ長：海老沼 孝郎

(北海道センター)

概要：

ガスハイドレートは、水分子からなる多面体構造の中に、メタン、二酸化炭素などのガス分子が包接された氷状の固体物質である。ガスハイドレートの最大の特徴は高密度ガス包蔵性であり、例えば1cc のメタンハイドレートには、標準状態換算170cc 以上のメタンが含まれている。メタンハイドレートは、低温・高压の生成条件が満たされる海底堆積層と永久凍土地帯に広く分布することが明らかとなり、その資源量は在来型天然ガスの究極資源量に匹敵する40兆  $\text{m}^3$  と評価されている。日本列島近海の南海トラフにおいても、我が国が消費する天然ガスの約100年分に相当するメタンハイドレートが存在すると見られている。この氷状のメタンハイドレートをガスと水に分解して、天然ガス資源としてメタンを採取する技術の開発を目的に、メタンハイドレート堆積層の基礎物性解明、分解挙動

の解明とモデル化、ガス採取方法の開発などの研究を行っている。また、高密度ガス包蔵性、熱物性、生成解離に伴うガス選択性などのガスハイドレートの特異な物性を産業利用するための研究を行っている。

研究テーマ：メタンハイドレート資源開発生産手法開発（物性・動特性に関する研究開発）、クラスレート水和物の結晶構造多様性を利用した省エネルギー天然ガス貯蔵・輸送技術に関する研究、天然ガス貯蔵のためのハイドレート製造技術の開発（ハイドレート結晶構造の多様性を考慮した製造プロセスの高度化）、永久凍土地帯のメタンハイドレートの安定性と生成解離、ガスハイドレート冷凍機冷媒ガス探索、メタンハイドレート堆積土の力学特性と燃料ガス採取に伴う海底地盤の変形

研究テーマ：テーマ題目39、テーマ題目40、テーマ題目41、テーマ題目42

#### 炭化水素変換触媒グループ

(Hydrocarbon Conversion Catalyst Group)

研究グループ長：村田 和久

(つくば中央第5)

概 要：

石油、天然ガス、メタンハイドレート、あるいはバイオマスなどから得られる「炭化水素」を化学工業原料やクリーンな燃料に変換する新プロセスの開発及び既存プロセスの効率化、省エネルギー化は、化学物質によるリスク削減のためのグリーンプロセス技術、及び地球温暖化対策技術として重要である。当グループでは、芳香族系あるいは脂肪族系炭化水素から水素、オレフィン、含酸素化合物等の有用物質を製造するための基盤技術の確立を目的として、平成16年度中に炭化水素などの分解や改質、CO シフト反応、脱水素反応、選択酸化反応などに用いる高性能触媒系の開発を目指す。

研究テーマ：テーマ題目43

#### クラスタープロセス連携研究体

(Cluster Advanced Nanoprocesses CRT)

連携研究体長：岩田 康嗣

(つくば中央第2)

概 要：

クラスタープロセス連携研究体では、クラスターによってナノ構造材料の機能性を格段に高める研究開発を行っている。次世代型ナノ構造機能性材料の製品イメージとしては単色エネルギーの電子線源、極薄高容量キャパシター、超高密度磁気記録媒体、次世代ディスプレイが挙げられる。これまでに汎用性の高いシリコンクラスターを独自の方法でサイズを揃えて生成する事に成功した。更にシリコンクラスターを基板に蒸着し、クラスター同士の相互作用によるナノ構造秩序

の形成を世界で初めて実証した。現在、3nm 以下のクラスターによる高機能性立体秩序構造材料を作製し、新製品コンセプト作りをしている。

研究テーマ：大学発事業創出実用化研究開発事業「クラスターナノ構造成膜プロセスシステム製品化技術開発に関する研究」

#### マイクロ熱流体システム活用エネルギー有効利用連携研究体

(Collaboration Research Group of Thermo-Fluid Micro-Systems)

研究グループ長：庄司 正弘

(つくば東)

概 要：

エネルギー技術研究部門及び先進製造研究部門の研究員、並びに東京大学を始めとした諸大学及び企業等と連携し、マイクロバブル・マイクロカプセルなど気液分散系の流体挙動、熱と物質の移動、高サブクール気泡微細化沸騰 (MEB) や沸騰二相流等の相変化伝熱など、熱流体諸現象の基礎研究とそれらをマイクロチャネルなど微小構造体で活用した高性能、高効率な熱流体デバイスの開発研究を行ない、小形モバイル型エネルギーの供給システム、加熱・冷却・温度制御システム等への応用展開を図ることを目標に研究を行っている。また、これらの研究を通し、マイクロ熱流体システムの知識体系の構築とマイクロ熱流体デバイス活用のためのデータベース集積に努めると共に、MEMS 技術等のテクスチャーを用いて製作した各種マイクロ熱流体要素デバイスを統合・システム化したハイテクもの造り (超小型吸気式冷却器の試作) を行っている。

研究テーマ：マイクロ熱流体諸現象の基礎とその応用に関する研究

[テーマ題目1] 電力平準化システム運用・制御技術研究開発 (資金制度 (外部) 産業技術総合研究所委託費)

[研究代表者] 石井 格 (エネルギー技術研究部門エネルギーネットワークグループ)

[研究担当者] 石井 格、近藤 潤次、村田 晃伸、山口 浩、安芸 裕久、樋口 登 (職員6名、他1名)

[研究内容]

今後の電力システムに大量に導入されると予想される自然エネルギーを利用する発電設備や総合効率の高い熱電併給設備などの「分散型電源」を大量に普及させることは、系統の電圧維持・需給バランス維持・故障電流抑制の制約のため、現状の電力系統では難しい。本研究では、これらの問題を改善し、分散型電源の大量連系を可能にするとともに、負荷平準化を可能とする次世代電力

システムの研究開発を行う。

今年度は、配電系統に分散電源を設置した際の系統の静特性および動特性について、アナログシミュレータによる解析と実験を行った。その結果、配電系統内の各機器（タップ切換機、調整可能負荷、可制御電源など）を情報線で結合し連携動作させることで、全体で系統の最適化を図る「協調制御」を提案し、配電系統内の電圧を適正範囲に収めるアルゴリズムを開発した。この制御手法を用いることにより、従来の個別機器制御（連携動作をしない制御）では系統電圧を適正に保つことが出来ない過酷な条件下でも、電圧を適正範囲内に維持できるようになることを明らかにした。さらに、系統の故障電流を抑制する限流器の検討を行い、限流特性や設計時の基本パラメータを明確化した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、分散電源、電圧安定化、需給バランス制御、負荷制御

【テーマ題目2】熱・電気統合型エネルギーネットワーク技術の研究開発（資金制度（外部）産業技術総合研究所委託費）

【研究代表者】石井 格（エネルギー技術研究部門エネルギーネットワークグループ）

【研究担当者】石井 格、安芸 裕久、村田 晃伸、近藤 潤次、山口 浩（職員5名）

【研究内容】

需要家の近傍に設置されるコジェネレーション設備を、エネルギー融通と貯蔵を考慮したネットワーク運用することで、各需要家のエネルギー需要を満たしつつ全体の高効率化・高設備利用率化を図るためのネットワーク技術と制御手法を確立することを目的に研究開発を行う。

このため、複数のコジェネレーション設備を統合し、それぞれの間を、電力・熱・水素の3種類のエネルギーのネットワークで接続し、エネルギーの相互融通することにより、設備の有効利用（利用率の向上）と省エネルギーを達成するシステムについて、対象とする需要のデータ集積およびパターン分析、システムの形態と制御・運用方法の検討を行っている。

前年度に、複数台の燃料電池コジェネレーション設備を結合した試験設備の設計・整備が完了した。今年度は、この設備を利用してネットワーク運用時の系全体の挙動を実験的に検証するとともに、得られたデータに基づいてより汎用的なシミュレーションが行えるツールの開発を実施した。そして、ネットワーク運用によるエネルギー利用率や設備利用率の向上効果を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、定置式燃料電池、コジェネレーション、エネルギー融通

【テーマ題目3】分散型エネルギー源の高効率高信頼運用技術の研究開発（運営費交付金）

【研究代表者】山口 浩（エネルギー技術研究部門エネルギーネットワークグループ）

【研究担当者】山口 浩、村田 晃伸、近藤 潤次、安芸 裕久（職員4名）

【研究内容】

風力発電や太陽光発電等の自然エネルギー電源の大量導入や燃料電池等の分散コジェネ設備の高効率運用技術を確立するためには、それぞれの機器単独での技術開発では限界がある。より一層の高効率化を図るためには、分散型エネルギーシステムをネットワーク化した統合エネルギーシステムを構築して相互融通や協調運転を行う必要がある。

本研究項目では、熱エネルギー、電気エネルギー、化学エネルギー（水素など）の3種のエネルギー系を統合したネットワーク化技術とその高効率運用技術の開発を目標とする。

このうちの課題「小規模多数台の燃料電池のネットワーク化の研究開発」においては、水素（化学エネルギー）を取り込み、熱エネルギーと電気エネルギーを出力する燃料電池のエネルギーの入出力フローのモデル化がネットワーク運用の検討に不可欠であることから、燃料電池単機レベルでの熱的特性および燃料（水素）利用効率の分析を開始し、機器モデルの構築を行った。

もう一つの課題「エネルギーネットワークの高効率運用技術の研究開発」においては、熱エネルギーや化学エネルギーに比べて輸送性に優れるものの貯蔵性が悪い電気エネルギーを対象に、需要変動の状況を調査し、実データに基づく電力系統問題の実態調査とその補償法の検討を開始するとともに、熱需要と電気需要をまかなうための最適なエネルギー機器の組み合わせやその運用法の最適化に関する検討を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、分散電源、需要変動

【テーマ題目4】小型分散エネルギーシステムの解析とモデル化（第1期重点課題）

【研究代表者】赤井 誠（エネルギー技術研究部門分散システムグループ）

【研究担当者】前田 哲彦、丸山 康司（職員2名、他2名）

【研究内容】

エネルギー消費の伸びが著しい家庭部門への高効率機器の導入と最適運用は、今後の省エネルギー及び温室効果ガス削減に向けて重要な課題である。本研究では、低緯度地域に匹敵する夏季の気象条件を有するという先進国では希な我が国の家庭のエネルギー消費を他に例のない高時間分解能で測定し公開データベースを構築すると共

に、実測データの分析評価とモデル化を通じ、各種条件に適應した家庭用分散型エネルギーシステムを提唱することを目的とする。

今年度には、H15年度に開始した九州地区における集合住宅のエネルギー消費データ収集を H16年6月まで継続して行った。6月に計測器を撤去し、1年以上の集合住宅18軒分の電力、ガス、給湯需要と共用部分の電力需要を1分の時間分解能で計測することができた。取得したデータを解析し、さまざまな需要の特徴を明らかにするとともに、アンケート調査を実施し、省エネの意識と実際のエネルギー消費の対応についての検討を行った。H15年度に、首都圏におけるエネルギー消費計測に関する共同研究先を得て、集合住宅12軒に計測器の取り付けまで行った。本年度は、計測装置の調整から実測を開始し、順調にデータを取得している。本計測では、さらに精度を上げ、2秒のサンプリングで行った。土浦市内において、太陽電池、炭酸ガス給湯器を設置している一戸建て住宅でのエネルギー需要の計測も行い順調にデータを蓄積している。

また、これまで産総研で、計測した家庭部門のエネルギー需要データを整理しまとめており、データベースを構築した。これらのエネルギー需要データを基礎データとして、燃料電池を用いたネットワークやさまざまなエネルギーシステムに対する検討を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 家庭部門、集合住宅、エネルギー需要

【テーマ題目5】 水素エネルギートータルマネージメント手法の研究（分野別重点課題）

【研究代表者】 赤井 誠（エネルギー技術研究部門分散システムグループ）

【研究担当者】 赤井 誠、伊藤 博、前田 哲彦（職員3名、他2名）

【研究内容】

水電解-水素貯蔵-燃料電池システムのトータルエンジニアリング

電気出力5kWの水電解-水素貯蔵-燃料電池システムを実際に建設し、コンポーネントテスト及びトータルシステムエンジニアリングを行い、次のような問題に起因してシステム効率が低下していることを明らかにし、総合エネルギー利用効率を高めるための改造作業を実施した。

○第1は、このシステムを構成する主要な機器自体には、エネルギーシステムという目的に則した設計がなされていないことにある。例えば、設置した水電解装置は、水素を安定に製造することを最優先にして、機器設計や運転条件の特定がなされているために、エネルギー収支の上での無駄が多い。

○第2は、燃料電池に供給する燃料ガス（水素・酸素）の温・湿度条件を整えるために投入されるエネルギーが

過大なことにある。

○第3には、このシステムで使用する補機類用の動力にある。これも既存の機器でシステムを構成した場合には、それぞれの機器の運転条件／運転方法なども含めて、エネルギーシステムに適した補機の設計／選定が、必ずしも行われていないことに起因する。

改造したシステムを運用することにより、下記のような成果を得た：

- ①総合エネルギー利用効率を、昨年度実現した45.8%から52%へと向上させることが可能であることを実証した。
- ②水素吸蔵合金タンクの設計値近傍において安定な貯蔵／放出性能が得られることを検証した。
- ③燃料電池設備については、バブリング法による供給加湿ガスの制御性を検証し、5kW発電を確認した。
- ④水電解装置については、コスト優先機と効率優先機の性能差をエネルギー効率で評価し、システムに最適な仕様を特定した。
- ⑤トータルシステムとして、9時間の水電解により生成した水素を水素吸蔵合金タンクに貯蔵し、これを用いて13時間の安定発電を行うという基本的な運用試験を行い、安定な運転が可能であることを検証した。

1kW級の水素/電力可逆セルの開発

昨年度性能評価を行った電極面積250cm<sup>2</sup>の可逆単セルについて性能評価を継続するとともに、スタック化を行い、以下のように、1kW級可逆セルスタックの設計・製造技術を獲得した。

- ①燃料電池モードにおいて、電流密度0.6A/cm<sup>2</sup>という条件下で、電気出力100W、回収熱量150Wで安定的に運転できることを実証した。
- ②2セルからステップ的にスタック化を行い、単セルの場合と遜色のない性能を実証し、10スタックでの出力1kWを確認した。
- ③高効率／高出力な制御方法、簡易／確実な運転切替方法を検証した。

自然エネルギーによる水素製造に関する検討

化石燃料枯渇の恐れという観点から水素製造技術を考えて、将来的に太陽光や風力といった再生可能エネルギーを利用した水電解水素製造技術の確立も必要である。すなわち【再生可能エネルギー-水電解-水素貯蔵-燃料電池】といったシステムを上記の水素トータルシステムに組み込むことが望まれる。ただし、これら再生可能エネルギーは、気象条件等によりその出力が不規則に変動するため、これら自然変動型電源と水電解装置を組み合わせたシステムの最適設計及び運転制御システムを検討することが重要である。ここでは、太陽電池による水電解について、太陽光発電のこれまでのデータと水電解において得られたデータから、その可能性について検討し、これを実証するための2.6kWの太陽電池と水電解装置からなるシステムを建造した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素、システム、水電解、燃料電池、可逆セル、太陽電池

〔テーマ題目6〕 熱利用の研究

〔研究代表者〕 角口 勝彦（エネルギー技術研究部門熱利用グループ）

〔研究担当者〕 盛田 耕二、松本 成司、平野 聡、上山 慎也（他非常勤4名）

〔研究内容〕

自然熱、未利用熱の有効利用を目的として、三つのサブテーマ毎に研究を進め、平成16年度は以下の成果を得た。

①省動力熱輸送・蓄熱技術の研究

従来のヒートパイプでは困難な鉛直下向きの距離5mに及ぶ独自の省動力熱輸送について、前年度得られた成果を基に、熱輸送時における熱輸送媒体の流動特性を実験により調べた。その結果、上昇管中の気液二相流における蒸気・凝縮液の各流量はほとんどの時間帯で数十m/s以上であり、かなりの高速蒸気流による熱輸送過程となっている事が明らかになった。また作動限界の発生を遅らせるため、蒸気バイパス流の導入による性能改善を試み、その効果を確認した。

また過冷却現象を利用した蓄熱（Super-TES）については、過冷却蓄熱利用システムを太陽熱床暖房および深夜電力床暖房に適用した場合の熱特性と効果、および従来システムとの比較を、数値シミュレーションで明らかにした。

②地殻の熱的機能利用技術の研究

大地の熱を利用する新しい住宅用冷暖房設備を開発した。当該設備は九州大学が建築した実験用住宅に設置された。また、個別の地層毎に地層の伝熱特性を測定する方法を検討し、この方法によって、当該現場における個別の地層毎の熱物性値を求めた。また、給湯機能を備えた住宅用冷暖房システムの基本概念の検討を行った。さらに、ガイア融雪システムを新たに3設備建設する見通しを得た。

③各種廃棄物の低環境負荷サーマルリサイクル技術の研究

熔融過程での取出しが可能な高温加熱炉と密閉型の小型高密度輻射加熱炉を用いた雰囲気を変化させた高温スラグの熔融過程の観察結果との比較を行い、成分および冷却過程の違いによる影響を検討した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 自然エネルギー、未利用エネルギー、蓄熱、熱輸送、ヒートパイプ

〔テーマ題目7〕 乱流制御による新機能熱流体システムの創出（科学技術総合研究委託費）

〔研究代表者〕 大橋 秀雄（工学院大学理事長）

〔研究担当者〕 吉田 博夫、川口 靖夫、菊島 義弘、阿部 裕幸、瀬川 武彦、松沼 孝幸、前田 龍太郎（先進製造プロセス研究部門）、西澤 啓（JAXA）

〔研究内容〕

本プロジェクトでは、産業技術総合研究所、航空宇宙技術研究所、海上技術安全研究所の3国研がそれぞれにおける研究ポテンシャルを融合させ国内外の諸大学とも連携協力してプロジェクトの推進に当たっている。産業技術総合研究所グループの研究目的は、最新のマイクロデバイス技術ならびに制御技術を用いて乱流を知的に制御しその短所を克服し長所を伸ばすための基盤技術を確立することである。本年度は最終年度にあたるので、これまで個別に開発してきた要素研究の成果をまとめ制御システムを構築した。具体的には、翼型剥離抑制制御システムの構築に取り組み、本研究で新たに開発した縦渦発生アクチュエータ（特許取得）、風向センサ（特許出願）を搭載した能動制御システムを完成させ、その制御効果を実証した。また、さらに高度な機能を持つ光ファイバー型音響インテンシティマイクロホン、駆動部のないアクチュエータに関する原理確認をおこなった。これらの成果をもとに実用化型センサ、アクチュエータに関する提案をおこなった。流体そのものの物性に働きかける制御においては、水に界面活性剤を微量添加した場合の壁付近での流れの構造と基本特性を実験的かつ直接数値シミュレーションにより検討した。

〔分野名〕 環境、エネルギー

〔キーワード〕 乱流制御、抵抗低減、剥離制御、マイクロデバイス、界面活性剤

〔テーマ題目8〕 小型セラミックガスタービンの研究（産総研内部グラント）

〔研究代表者〕 松沼 孝幸（エネルギー利用研究部門ターボマシン研究グループ）

〔研究担当者〕 吉田 博夫、壺岐 典彦、袖岡 賢、井上 孝博、鈴木 雅人、江原 拓未

〔研究内容〕

小型分散システムの中核となる数10kW級マイクロセラミックガスタービンの設計・試作をして、タービン入口温度1,200℃程度での実運転を通して問題点を把握することを目指している。このため、まずマイクロセラミックガスタービンが、ガスエンジンなどと同程度の30%を超える効率達成が可能であることを検証し、次に熱効率35%以上を達成するための道筋を明らかにする計画である。具体的には以下の研究項目を設定している。1) エンジンシステムの設計、2) セラミック部品の設計・試作、3) エンジン運転試験、4) 耐久性評価、5) 問題点洗い出し。本年度は、既存の金属製マイクロジェットエンジンの高温部に、セラミック材料を用いた部品を適用して、タービン入口温度1,200℃での運転試験を行

えるようにした。セラミック製のタービン動翼を組み込んだ実験で金属製のタービン静翼が溶けた結果を踏まえ、セラミック製のタービン静翼を組み込んだ。運転試験と設計変更を繰り返して、セラミック部品の設計を改良した。改良の結果、タービン入口温度1,000°Cを超える条件で数10分程度の短時間の運転試験を行っても、主要部品に損傷がないことを確認した。実際の運転試験から、金属部品とセラミック部品の接触部の設計が重要であることが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】分散型エネルギー、マイクロガスタービン、セラミックス

【テーマ題目9】風力発電システムの性能計測技術に関する標準化調査（新エネルギー・産業技術総合開発機構）

【研究代表者】小垣 哲也（エネルギー利用研究部門ターボマシン研究グループ）

【研究担当者】阿部 裕幸、河村 俊次、鈴木 淳詞、吉田 哲子、鈴木 美智子（常勤職員2名、契約職員4名）

【研究内容】

現在、国内では IEC 国際標準で規定される正確な「風車性能試験」が実施されていない。このことから、国内に設置された風車の工学的な性能評価ができないばかりか、正確な発電量予測も行えないため、経済性評価における予測精度も極めて低い。これらの原因の一つは、IEC 国際標準で規定される「風車性能試験」を実施すべきサイト（試験実施地点）が確保されないことにある。すなわち、日本の地形は起伏が多いことから、欧州のように容易に性能試験が実施できる、様な風が吹く平坦地の取得が困難であるためである。

複雑地形という条件のもとでも信頼できる風車性能評価手法を確立するために、複数の実サイトにおいて風況計測、風車性能計測を行うとともに、支援 CFD（計算流体力学）技術の開発・適用を行い、風洞実験等によりその有効性を検証する。さらに、実証的なデータに基づき複雑地形における性能計測手法の原案を作成し、IEC/TC88/MT12委員会において審議し、IEC 規格国際標準文書を提案することを目的とする。

標準化に適する基本形状を分類し、これら基本形状流れ場の CFD シミュレーションを実施し、地形の複雑度が気流に及ぼす変化を評価した。これらの結果に基づき、直感や視覚にたよらず、数値的な評価が可能な複雑地形の工学的・定量的技術規定を確立した。

日本の複雑地形を代表するサイトとして、沖縄県伊是名サイト（台風襲来地域におけるなだらかな山岳地帯）、長崎県高島サイト（孤立峰）、熊本県産山サイト（丘陵地帯）の3つの地点において風況計測を行うとともに、IEC では規定されていない新たな風車性能計測・評価

手法を用いて解析を実施した。これら3つの計測サイトは、IEC の規定では複雑地形に分類されるため、計測によるサイトキャリブレーションが必要とされる。しかし、計測によるサイトキャリブレーションは時間・コストがかかり現実的ではないとともに、これらのサイトでは風車が既設であるため、計測によるサイトキャリブレーションは不可能である。従って、IEC 基準とは異なる新たな計測キャリブレーション手法を開発しその有効性を検証した。さらに、CFD シミュレーションを援用した数値サイトキャリブレーション手法により複雑地形におけるサイトキャリブレーション手法の精度・信頼性を改善する方法を開発しその有効性を検証した。さらに、地形模型を使用した風洞実験を実施し、CFD を援用した数値サイトキャリブレーション技術の検証を行うとともに、数値サイトキャリブレーションの実施に必要な諸条件を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】風力発電、風車性能計測、IEC 標準化、複雑地形

【テーマ題目10】燃焼評価の研究

【研究代表者】宮寺 達雄（エネルギー技術研究部門燃焼評価グループ）

【研究担当者】宮寺 達雄、土屋 健太郎、竹内 正雄、浮須 祐二、畑中 健志、北島 暁雄（他6名）

【研究内容】

小型流動層燃焼装置を用いた模擬ゴミの燃焼実験により、炉内に供給する一次空気と二次空気の酸素濃度がダイオキシン類の生成挙動に及ぼす影響を調べ、一次、二次空気とも酸素濃度の低下に伴ってダイオキシン類生成量は増加するが、その影響は一次空気の方が大きいことを明らかにした。また、二次燃焼炉出口に設けた高温保持部ではダイオキシン類の分解反応と生成反応が平行して起きており、反応機構や温度、滞留時間への依存性がそれぞれの異性体で異なることが分かった。一方、エチレンを燃料に用いた場合の拡散燃焼における PAH 生成挙動を調べて、飽和炭化水素燃料を用いた場合の火炎と比較して、特に理論混合分率を火炎制御のパラメータとした場合に、PAH 生成挙動に、一般的な HACA モデルを適用することが出来ない燃焼条件が大きく拡がることを明らかにした。燃料用 DME については、燃料組成および燃焼条件が有害排出物質の生成状況に及ぼす影響を明らかにするために、完全混合モデルを用いて燃焼の数値シミュレーションを行い、DME とプロパンの燃焼性を比較した。その結果、1600K 以上の高温では、DME とプロパンはほぼ同等の燃焼性を示したが、1400K ではプロパンより DME の方が1ms 以下でホルムアルデヒド、ギ酸等の濃度が著しく高くなり燃焼性が悪化することがわかった。有害排出物の処理の研究に関しては、

脱塩素触媒反応における各種有機溶媒の影響について調べた。トルエン等の芳香族炭化水素を添加すると、反応は著しく阻害されるのに対し、ヘキサン等の脂肪族炭化水素はあまり影響を及ぼさないことを明らかにした。メタノールによる NO<sub>x</sub> の選択還元反応については、NO 酸化触媒と複合化すると NO<sub>x</sub> 除去性能が向上するが、SO<sub>2</sub> 共存下では酸化触媒が劣化して複合システム全体としても性能が低下することが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物焼却、有害物質、ダイオキシン、抑制技術

【テーマ題目11】ジャイロ方式三次元傾斜計の実用化開発（特許実用化共同研究）

【研究代表者】小杉 昌幸（エネルギー技術研究部門安全評価グループ）

【研究担当者】歌川 学、星 竹夫（ユニパルス）、佐藤 忠章（ユニパルス）

【研究内容】

三次元傾斜を1台のセンサで高精度監視できる全く新しい方式について、産総研特許に基づく実用開発を行った。これにより、新たな高精度計測法の確立と、ジャイロ方式の実用範囲の拡大に資することを目的としている。上記の新たな計測装置を試作開発し、その機能特性を試験的に評価して、実用性を確認した。開発したプロトタイプ装置を用いた精度検証試験により、当初目標とした傾斜方向と傾斜角の1/100度精度の達成を確認した。さらに、この検証試験における計測特性から、被計測部のジャイロ方式におけるコマ回転を導入する今後の開発展開により、傾斜計測と北方位計測との併用監視技術として適用できることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】安全監視、長期モニタ、ジャイロ、傾斜計

【テーマ題目12】交流超電導電力機器基盤技術研究開発

【研究代表者】淵野 修一郎（エネルギー技術研究部門超電導応用グループ）

【研究担当者】淵野 修一郎、梅田 政一、樋口 登、新井 和昭、岡野 真、木下 タツエ、古瀬 充穂、我妻 洸、津川 一仁、田中 秀樹（職員7名、他3名）

【研究内容】

交流超電導電力機器は、常に交流損失による熱発生を伴うため、冷却効率の優れた、より高温での運転が望まれ、高温超電導体の利用が不可欠である。このため、酸化超電導材料の作製技術や、機械的に脆弱な酸化超電導線材を取扱うため各種固体材料の熱応答特性の評価技術が必要となる。また、交流損失の低減技術、高電圧絶縁・電磁力対策技術、極低温冷却技術など超電導機器

特有の技術開発も不可欠である。これらの研究開発により、交流超電導機器を実現するための基盤を確立する。

限流器・変圧器等静止機器に関する研究においては、大型・大電流化のための導体並列化・コイル並列化に伴う偏流等の要素技術研究により、200A-10kV 級共振切り換え型限流器システムを研究開発のために Bi2223線材を使用したトロイダル型交流リアクトルの詳細設計（大半径0.26m、小半径0.044m）を行った。ユニットコイルは3ダブルパンケーキコイルとし、12個のユニットコイルをトロイダル配置して、ユニットコイルの直並列の組み合わせにより50-5.5mH、運転電流は60-200A に選べる設計とした。

一方、Bi2223線材で製作した100mH 交流リアクトル（50Hz 運転、実行値10A で-20W、発熱密度20kW/m<sup>3</sup>：常温換算200kW/m<sup>3</sup>）を電源電圧200V で共振切り換え型限流器システムに組み込み、50Hz での限流評価試験を進めた。統事故時の短絡比（想定短絡電流／定常電流）=10、事故継続時間3-7サイクル、事故発生位相角を0、45、90、180、225度で回路パラメータを種々に替えた条件下における故障電流、電圧、位相等の過度条件をシミュレーション計算プログラムと比較検討した結果一致することが判明した。また限流移行時間・復帰移行時間も半サイクル（10ms）以内であり、故障電流は定常運転電流の約2倍程度（アレスターの動作電圧で選択可能）となることも解った。

また、大電流容量交流リアクトルとなる200A・10kV 級の設計・製作を終了し、導体並列・マグネット並列化に伴う偏流抑制、交流損失等評価試験を進め、さらにこの交流リアクトルについても限流システムに組み込み評価試験を行った。試験条件は短絡比を10、短絡位相角0度、試験電圧 AC100V、アレスター動作電圧は500V で、限流器が無い場合には kA 級の短絡電流が流れるところを200A 級で限流でき、顕著な限流効果があることがわかった。

超電導送電ケーブルの研究においては、実規模の超電導送電ケーブル（冷却管径5km）の冷却特性を解明するため、冷却管径 D が縮（実ケーブルの約1/10）、冷却長 L が縮長（全長500m で実ケーブルの1/10）、所謂、流動パラメータである L/D が、実ケーブルと等しい冷却モデルを製作し、冷却特性の解明を行った。この500m 長冷却モデルにレジネグの不安定領域を推定すると、実験に於いて、圧力1.2MPa 以下では振動が生じないことが確認できた（実験装置の都合上、1.2MPa 以上での確認は行えなかった）。同様に、5km 長の実ケーブルに於けるパラメータを用いて、レジネグの不安定領域を推定した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】交流リアクトル、共振切り換え型限流器、限流試験、超電導送電ケーブル、初期冷却、冷却不安定性

〔テーマ題目13〕〔DME 自動車の実用化フリート試験研究開発〕(JOGMEC 提案公募)

〔研究代表者〕後藤 新一 (エネルギー技術研究部門クリーン動力グループ)

〔研究担当者〕後藤 新一、小熊 光晴  
(職員2名、他3名)

〔研究内容〕

国内で研究開発された既存の DME ディーゼル自動車に対して、大臣認定によるナンバー取得後の公道およびテストコースによるフリート試験を行い、車輛システムとしての問題点および課題点を抽出する。抽出された課題点に関しては、原因の追及および対処法の検討を行い、DME 自動車の車輛としての完成度を高め、市場導入可能なレベルまで引き上げることを目標とする。平成15～16年度の二年間で、(1)高出力、低公害および低騒音の中型 DME トラックの開発に成功した。(2)国土交通省大臣認定により平成16年10月20日にナンバーが交付された。(3)燃料を補給することなく、500km の航続距離を達成した。(4)つくば-新潟間(常磐道-外環道-関越道-北陸道)長距離公道走行試験の平均燃費は無積載で4.29km/L、3.3t フル積載で4.08km/L、および無積載による市街地のみでの走行で5.36km/L (いずれも軽油換算)であった。(5)平成17年4月、総走行距離10,000km を達した。(6)フリート試験によりいくつかの車両デバイスに不具合が生じたが、走行不能となるような決定的な重大不具合は一切発生せず、それぞれの改善対応により車両システムの完成度が向上した。(7)走行距離7757 km 継続使用したインジェクタを分解調査した結果、ニードルシート面の摩耗拡大、ノズル表面の錆発生、およびニードルに付着物の存在等、軽油仕様ではまれな症状を示したが、噴孔洗浄により引き続き継続使用可能であった。などの成果が得られた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕新燃料、DME、ジメチルエーテル、ディーゼルエンジン、トラック、車両システム、フリート試験、大臣認定

〔テーマ題目14〕〔DME 大型ディーゼルエンジン発電システムの開発〕(経済産業省資源エネルギー庁 DME 燃料利用機器開発費補助事業からの共同研究)

〔研究代表者〕後藤 新一 (エネルギー技術研究部門クリーン動力グループ)

〔研究担当者〕後藤 新一、小熊 光晴  
(職員2名、他3名)

〔研究内容〕

(株)JFE エンジニアリング、ダイハツディーゼル(株)および岩谷産業(株)の三社体制で、経済産業省資源エネルギー庁の DME 燃料利用機器開発費補助事業により、「DME 大型ディーゼルエンジン発電システムの開発」

プロジェクトを、平成14～18年度の計画で行っている。その一端を共同研究として担い、DME 大型ディーゼルエンジンを実用化するために必要な要素技術の確立を目指し、DME に最適な大型発電用ディーゼルエンジンの設計に対する指針を得ることを目的とした、開発段階における DME 用噴射システムの噴射特性評価、および DME ディーゼルエンジンの燃焼室デザインおよび噴射条件の最適化に指針を得るための DME の噴霧発達過程および燃焼現象の解析、実験不可能な実機燃焼室内条件における DME の噴霧特性のシミュレーションおよび燃料噴射装置の実機耐久性試験により潤滑性向上剤の添加量等が噴射装置デバイスの摩耗度合いに及ぼす影響調査等を行う。本年度は、噴霧観察に関しては、単体試験装置による DME 用噴射システムの特性の評価、DME ディーゼル燃焼の PM 生成に関する実験的検討、および DME の液相、液相+気相噴霧挙動の解析等を行った。シミュレーションに関しては、燃料噴射量、燃料噴射圧などのパラメータが DME の噴霧特性に及ぼす影響を GTT コードにより評価し、軽油の燃料噴霧特性との比較も行った。実機耐久性試験に関しては、潤滑性向上剤無添加による50時間連続運転後の噴射システム摩耗度合いの評価を実施した。耐久試験としては、50時間の累積運転時間を達成したが、燃料供給系統への潤滑油の混入過多や摩耗度合いの評価方法としてその定量化などの課題が残った。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕新燃料、DME、ジメチルエーテル、ディーゼルエンジン、大型発電システム、噴霧観察、シミュレーション、潤滑性評価

〔テーマ題目15〕固体酸化物形燃料電池の研究

〔研究代表者〕横川 晴美 (エネルギー技術研究部門燃料電池グループ)

〔研究担当者〕横川 晴美、加賀 保男、山地 克彦、根岸 明、加藤 健、門馬 昭彦、嘉藤 徹、酒井 夏子、齋藤 喜康、堀田 照久、マニュエルブリトー、天野 雅継 (職員12名、他14名)

〔研究内容〕

- 1) 発電性能解析方法の開発について15年度試作した組電池試験システム等を用い、これまでに開発した単セル特性解析法を発展させ1kW 級 SOFC スタックへの適用性を図った。その結果、この手法がモジュール性能を大きく左右するガス流量配分の評価に有効であることを確認し、低温部セルには高温部セルよりも多くの燃料が供給されスタックセルの出力分布の平滑化に寄与していることがわかった。
- 2) 燃料及び改質ガス流量、組成の高精度分析システムの開発について昨年度試作したガス流量・組成の高精

度分析方法（システム）を中心に SOFC 実地対応システムの構成を検討し、1kWSOFC モジュール実機を計測対象として流量・組成分析の高精度化を図った。その結果、大量の窒素希釈に伴う分析精度の低下を確認したため、イジェクターによる吸引方式からメカニカルポンプによる方式への転換を行い、ノズルを通過するガスの組成変動を抑え、あわせて音速ノズル一次圧の精密測定を行えるように分析系を改良した。さらに、音速ノズル一次圧とガス流量の直線性の確認、計測に使用する流量計の重量法による較正実験等により高精度の効率測定が可能であることを確認した。

3) 液体炭化水素燃料に着目し、灯油のモデル燃料 n-ドデカン ( $C_{12}H_{26}$ ) の SOFC への導入・内部改質発電実験について、Ni-ScsZ 燃料極への  $CeO_2$  や SDC の添加が反応抵抗成分を減少させること、また、700℃では燃料極上の炭素析出が増加して燃料利用率の減少がみられたため、800℃以上の運転温度が適当であることがわかった。また、Ni-ScSZ 燃料極支持 ScSZ セルを用いて、通常の1/150の低加湿 (1.2%) エタンを導入・発電試験を行った。温度を550℃まで下げ、燃料利用率を50%に保つと、100時間以上にわたって安定に発電することができた。試験後の燃料極では若干の炭素析出が認められたが、セル破損は起こっていなかった。

4) 金属材料 (ZMG232) の酸化について、粒界を経由した高速拡散の影響を明らかにした。また実際の SOFC セルスタックに組み込み加湿メタンを燃料とし750℃で534時間運転したインターコネクト (ZMG) を分析した。

5) 発電反応や炭素析出反応機構を解析するため、モデル電極を調製し同位体を用いたラベリングとその分布状態の3次元分析により反応に関連する物質移動の把握を試みた。電解質、電極の種類、および水蒸気分圧により、電極・電解質上における水素、酸素、炭素の分布状態が大きくことなることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池、規格・標準化、燃料多様化、材料データベース

【テーマ題目16】熱・電気統合型エネルギーネットワーク技術の研究開発（技環局委託費）

【研究代表者】山口 浩（エネルギー技術研究部門エネルギーネットワークグループ）

【研究担当者】上野 和夫、小原 春彦、山本 淳、高澤 弘幸、野口 照夫  
（職員4名、他3名）

【研究内容】

熱・電気統合型エネルギーネットワーク技術の研究開発ではエネルギーシステムの需要家端近傍に設置されるコジェネレーション設備をネットワーク化することによ

り、各需要家のエネルギー需要を満たしつつ相互融通と貯蔵機能の最適制御を行い、全体として負荷平準化を可能とするような、ネットワーク技術と制御手法を確立することを目的として研究を進めている。

その中で熱電変換グループは熱・電気の直接変換が可能な熱電発電技術を熱・電気統合型エネルギーネットワークへ応用することを目的に、高効率な熱電変換モジュールの開発を行っている。熱電発電に用いられる熱電変換材料は、性能が出る温度領域が材料によって異なる。そのために、広い範囲の温度領域で効率よく熱電発電を行うには、異種材料を接合したセグメント素子が必要と考えられる。そこで、当グループではさまざまな熱電材料の中から、室温と400℃の温度差で発電を行うのに最適な材料の組み合わせを選定し、さらに異種材料間の相互拡散や熱膨張率の違いを緩和するための層を熱電材料の間に挿入することにより、変換効率10%を実現する可能性のある、セグメント素子の開発に成功した。

平成17年度は、開発に成功したセグメント素子からPN 対を構成し、さらに多対からなるモジュールの試作に取り組んだ。モジュールの試作には、各セグメント素子をつなぐ電極、接合技術、さらに多対を発電に適した平板上に構成する技術の開発が必要である。さらに、最適な素子サイズを設計するためのシミュレーションソフトウェアが不可欠である。そこで、今年度さまざまな接合方法を実際のセグメント素子に使い、電氣的、機械的にすぐれた接合方法を見出した。さらに、当グループで開発したシミュレーションソフトウェアを用いて、素子サイズを決定し、予想される発電性能を導き出した。発電性能の評価に関しては、電氣的な発電性能の測定と、簡便な熱流測定が行える装置を作製し、実際に試作したモジュールの性能測定を開始した。さらに、シミュレーションソフトウェアによって予想された発電性能との比較を行った。現時点では、実際に測定される性能は予想された発電性能には至っていないが、試作モジュールの性能は次第に向上している。

開発された熱電モジュールを応用する研究にも着手している。検討を行っている応用例としては、燃料電池の排熱利用など、将来普及が期待できる分散電源への適応である。熱電発電は、熱、電気の比率を変えることが出来ることに加えて、熱利用が十分できない小型の分散電源で効率よく発電を行うために有効であると考えられる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、熱電変換、分散電源

【テーマ題目17】金属酸化物エネルギーデバイスの研究（運営費交付金、部門重点化課題）

【研究代表者】上野 和夫（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】上野 和夫、小原 春彦、山本 淳、李哲 虎（職員4名）

### 〔研究内容〕

金属酸化物は近年エネルギー関連材料として注目されている。特に重要な材料としては遷移金属酸化物が挙げられるが、その種類は極めて豊富で、かつ発現する機能も多様である。多様な機能の発現は材料の固有の結晶構造、原子価変動、バンド構造から、さらにはナノ・ミクロ形態による。本研究においては、Ti 酸化物を対象にナノスケールの構造制御原料とバルクあるいは薄膜・厚膜の機能解明を中心に研究を進め、熱電発電素子、キャパシタ、色素増感太陽電池など高性能エネルギー変換デバイス開発へと展開することを目標とする。

熱電変換グループでは、Ti 酸化物、とくに Sr-Ti-O 系の酸化物を中心に、金属酸化物の熱電発電材料としての可能性を探っている。Sr-Ti-O 系酸化物は、誘電体として長く研究がなされてきた。熱電材料としては、高い導電性が要求されるが、Sr-Ti-O 系酸化物にキャリアを高濃度でドーピングし導電性を高めた材料の研究は最近盛んに行われるようになった。その中で、Sr-Ti-O 系酸化物は電気伝導度、熱起電力といった電気的な特性は従来の高性能な熱電材料に匹敵する性能を持っていることが分かった。一方、熱電性能に関わる熱伝導度については比較的高く、この系の材料の実用化には熱伝導率の低減が必要であることが指摘されている。

そこで、当グループでは、さまざまな添加物質の中で、比較的イオン半径の小さな希土類元素に注目し、これを Sr-Ti-O 系酸化物に添加することによって、熱伝導率の低減が可能なことを示した。

平成17年度は、Sr-Ti-O 系酸化物の熱伝導率をさらに下げるために、層状構造をもつ Sr-Ti-O 系酸化物の作製とその熱電性能の評価を行った。その結果、層状構造を有する Sr-Ti-O 系酸化物において、熱伝導率の低減が可能なことが分かった。さらに、イオン半径の小さな希土類元素の添加が層状構造を有しない材料と同様、熱伝導率の低減に有効であることが分かった。

さらにエネルギー技術研究部門の他グループとの連携のもの、さまざまなプロセスによって作製された Sr-Ti-O 系酸化物の評価を行い、熱電材料としての実用化の可能性を検討した。また、物質の本質的な物性が評価できる単結晶試料の育成と、その熱電性能の評価にも着手した。今後はナノ構造を有する Sr-Ti-O 系酸化物の評価や、薄膜材料としての可能性など、さまざまな面からこの系の材料を検討し、実用化への指針を得ることを目指す。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 酸化物、熱電変換、チタン

〔テーマ題目18〕 熱電変換モジュール評価技術の確立  
(財団法人委託費)

〔研究代表者〕 小原 春彦 (エネルギー技術研究部門熱電変換グループ)

〔研究担当者〕 小原 春彦、山本 淳、高澤 弘幸、  
李哲 虎、岡田 安正  
(職員4名、他1名)

### 〔研究内容〕

NEDO プロジェクト「高効率熱電変換システムの開発」が平成14年度から開始されている。熱電変換は熱を電気に直接変換することができ、排熱などの未利用熱を有効利用できる技術として注目されている。一方、熱電変換はこれまで熱から電気への変換効率が低く、宇宙利用など特殊な分野を除いて発電用途では未だに実用化していない。ところが、近年高い熱電性能を有する新しい熱電材料の発見が相次ぎ、変換効率が10%をこえる熱電発電素子の実現も夢ではなくなった。

そのような環境の中、高効率な熱電変換システムの実用化を目指して、NEDO プロジェクト「高効率熱電変換システムの開発」が開始された。本プロジェクトでは、変換効率が10%を越える熱電発電モジュールの開発や、熱電発電モジュールを用いたシステムの開発が目標とされている。さらに、熱電発電モジュールの開発では、明確な効率の達成目標が設定されている。

熱電発電モジュール、特に変換効率が10%を越える発電モジュールは動作温度も高く、効率などの性能評価は容易ではない。熱電モジュールの効率は、一般に入熱と電気出力の比として定義されるが、電気出力の測定に比べて入熱の精密な測定は極めて難しい。そこで、本 NEDO プロジェクトでは、管理法人であるエンジニアリング振興協会が熱電発電モジュールの性能評価技術開発を産総研の当グループに委託している。さらに、プロジェクト参画企業が開発した熱電発電モジュールの性能評価を産総研で統一的行うことを目的としている。

これまで、熱電発電モジュールの評価装置として、従来の Bi-Te 系材料が用いられる比較的低温領域の低い装置 (300℃級) と、より高い動作温度の評価装置 (700℃級) に分けて開発を行ってきた。300℃級評価装置は、プロジェクト開始以前より当グループで開発を行ってきたので、評価装置としてはほぼ完成した。さらに、700℃級評価装置に関しても、当初の予定よりも前倒しして導入し、昨年度実際にプロジェクト参画各社のモジュールの測定を行い、得られたデータはプロジェクトの中間評価に使われた。統一的に精度良く熱電発電モジュールの性能評価を行ったことは、評価委員会で高く評価された。

17年度は、700℃級評価装置の測定精度をさらに向上させるため、これまで問題となっていた熱輻射が熱流測定に与える影響を極力小さくする改造を行った。さらに、他機関の評価装置との整合性を検証するために、温度計である熱電対を共通化する改造や、熱流測定の共通試料の持ち回り測定 (ラウンドロビン測定) を行うための準備を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

【キーワード】 熱電変換、効率、性能評価

【テーマ題目19】 スピントロニクスによる酸化物熱電変換材料の開発（NEDO 国際共同研究助成事業）

【研究代表者】 山本 淳（エネルギー技術研究部門熱電変換グループ）

【研究担当者】 山本 淳、小原 春彦（職員2名）

【研究内容】

本研究では、スピントロニクスによる磁性酸化物半導体中の電子エントロピー制御を目指し、これを用いてこれまでにない革新的な平面型熱電素子の開発をめざしている。研究体制としては、物質・材料研究機構が中心となり、産総研の当グループ、ワシントン大学、パシフィックノース国立研究所が共同研究に参画している。産総研の当グループでは、物質・材料研究機構や他機関で作製した薄膜試料の熱電性能評価を担当している。

熱電材料として近年注目されている金属酸化物には、極めて豊富な種類がある。さらに、同じ構成元素でも組成によって発現する物性は多様である。そこで、熱電材料として最適な物質の探索は、通常の粉末固相反応法を用いると、膨大な時間と材料が必要となる。そこで、近年注目されているのが、高速で最適組成の探索ができるコンビナトリアル手法である。例えば、組成が場所によって変化する材料を作り、局所的な評価を行えば、最適組成を一回の試料作製で決定することができる。さらに、薄膜法を用いれば、使われる金属材料はきわめて微量なので、省資源につながる。

本研究においてコンビナトリアル手法による磁性酸化物半導体の薄膜材料の開発は、物質・材料研究機構が担当している。当グループでは、物質・材料研究機構や米国の研究機関が作製した試料の局所的な熱電性能の評価を、サーマルプローブ法とよばれる評価方法によって行っている。サーマルプローブ法とは、加熱したグラファイトの針を試料表面に接触させ、狭い領域に温度差を与えた時の熱起電力などから、試料の局所的な熱電性能を評価できる方法である。この方法を用いれば、場所によって組成の異なる試料の評価が可能で、一回の試料測定で、最適組成の決定ができる。

これまで、金属元素が3種類含まれる酸化物の最適組成の決定など、学会でも注目される成果をあげてきた。平成17年度はさらに他機関との連携をはかる上で、実際に米国のパシフィックノース国立研究所に当グループの研究員が3ヶ月間滞在し、試料の作製等を行った。これらの試料の熱電性能の評価を行っている。

さらに、薄膜材料を用いた熱電変換デバイスの研究開発にも着手している。熱電変換に用いられる材料は、通常はバルク材料であるが、小型の熱電発電素子や、局所的な冷却用のデバイスなど、薄膜を用いた熱電変換デバイスの可能性は大きい。しかし、薄膜デバイスはバルク

の熱電変換デバイスとは全く異なった構造となる。本研究では、コンビナトリアル手法による材料探索と平行して薄膜デバイス化技術の開発も行う予定である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 酸化物、熱電変換、薄膜、コンビナトリアル

【テーマ題目20】 エネルギー貯蔵材料の研究（大容量キャパシタ電極用炭素材料の開発）

【研究代表者】 羽鳥 浩章（エネルギー技術研究部門エネルギー貯蔵材料グループ）

【研究担当者】 丸山 勝久、児玉 昌也、曾根田 靖、吉澤 徳子、安藤 祐司、山下 順也、高木 英行（職員8名、他10名）

【研究内容】

電力貯蔵はエネルギー利用の多様化・高効率化のための重要技術の一つであり、二次電池やキャパシタといった電力貯蔵デバイスがハイブリッドカーや電力需給の平準化といった用途で使われている。炭素材料は、次世代エネルギーシステムの中ですでに重要な役割を果たしているリチウム電池や燃料電池などの先進デバイスにおいて無くてはならない材料として近年脚光を浴びているが、エネルギー貯蔵材料グループでは、長年培ってきた炭素材料のナノ構造制御・解析技術を生かして、キャパシタ用高性能電極の開発を行っている。16年度は、まず既存の炭素系電気二重層キャパシタ用電極材として使われている活性炭に比べて、2～3倍の電気容量が得られる膨張化炭素繊維試料において、炭素構造とキャパシタ性能との相関性を明確にするための研究を行った。また、炭素多孔体表面にチオフェン系の導電性高分子を薄く電解重合することによって、導電性高分子電極の充放電を高速化することができることを明らかにした。これらキャパシタの多孔質電極界面での現象についてはいまだ不明な点も多く、本研究の成果は理想構造の炭素電極創出には欠かせない重要な知見を与えるものと言える。

本研究では、炭素系材料を用いた水素貯蔵や水素製造技術に関しても先導的な研究を行っている。水電解法による水素過酸化水素同時製造法の開発においては、水素と同時に過酸化水素を製造することによって、経済的に有利な新規水素製造システムを確立することを目的に研究を行っている。本年度は比較的高い活性を示した炭素材料を用いて支持電解質や分離膜（イオン交換膜）の特性が電解反応に及ぼす影響について検討し、高効率な電解条件を得た。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 炭素材料、キャパシタ、水素利用

【テーマ題目21】 水素貯蔵用高次修飾ナノカーボン触媒の開発

【研究代表者】 高木 英行（エネルギー技術研究部門エ

エネルギー貯蔵材料グループ)

【研究担当者】羽鳥 浩章、八田 千賀子、松尾 聡  
(職員2名、他2名)

【研究内容】

水素を利用したエネルギーシステムを構築していく上で、その貯蔵・供給技術の確立は最重要課題である。これまでに高压で圧縮する、低温で液化する、水素吸蔵合金を使用する等の方法が提案されているが、いずれも問題点が多い。これに対し、カーボン系吸着材は、高い貯蔵能力、軽量、豊富な資源量から水素貯蔵材料として注目されている。しかしながら、カーボン表面と水素分子との相互作用は基本的に分子間力のみであり、これまでに十分な貯蔵量は達成されていない。また、精度の高い水素貯蔵量評価技術の確立、貯蔵メカニズム及び水素とカーボン表面との相互作用に関する知見の集積など解決すべき課題は多い。一方、シクロヘキサンやデカリン等のハイドライドを利用した水素貯蔵技術は、高い水素貯蔵量、CO<sub>2</sub>排出量が理論的にはゼロであること、ハンドリングが容易であるなどの理由から、発展が期待されている。しかしながら、この水素貯蔵系構築のためには、ハイドライドからより温和な条件下で効率良く水素を取り出すことができる触媒が必要であり、その開発が求められている。本研究では、ナノ構造をもつカーボン材料表面に水素活性サイトを付与した高次修飾ナノカーボンを開発し、水素貯蔵材料として、またケミカルハイドライド転換触媒として利用するための基礎的知見を得ることを目的としている。

平成16年度までに、表面に水素と高い相互作用をもつ金属種を高分散担持したナノカーボンを調製し、その水素吸着特性から、カーボン表面に弱く化学吸着した水素の存在を見出し、本年はその詳細な吸着挙動の解析を行った。また有機ハイドライド転換触媒として有望な触媒系を見出し、その活性ならびに選択性を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素貯蔵、ナノカーボン、触媒

【テーマ題目22】(NEDO 委託費「中温作動型固体高分子形燃料電池の研究開発」

JST 戦略的創造研究推進事業「光技術・ナノ構造・認識分子の融合による環境診断素子の開発」等、内部競争的資金

【研究代表者】本間 格 (エネルギー研究部門ナノエネルギー材料グループ)

【研究担当者】本間 格、周 豪慎、松田 弘文  
(職員3名、他10名)

【研究内容】

・100℃～200℃の中温度領域で作動可能な高分子形燃料電池用の耐熱型新規電解質膜および耐CO型触媒電極

の開発

- ・電池性能として30Wh/kg、3kW/kg の高エネルギー密度、高パワー密度を兼ね備えた電源開発のための高性能電極技術
- ・ナノポーラス材料の表面機能化による高性能エネルギー貯蔵材料の開発
- ・エバネッセント光導波路とナノポーラス薄膜の化学的分子認識機能を組み合わせた高感度環境センサーの開発

研究テーマ題目と進捗状況

①固体高分子型燃料電池用新規電解質膜の開発

安価で耐熱性に優れた有機無機複合材料を用いて中温領域作動が可能な固体高分子形燃料電池用電解質膜の開発を行う。有機鎖として耐熱性と柔軟性に富むポリテトラメチレンオキシド (PTMO) を選択、無機相としてチタニアとジルコニアを用いてゾルゲル法によりナノレベルで複合した有機無機電解質膜を作成し、さらにプロトン導電性付与材としてヘテロポリ酸あるいは無機相のリン酸化処理を行い電解質膜の中温度領域でのプロトン伝導性と発電特性を評価した。

100℃以上の温度では電解質膜からの水分蒸発が起り、また飽和水蒸気圧が1気圧以上になるため装置の加圧が必要となるため、簡便な構成の燃料電池セルを構成するためには理想的な電解質膜として非含水型の電解質膜が最適である。ヘテロポリ酸とポリスチレンスルホン酸膜の有機無機ナノコンポジットでかつ酸塩基分子のアセンブリー構造を有した新しい電解質膜を開発し、180℃で10<sup>-2</sup>S/cm の無加湿プロトン伝導度を得た。新しいプロトン伝導メカニズムの探索とナノアセンブリー材料の大きな可能性を実証した。

②高出力型リチウム2次電池材料の開発

コバルトや鉄の様々なナノ構造を有する金属酸化物ナノ結晶電極を合成し高容量かつ高速充放電可能な2次電池用ナノ構造電極を開発した。ナノ結晶ネットワークからなる低抵抗・高比表面積の電極をボトムアップのアプローチで溶液合成し、その基礎プロセスと電極構造さらに電池特性を評価した。ナノ構造電極を利用することにより高いイオン拡散性と電子導電性を用いて10C以上の高速充放電電極を開発することが出来た。ハイブリッド車回生電源や負荷平準化電源への応用を検討した。

③超高感度環境センサーの開発

シリコン基板上にスピネクスト法を用いてメソポーラスシリカ薄膜を作製し構造制御とシリカへの遷移金属ドーピングを行うことによりメソ孔内表面の電気化学的および触媒化学的活性化を行い、ppm以下の低濃度分子に対してセンシング機能を有するSPV (Surface Photo Voltage) 型センサーの基盤技術開発を行った。ガラス基板上にレーザー光の偏光面制御のためチタニア薄膜を形成した平面型の光導波路を作製し、基板平行方向に伝播する偏光したレーザー光のエバネッセント波

(TE および TM) の光干渉効果を用いた超高感度環境センサーを開発した。メソポーラス薄膜の高い比表面積とナノポアの分子認識機能を用いて ppb レベルの高感度を有する環境センサーを開発した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ材料、燃料電池、リチウム2次電池、環境センサー

【テーマ題目23】高電流密度超電導膜作製技術研究開発  
(交流超電導電力機器基盤技術研究開発、産総研委託費)

【研究代表者】山崎 裕文 (電力エネルギー研究部門超電導材料技術グループ)

【研究担当者】山崎 裕文、幸坂 紳、馬渡 康徳、Develos-Bagarinao Katherine (職員4名 他2名)

【研究内容】

本項目は、電力ネットワークの安定化に大きな効果をもたらす SN 転移抵抗型薄膜限流器の最重要構成要素である大面積超電導膜の高電流密度化の基盤を確立することを目的としている。超電導膜の臨界電流密度を決める磁束ピン止め機構の解明を行うこと、臨界電流密度  $J_c > 3\text{MA}/\text{cm}^2$ 、臨界面電流 (単位幅当りの臨界電流)  $= J_c \times \text{膜厚 } d > 200\text{A}/\text{cm}$  (5インチ径の面積に成膜できる条件、サファイア基板) を得ることが目標である。

パルスレーザー蒸着 (PLD) 法によって限流器用  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  (YBCO) 大面積膜を作製し、中間層・YBCO 膜の成膜機構を解明する。酸化物超電導薄膜の磁束ピン止め機構の解明とピン止め導入技術の開発を行って、高臨界電流密度を得る。大面積超電導膜の臨界電流密度等の評価技術を開発する。

大面積 PLD 法による YBCO 薄膜作製では、Y リッチな組成になるとともに表面に多くの穴が生成するが、サファイア基板と YBCO との熱膨張係数の差に起因する引張り歪みが緩和されるため、サファイア基板上 YBCO 薄膜でマイクロクラックが生成することなく膜厚  $d$  を大きくできる。ターゲットを Y プアーにすることによって大面積薄膜の組成を化学量論組成に近づけて変化させ、表面の穴の濃度を制御して、マイクロクラック生成に及ぼす空孔の効果を調べるとともに、臨界電流密度  $J_c$  の膜厚依存性や磁界角度依存性を測定しつつ作製法の最適化を行って、市販の薄膜の値 ( $90\text{A}/\text{cm}$ ) を凌駕する臨界面電流  $J_c d = 105\text{A}/\text{cm}$  を得た。

サファイア単結晶の R 面 (1102) から意図的に数度ずらしてカット・研磨したオフカット基板を用いて、(通常の) 小面積 PLD 法で化学量論組成の YBCO 薄膜を作製した。YBCO 薄膜に空孔や転位などの結晶欠陥が誘起され、それが薄膜内の引張り歪みを緩和するため、マイクロクラック生成の臨界膜厚が向上し、 $d = 1.0\mu\text{m}$  で  $J_c d > 240\text{A}/\text{cm}$  という高特性の厚膜作製に成

功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】大面積超電導薄膜、パルスレーザー蒸着法、臨界電流密度、磁束ピン止めセンサー、マイクロクラック、臨界膜厚

【テーマ題目24】エネルギー・環境技術標準基盤研究  
「大面積超電導薄膜の臨界電流密度とその分布の測定方法」(産総研委託費)

【研究代表者】山崎 裕文 (電力エネルギー研究部門超電導材料技術グループ)

【研究担当者】山崎 裕文、幸坂 紳、馬渡 康徳、Develos-Bagarinao Katherine (職員4名 他2名)

【研究内容】

送電・配電系に落雷等による事故が発生した場合に被害を最小に押さえることができ、かつ、コンパクトで低損失な超電導素子を用いた限流器が期待されており、この限流器用の超電導体として用いられる大面積超電導薄膜の品質を評価する方法の確立が求められている。大面積超電導薄膜を超電導限流器等のパワーデバイスに応用する際に最も重要なことは、臨界電流密度 ( $J_c$ ) 及びその分布を正確に把握することである。そのためには、非破壊的に局所的な  $J_c$  を測定できる誘導法が適しており、第3高調波誘導電圧を用いる方法が主として用いられている。しかし、現在まで標準的な測定法が確立しておらず、 $J_c$  を決定する基準があいまいであるだけでなく、正確な測定が行われていない。本研究では、第3高調波誘導法の測定原理に基づいて、精密に臨界電流密度を測定する方法を開発する。その際、臨界電流密度 ( $J_c$ ) 測定時において超電導体に誘起される電界を計算し、 $J_c$  測定の電界基準まで含めて測定法として提案する。また、コイルと薄膜の距離が既定のものから外れたときに発生する誤差、コイルが傾いた場合に発生する誤差、などの測定の誤差要因の解明を行なうとともに、超電導薄膜の端部のどこまで正確な測定が可能かについて明らかにする。そして、標準的な測定方法として確立し、IEC/C90超電導委員会国内技術委員会に規格原案を提案する。

誘導法では、膜の直上に小コイルを置いて交流磁界を印加し、同コイルでの誘導電圧に第3調波成分  $V_3$  が生じ始める時のコイル交流電流の閾値  $I_{th}$  から  $J_c$  を求める。簡単のため  $I_{th}$  をある一定の  $V_3$  が生じ始める電流値として決めることが多いが、この定電圧基準を用いる簡便法では系統的な誤差が生ずることを指摘し、他の方法での  $J_c$  測定結果と比較することによって確認した。それに代わる方法として、定抵抗基準法を提案した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】誘導法、第3調波誘導電圧、超電導薄膜、臨界電流密度、標準測定法

[テーマ題目25] 高性能・低コスト限流素子の作製技術の研究開発（運営費交付金、超電導応用グループとの共同研究）

[研究代表者] 山崎 裕文（エネルギー技術研究部門超電導材料技術グループ）

[研究担当者] 山崎 裕文、古瀬 充穂  
（職員2名 他1名）

[研究内容]

高温超電導薄膜を用いる薄膜限流器のコスト低減のため、素子の限流容量密度を向上させて高価な超電導薄膜の必要面積を低減することは、最重要課題の1つである。従来、ホットスポット現象（限流初期の、特性の不均質に起因する素子の焼損）を防ぐために、金などの純金属を超電導層の上に蒸着して分流保護層としてきたが、純金属層の付加は限流素子の抵抗を大きく低下させてしまい、事故時に要求される耐電圧を得るために大量の面積薄膜を必要としてコスト高になっていた。我々は、YBCO 薄膜の上に、純金よりも1桁近く抵抗率の高い金銀合金を蒸着して常電導転移時の分流保護層とし、また、さらに、安価な外付け分流抵抗を並列接続することによって、ホットスポット現象を防ぐことが出来た。分流層の付加による超電導線路の抵抗低減を抑制したため、限流時（定電圧）の発熱量の増大が抑制され、金を分流保護層とした従来素子と比較して4倍以上の限流容量密度を達成した。必要とされる超電導薄膜の面積を4分の1以下に低減でき、限流器のコストを大きく低減できる可能性を示した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 限流器、薄膜限流素子、YBCO 薄膜、合金層、分流保護層、コスト

[テーマ題目26] KrF レーザーによる核融合の研究

[研究代表者] 大和田野 芳郎（エネルギー技術研究部門パワーレーザーグループ）

[研究担当者] 大和田野 芳郎、松本 裕治、奥田 功、加藤 進、高橋 栄一  
（職員5名 他2名）

[研究内容]

核融合用高繰返し動作 KrF レーザーの開発において、繰返し頻度2Hz で連続1時間という最長の連続動作、及び磁気スイッチ、電子ビームダイオード等装置主要コンポーネントの数万ショット以上の累積動作に成功し、核融合用ドライバーとして必要な耐久性を実証した。また KrF レーザーによる高速点火基礎過程に関する研究では、レーザー集光強度 $10^{19}\text{W}/\text{cm}^2$ 近傍の照射により発生する高速電子のエネルギーが、従来の赤外波長域の超高強度レーザー実験のスケーリング則に一致することが示された。一方、レーザー光のプラズマによる吸収が従来の赤外レーザーの結果に比べて極めて高いことも明らかにした。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] KrF レーザー、核融合、高繰返し動作、電子ビーム、高速点火、超高強度レーザー

[テーマ題目27] 超高強度レーザーによる高エネルギー粒子・放射源に関する研究

[研究代表者] 小山 和義（エネルギー技術研究部門パワーレーザーグループ）

[研究担当者] 小山 和義、三浦 永祐、加藤 進  
（職員3名 他3名）

[研究内容]

波長800nm、エネルギー100mJ、パルス幅50fs のレーザーパルスガスをガスジェットに照射し、電子密度が $1.5 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$ のプラズマから加速距離0.5mm で7MeVのエネルギーを持つ単色電子ビーム発生に世界に先駆けて成功した。単色ビームの電子数は1レーザーパルスあたり $2.7 \times 10^4$ 、発散角は $\pm 1.2^\circ$  と高い指向性を持つ。電子ビームのエネルギースペクトル、電荷量はプラズマの電子密度に強く依存し、単色ビームは $1.5 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$ 近傍の密度領域でのみ発生することがわかった。また、プラズマ波によるレーザー光の変調を観測し、電子がプラズマ波によって加速されていることを捉えている。プラズマ波の振幅、波形もプラズマの電子密度に依存し、電子ビームのエネルギースペクトルとも相関があることを明らかにし、単色ビームの発生機構を解明する上で重要な情報を得た。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] レーザープラズマ加速、超高強度レーザー、プラズマ、単色電子ビーム、プラズマ波

[テーマ題目28] 次世代核融合の研究

[研究代表者] 八木 康之（エネルギー技術研究部門核融合プラズマグループ）

[研究担当者] 八木 康之、平野 洋一、芦田 久男、小口 治久、榊田 創、木山 学、椎名 庄一、島田 壽男、杉本 久也、田辺 敏子、ロレンツォ・フラシネッティ、池田 長康、石崎 欣尚、浅井 朋彦、佐藤 康宏、永田 正義、早瀬 喜代司、政宗 貞男、満田 和久、吉川 正志（職員11名、他9名）

[研究内容]

原子力委員会核融合会議が平成4年に定めた第三段階基本計画に沿って、逆磁場ピンチ方式（RFP）の研究開発を進め、その一層の性能向上を図り効率の良い核融合実現のための研究開発を行うことを目的とする。RFP はトカマクと比較して弱いトロイダル磁場で大電流が得られ、追加熱をすることなく、プラズマ電流加熱

だけで自己点火できる可能性がある等、構造が簡素で経済的な小型簡略炉が期待できる魅力的な炉心方式の一つである。また、トカマクと同じ軸対称電流系トラスであることから、トカマク研究との成果の相互利用が可能である。本研究課題のもとで、高性能 RFP 装置 TPE-RX の実験、小型装置 TPE-QS の実験、および理論・数値シミュレーションによって RFP の研究を総合的に進めている。本研究は、IEA (International Energy Agency) の RFP 研究協力協定下で国際的に推進している。

研究手段・方法：

大型 RFP 装置 TPE-RX を用いて、種々の能動的プラズマ制御手法により、RFP プラズマの閉じ込め改善を目指す。エネルギー閉じ込め時間10ms の達成が目標である。具体的には、総合2MW 級パワーNBI 垂直入射によるベータ値（プラズマ圧力と磁気圧力の比）限界及び電流駆動の研究、パルスポロイダル電流駆動（PPCD）による閉じ込め最適化と向上並びに比例則確立、ヘリシティー入射による RFP への粒子補給・電流駆動・電位変動による輸送変化の研究、ペレット入射による密度制御、及び、周辺プラズマ乱流計測及び高エネルギー分解能軟 X 線計測に関する研究等を行う。特に、PPCD 及び他の方式との複合によるエネルギー閉じ込め時間の目標値達成を目指す。また、低アスペクト比 RFP の研究や理論・数値シミュレーション研究により、RFP の高度化と理解を進める。

H16年度の研究及び成果：

RFP 装置 TPE-RX での実験を中心に、エネルギー閉じ込め時間の一層の向上の実現、及びプラズマ物理課題探究における進展を目標とし、以下の研究を行った。

(1) パワーNBI (2号機) のテストスタンドでの試験運転による性能向上と実測、(2) パルスポロイダル電流駆動 (PPCD) による最適運転条件探索とエネルギー閉じ込め時間向上並びに閉じ込め比例則確立、(3) 強磁気シア配位の長時間維持による電磁流体力学的 (MHD) 不安定性の研究と閉じ込め向上モードの実現、(4) 磁化同軸プラズマガン入射による粒子・ヘリシティー供給実験、(5) ペレット入射による電子密度増加・粒子輸送実験、(6) ガスパファイミング手法による周辺プラズマ乱流計測、(7) 高エネルギー分解能軟 X 線計測器による分光計測、(8) 小型低アスペクト比 RFP 装置 TPE-QS の RFP 放電特性改善と MHD モード解析、(9) 理論・数値計算研究として、低アスペクト比 RFP の高自己維持電流配位及び高ベータ配位の平衡計算、不安定性モードロックの数値シミュレーションを実施した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 磁場閉じ込め核融合、逆磁場ピンチ、閉じ込め向上、NBI

【テーマ題目29】 大容量水素吸蔵合金と貯蔵タンクの開発 (新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費)

【研究代表者】 秋葉 悦男 (エネルギー技術研究部門水素エネルギーグループ)

【研究担当者】 中村 優美子、榎 浩利、朱 云峰、V. Iosub (職員3名、他2名)

【研究内容】

目標：

水素の輸送貯蔵に利用するための重量当たりの水素貯蔵量が高い水素貯蔵材料が求められている。「水素安全利用等基盤技術開発」では有効水素貯蔵量の目標値を5.5質量%以上と設定している。

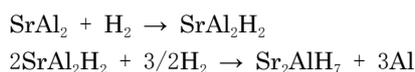
研究計画：

本研究では、上記の目標を達成可能な水素の安全かつ効率的な輸送貯蔵に用いるためのアルミニウム等の軽量な金属と水素の結合を利用した軽量な水素貯蔵材料を開発することを目指している。

年度進捗状況

①アルミニウム等の軽金属と水素の結合を利用した新規水素化物の研究開発

アルミニウムと合金化する金属としてストロンチウム (アルカリ土類金属) を選択し、両者からなる合金  $\text{SrAl}_2$  を作成した。さらに、 $\text{SrAl}_2$  水素化物を水素ガス雰囲気中にて合成する事に成功した。今迄アラナイト等では pc 線図の測定はほとんどなされなかったが、今回、市販の pc 線図測定装置によって容易に測定に成功し、X 線回折による詳細な構造解析と総合して下記の式で反応が表されることを明らかにした。



反応を繰り返すと、以下の反応が繰り返すこと、すなわち可逆性があることが分かった。



合金および水素化物は空気に触れると酸化するおそれがあるので、前年度および今年度購入した合成反応容器および雰囲気ガス精製装置を用いて試料を取り扱った。これらの反応はアラナイトとは異なり、触媒を加えない状態でも穏和な条件下で反応が進行したことは特筆に値する。

②Mg-Ti 系の体心立方構造 (BCC 構造) を有する軽量合金および Ca を主成分としたラーベス相合金の研究開発

マツダ株式会社と共同で Mg-Ti 系に加えて Ti の一部あるいは全部を原子半径などの構造的要因から BCC 構

造をとりやすいと考えられる Co で置き換えた合金をボールミル法によって合成することに成功した。合成された合金の構造は X 線回折リートベルト法および透過電子顕微鏡法を用いて確認した。さらに第3の元素 X を数種加えた材料の合成にも成功し、最大で2.7質量%の吸蔵量を100℃において得た。

Ca を主成分としたラーベス相の研究開発を日本重化学工業株式会社と共同で実施した。Ca あるいは Mg 合金は蒸気圧が高く溶解法では合成が困難であるが、産業技術総合研究所と同社は共同でほとんど蒸気が発生しない合成法の開発に成功した。これによって、従来は極めて困難であった組成を厳密に指定してこれらを主成分とする合金の製造が、今後は容易に行えるようになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、水素貯蔵材料、ナノ構造、反応機構

【テーマ題目30】高性能色素増感太陽電池の研究開発  
(運営費交付金、新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費(太陽光発電技術開発 革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発)、科学技術振興調整費中核的研究拠点育成)

【研究代表者】杉原 秀樹(太陽光エネルギー変換グループ)

【研究担当者】杉原 秀樹、春日 和行、北尾 修、佐山 和弘、小西 由也、草間 仁、小野澤 伸子、柳田 真利、山口 岳志、魏 明灯、Wang Zhong-Sheng、倉重 充彦(職員8名、他4名)

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現する為の技術開発を行う。具体的には、酸化チタンを代表例とする酸化物半導体電極の製造技術、増感色素としての遷移金属錯体や有機色素の設計合成、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル化等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。

年度進捗

平成16年度は、実用化を想定したモジュールを構成する単セルの更なる高効率化を目指した光電流向上技術、光起電力向上技術の開発のため、半導体電極の最適化、新規高性能ルテニウム錯体色素の開発、電解質溶液系の最適化の項目について行った。

半導体電極として独自のメソポーラス構造をもつ酸化チタン電極を調製し、膜厚に比べて大きな表面積をもつ

ことで良好な変換効率を得られた。

ルテニウム錯体色素については、前年度開発したテルピリジントリカルボン酸、エチレンジアミン、チオシアナートを配位子として持つ新規錯体の誘導体について構造と、増感色素としての性能について検討し、それぞれが可視光エネルギーのみならず近赤外光エネルギーをも電気エネルギーに変換できる増感剤として働くことを明らかにした。また、長波長側に吸収をもつことが期待される、二つのピリジンの窒素原子がすべて同一平面上にあるような新規配位子をもつルテニウム錯体を合成し、それが増感剤として有効に働くことを見出した。

光起電力向上の実現のため、ヨウ素レドックスに代わるレドックス系の探索を行った。臭素系レドックスを用い、エオシン Y などを増感剤とすることで、0.91V という大きな開回路電圧を実現したが、フィルファクターがヨウ素のレドックス系を使用したものに比べ極めて悪く、高効率の実現のためにはフィルファクターの改善が必要であることが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体

【テーマ題目31】人工光合成技術の研究開発(運営費交付金、科学技術振興調整費中核的研究拠点育成、若手任期付研究員支援)

【研究代表者】杉原 秀樹(太陽光エネルギー変換グループ)

【研究担当者】杉原 秀樹、佐山 和弘、阿部 竜、野村 篤史、東 正信、春日 和行、姫田 雄一郎(職員5名、他2名)

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

自然が巧妙に行っている光合成プロセスを手本とし、太陽光エネルギーと水と炭酸ガスから、クリーンエネルギーである水素の製造や炭化水素等の有機系資源の製造を可能とする人工光合成技術の開発を行う。すなわち、太陽光エネルギーの効率的な利用技術の確立を目指し、特にその大半を占める可視光エネルギーを利用した水の分解による水素製造技術や、炭酸ガス固定化、再資源化に関する技術開発を行い、実用化のための基礎的知見を集積することを目標としている。具体的には、平成18年度末までに半導体太陽光触媒プロセスによる水からの直接水素製造において、前人未踏の変換効率2% (現在は0.03%) の達成を目指す。炭酸ガスの固定化においては可視光による光還元固定プロセスを開発する。これらにより太陽光エネルギーの高効率な利用による新しいクリーンエネルギーの生産プロセス(人工光合成技術)の提案と実証を行うことを最終目的とする。

年度進捗

太陽光による水からの水素製造に関しては、引き続き

光触媒システムの探索を行った。

これまでの、新規半導体の探索および新規反応システムの開発から、実用化に有利な薄膜光触媒系の構築に重点をシフトしている。具体的には、(1)紫外線応答型の新規の複合酸化物半導体として pyrochlore 型 ( $A_2B_2O_7$ ) の酸化物を種々合成して、その光触媒活性を検討した。その結果、 $NiO_x-Er_2Ti_2O_7$ 等いくつかの新規な複合酸化物半導体光触媒において水の完全分解できる能力を持つことを見出した。pyrochlore 型の水の分解は初めての例である。(2)水を水素と酸素に完全分解する半導体光触媒システムとして、二段階光励起システム (Z-スキーム反応) を検討し、新規レドックス媒体として  $NO_3^-/NO_2^-$ イオンが Pt-TiO<sub>2</sub>光触媒において Z-スキーム機構で水の完全分解反応が進行することが判った。(3)多くの種類の可視光応答性光触媒を多孔質電極化して検討した。その結果、Bi-Ti 系や Fe-W 系、ドーピング半導体等で比較的高い性能を示すことがわかった。しかし、可視光での量子収率 (IPCE) は数%であり、調製条件の最適化が必要である。高性能な多孔質 TiO<sub>2</sub>電極の研究では紫外光しか使えていないが太陽エネルギー変換効率が0.2%を超える電極が開発できた。(4)水素発生触媒として高性能色素増感光触媒を用いる可視光2段階水分解プロセスの開発のため、クマリンやメロシアン等の色素を用いてレドックス媒体-可視光水素生成反応の溶媒依存性を検討し、色素増感光触媒とヨウ素レドックスの組み合わせによる可視光水素生成反応では少量の水を含む有機溶媒中で反応を行うことにより効率の良い水素生成反応が進行することを見出した。(5)二酸化チタンを超える活性を持つ高性能な新規可視光応答型の半導体光触媒を開発するため、独自の光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムの開発に着手した。

炭酸ガスの均一系錯体触媒による水媒体中での水素化反応については、新たな配位子の検討を行い、触媒効率の大幅な向上を行い、世界最高レベルの反応系を実現した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 光触媒、可視光、水の分解、水素製造、炭酸ガス固定化

【テーマ題目32】 ガスタービン発電用完全無灰炭製造技術

【研究代表者】 斎藤 郁夫 (エネルギー技術研究部門新燃料グループ)

【研究担当者】 鷹觜 利公、坂西 欣也、川島 裕之、(職員4名、他3名)

【研究内容】

低石炭化度炭から高効率でハイパーコールを製造するための抽出条件の影響について検討し、最適な抽出条件を明らかにした。また高抽出率を与えるための溶剤設計

では、水・メタノール法で工業溶剤 CMNO 中の極性成分を抽出した溶剤を用いることで、70%を超える高い抽出率を与えることを見出した。さらには、溶剤抽出の前処理として炭酸水処理を行うことで、未処理に比べて最大15%の抽出率が增加することを明らかにし、その処理の機構を明確にすることで、今後さらに抽出率を増加させる可能性があることを確認した。

熱時抽出時の溶出金属挙動に対する石炭の酸処理の影響を調べた。1-メチルナフタレンによる抽出では、60-100%の Li、Be、V、Ga、As、Sr、Cd、Ba、Hg、及び Pb 金属の除去が確認された。また N-メチル-2-ピロリジノン による抽出では、抽出物中により多くの金属成分が残存した。酸前処理は、亜瀝青炭の溶剤抽出率を顕著に増大させるだけでなく、抽出物中に残存する Ca、Mg、Be、Sr、及び Ba を大幅に減少させる効果があることを明らかにした。

種々の配合炭に対するハイパーコールの配合効果を調べた結果、ハイパーコールを配合することで、配合炭の軟化溶解性が著しく向上することが明らかとなり、ハイパーコールを粘結材として利用できる可能性を明確にした。

また、ハイパーコールを試料として、750℃における水蒸気ガス化反応を  $K_2CO_3$ 触媒の存在下で行ったところ、ハイパーコールの触媒ガス化反応性は、原料炭のガス化に比べて顕著に増大しており、それは触媒と石灰分中のアルミノシリケート等との反応による触媒の失活が殆ど起こらないことに起因することが分かった。また、ハイパーコールの  $K_2CO_3$ 触媒による水蒸気ガス化反応では、水素が非常に高い収率で生成することが明らかになった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 完全無灰炭、溶剤脱灰、溶剤設計、微量金属、新規用途

【テーマ題目33】 重質油クリーン化基盤技術開発

【研究代表者】 斎藤 郁夫 (エネルギー技術研究部門新燃料グループ)

【研究担当者】 杉本 義一、佐藤 信也、鷹觜 利公、松村 明光 (職員5名、他2名)

【研究内容】

効率的、経済的な重質油からのクリーンな軽質油燃料製造を検討するため、重質油の構造特性と反応性を評価する基盤技術の開発を実施し、量子分子動力学に基づく反応場制御法の確立に向けてアスファルテンの分子構造と凝集挙動および反応性を解析した。その結果、

(1) アスファルテンの分子構造分布については、高分子量成分ほど芳香属性が低い傾向にあること、分子量約1800より低分子量側では分子のユニットの成長が、高分子量側ではユニットの重合または凝集が支配的であることを明らかにした。

- (2) アスファルテン凝集解離挙動については、油種によって異なり簡単な一次反応モデルを仮定することにより凝集アスファルテン濃度の溶媒依存性を推算可能であることを明らかにした。
- (3) アスファルテン凝集とレジジンによる凝集緩和については、アスファルテンとレジジンの会合はアスファルテン同士のそれよりも不安定であること、一方レジジンはアスファルテンの凝集緩和剤としては優れており、1-メチルナフタレン等の溶媒よりも緩和効果が大いことを明らかにした。
- (4) 重質油の反応性については、アスファルテンの接触熱分解においても溶剤による凝集緩和前処理がコーク低減に有効であること、またアスファルトや減圧残油と工業溶剤の混合原料を用いた水素化脱硫反応においては、溶剤の性状により脱硫反応性とコーク得率が異なり、比較的軽質な芳香族性溶剤が反応性の改善に有効であることを明らかにしている。
- (6) アスファルテン分解の分子反応力学で検討では、常温で薄膜状に調製した重質油の熱分解を行い、分解温度や昇温速度はコーク得率に影響せず、膜厚の影響が支配的であること、コーク生成は物質移動制約プロセスであり、熱分解→ラジカル・オレフィン生成→コーク前駆体の滞留→重合・コーク化というメカニズムで進んでいることを明らかにした。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 重質油、構造特性、凝集、溶剤効果

【テーマ題目34】 有機物／水系水素製造法の反応特性  
(石炭等の熱化学的分解による水素製造に関する研究)

【研究代表者】 幡野 博之 (エネルギー技術研究部門クリーン燃料グループ)

【研究担当者】 幡野 博之、鈴木 善三、倉本 浩司、林 石英 (職員3名、他1名)

【研究内容】

化石資源・廃棄物等から二酸化炭素を回収しながら高濃度の水素を製造するための基盤技術を開発することを目的としている。また、目標値は水素濃度80%以上の高純度水素を二酸化炭素濃度1%以下としている。本目標を達成するためには反応条件と反応特性(速度、組成)、二酸化炭素吸収剤の繰り返し性、燃料性状の影響などの試験が必要とる。

石炭から高純度水素を作ると同時に二酸化炭素吸収と組み合わせた研究は産総研から発信された技術であり、世界で実施している研究は無い。生成ガスから二酸化炭素を回収する研究は多いが効率的に見て、遜色ない値がそれ以上になっている。そのため、世界的に見ても最先端を走っているといえる。平成16年は共同研究に基づき、つくば西事業所に50kg/d ベンチプラントを設置し、連続試験を行った。

また、酸化カルシウムの水和速度、炭酸化速度を測定し、さらに、熱分解によるカ焼で1100℃までは問題なくカ焼出来ることを確認した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、二酸化炭素吸収剤、化学反応サイクル

【テーマ題目35】 含有カリウム触媒利用熱化学再生バイオマス改質プロセスに関する研究

【研究代表者】 倉本 浩司 (エネルギー利用研究部門クリーン燃料グループ)

【研究内容】

バイオマスの熱分解特性および化学的性状を最大限に利用して、高効率にエネルギー転換するプロセスを開発することを目的としている。すなわち、流動層ガス化反応器において、バイオマス中に存在するアルカリ土類金属(NaあるいはK)と一次熱分解時に放出されるタールの積極的な接触を促し、タールを迅速に改質しようとするものである。また、一次熱分解時に生成したチャーは反応性に乏しいため、これをあえてガス化することはせず、別途燃焼させ、燃焼熱を一次熱分解生成物の改質反応に必要な熱源として利用することを想定している。以上のことから、プロセスの実用化においては、バイオマスの熱分解、揮発分とタールの効率的ガス化、アルカリ金属類の放出と反応器内での保持、チャー燃焼反応熱の再循環を最適に組み合わせなくてはならない。これまでに、北海道大学との共同研究において、アルカリ土類金属の迅速熱分解時の放出挙動、触媒流動層におけるタールの軽質化と炭化挙動を調査した。また、プロセスシミュレータを用いて、総合的なプロセス熱効率とガス化条件(ガス化温度、水蒸気/炭素比など)との関係などを調査した。

【分 野 名】 エネルギー環境

【キーワード】 バイオマス、ガス化、水素、タール、アルカリおよびアルカリ土類金属

【テーマ題目36】 [サルファーフリー軽油製造用触媒の実用化開発] (運営費交付金、特許実用化共同研究制度)

【研究代表者】 葭村 雄二 (エネルギー技術研究部門水素化精製触媒グループ)

【研究担当者】 葭村 雄二、鳥羽 誠、松林 信行 (併任) (職員3名)

【研究内容】

サルファーフリー軽油製造用触媒に関しては、現行の石油精製設備(S<50ppm 軽油を製造)をそのまま利用し、触媒の交換のみで S<10ppm 軽油を製造できる産総研開発脱硫触媒の商品化・実用化開発を行う。本実用化開発は、産学官連携部門で実施中の特許実用化共同研究の中でを行い、相手企業での工業規模触媒製造技術の確立、

及びパイロットプラントによる触媒の性能評価（約4ヶ月の寿命試験）を経ての触媒商品化に向け、触媒調製用資材の構造解析、試作触媒の構造解析、活性劣化機構解明等を基盤技術面から支援する。

当グループでは、H15年度に、中東系原油から得られる直留軽油（硫黄量=1~1.5wt%）を現行の S<50ppm 軽油製造用脱硫設備で、反応操作条件を変えずに S<10ppm を達成できる画期的脱硫触媒を開発した。本触媒に係る特許実用化共同研究を触媒化成工業㈱殿と実施し、当グループでは、工業規模触媒調製用資材の構造解析、試作触媒の構造解析、活性劣化機構解明等を基盤技術面から検討を行い、各製造工程の最適化を支援した。そして、最終的に S-free 軽油製造用の実用触媒（触媒化成工業㈱殿の商品名 LX-NC1）を開発し、上市するに至った。共同開発触媒 LX-NC1を活性化処理（硫化処理）し、透過電子顕微鏡写真解析を行った結果、γ-アルミナ担体上に高分散した硫化モリブデン MoS<sub>2</sub>の積層数は1~2であり（市販触媒の積層数2~3）、また、MoS<sub>2</sub>構造の（002）面長は3~5nm であり（市販触媒の面長4~7nm）、低積層型の MoS<sub>2</sub>が高分散状態で存在していることが確認された。更に、硫化処理した LX-NC1触媒の広域 X 線微細構造法（EXAFS）による解析の結果、LX-NC1触媒上には高結晶化度の MoS<sub>2</sub>粒子が高分散していることが確認できた。更に、放射光による励起エネルギー可変 XPS を用いて、共同開発触媒上の MoS<sub>2</sub>構造物の電子状態について検討を行い、MoS<sub>2</sub>結晶表面の電子状態を明らかにした。本共同開発触媒を用いれば、市販触媒 CDS-LX6よりもおよそ20℃低い温度で硫黄濃度7ppm の軽油が得られ、運転開始2ヶ月以降の活性低下率も0.5℃/月と安定しており、工業触媒（触媒寿命が約2年以上）としての機能を十分に備えていることが確認された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】サルファーフリー軽油、硫化物触媒、モリブデン、XAFS、放射光利用

【テーマ題目37】〔低芳香族軽油製造用触媒の開発〕（運営費交付金）

【研究代表者】葭村 雄二（エネルギー技術研究部門水素化精製触媒グループ）

【研究担当者】葭村 雄二、岡部 清美、鳥羽 誠、松林 信行（併任）、今村 元泰（併任）（職員5名）

【研究内容】

ポスト S-free 軽油としての S-free (S<1ppm)・低芳香族（芳香族<1%）軽油の有用性を実証するため、産総研開発の Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒を用いて製造した石油系低芳香族（芳香族~1%）・S-free (S~1ppm) 軽油のエンジン試験を行う（エネルギー技術研究部門クリーン動力グループとの連携）。また、Pd-Pt

合金触媒の耐硫黄性や耐窒素性（耐窒素化合物や耐アンモニア性）に及ぼす担体の影響や触媒の酸化焼成条件等の影響について検討を行い、耐久性の高い貴金属触媒の設計指針を取得する。更に、石油代替の S-free・芳香族-free の軽油基材として有力視されている GTL 合成燃料を製造できる FT 合成触媒技術を開発する（軽油留分収率向上の重要な指標となる C5+留分選択率を85%以上を目標）。

ポスト S-free 軽油としての S-free・低芳香族軽油の有用性を実証するため、産総研開発の Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒（Pd+Pt=1.2wt%、Pd/Pt 原子比=4/1、Yb=5wt%、SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=13.9（元素分析））を用いて石油系 S-free 軽油を水素化処理し、低芳香族軽油を製造した。得られた石油系低芳香族軽油の性状は、芳香族=約1.3wt%、硫黄量=1.3ppm、T10/T50/T90=254℃/298.5℃/341℃、セタン指数=75.4、H/C 比=2.04であり、ほぼ予定性状であった。本石油系低芳香族軽油を用いてエンジン排ガス評価試験（クリーン動力グループで実施）を行った結果、S-free 軽油に比べ、PM が約7%減、Nox が約8%減、トータルハイドロカーボンが約25%減少し、低アロマ化の有効性が実証された。今後、GTL 軽油と等価な沸点分布を有する石油系低芳香族軽油（S~1ppm、芳香族量=1wt%、5wt%、10wt%）を製造し、芳香族量が排ガ斯特性に及ぼす影響を明らかにすることにより、より製造が容易な石油系ゼロサルファー・低アロマ軽油のゼロサルファー・芳香族-free の GTL 軽油に対する優位性を明らかにする予定である。Pd-Pt ナノ粒子の耐硫黄性と耐窒素性はゼオライトの SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>比に対トレードオフの関係にあるため、双方の耐性を同時に満たすためにはゼオライトの固体酸性の制御が重要であり、また弱塩基性の Yb 化合物による強酸点の低減等が有効であった。一方、固体酸性を有しない SiO<sub>2</sub>担体（メソ細孔径=約3nm）でも Pd-Pt ナノ粒子の耐硫黄性が向上することが広域 X 線微細構造法（EXAFS）による解析で確認されたため、担体の細孔径と固体酸性の最適化により、Pd-Pt ナノ粒子の更なる耐久性向上が期待できる。FT 合成触媒では、均質な細孔構造を有するアルコキシド法 Co-SiO<sub>2</sub>触媒が安定な F-T 合成活性を示すものの、分子量の大きな分子の触媒細孔内拡散の面での改善が必要とされていたため、細孔内拡散の影響を最小化するアルコキシド法触媒調製法の検討を行った。マクロ細孔シリカの細孔内表面をアルコキシド法 Co-SiO<sub>2</sub>触媒で修飾し、バイモーダル細孔構造を有する触媒を設計・調製した結果、高価なアルコキシド法 Co-SiO<sub>2</sub>触媒の使用量を大幅に削減した上で、アルコキシド法 Co-SiO<sub>2</sub>触媒単身と同等の F-T 反応活性が得られた。また、反応生成物の細孔内拡散が促進されるため、マクロ細孔径の増大に伴って F-T 反応の一次生成物であるオレフィンの選択率が増加する傾向が認められた。更に、平均細孔径が約50nm のマクロ細孔シリ

カ内表面を修飾したバイモーダル触媒で、 $C_{5+}$ 選択率として最高82%が得られた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 低芳香族軽油、貴金属触媒、耐硫黄性、EXAFS、GTL 軽油、FT 合成触媒、ゾル・ゲル法

〔テーマ題目38〕 [燃料電池用クリーンガソリン製造技術の開発] (経済産業省委託費)

〔研究代表者〕 葭村 雄二 (エネルギー技術研究部門水素化精製触媒グループ)

〔研究担当者〕 葭村 雄二、鳥羽 誠、三木 康朗、松井 高史、原田 賢 (職員2名、他3名)

〔研究内容〕

本研究は、芳香族低減機能と脱硫機能を具備した水素化精製用貴金属触媒によるガソリンのクリーン化技術及びクリーン化したガソリン中に残存する難反応性硫黄化合物の高度吸着分離技術の二つの要素技術から成り、前者は、産総研エネルギー技術研究部門(つくば)で、後者は同環境管理技術研究部門(四国)で実施する。各要素技術から得られる成果を融合し、平成16~17年の2年間で、芳香族<1%、オレフィン~0%、硫黄濃度<1~数十 ppb を達成することを目標(吸着処理前の水素化生成油中の硫黄濃度<1ppm)にし、最終年度には要求されるガソリン性状に応じたクリーンガソリンを製造できる基盤技術を構築する。

水素化精製用貴金属触媒によるガソリンのクリーン化技術に関しては、昨年度に引き続き低温作動型の特徴を有することが確認できた貴金属系触媒(Pd-Pt/Yb-USY ゼオライト触媒)を用い、実油(ガソリン留分)の水素化処理反応により吸着実験および改質実験用クリーンガソリンを製造した。現行ガソリンの主基材である重質ガソリン留分(重質ナフサ及び FCC ガソリン)に着目して検討を行った。重質ナフサ(硫黄量=263ppm)を用いた反応(反応温度=280℃)では、触媒の脱硫活性は通油時間24~248時間で脱硫率96.8~97.8%とほぼ安定した性能を示し、通油時間248時間で硫黄濃度4.1ppm、脱硫率98.5%であった。組成分析の結果、オレフィン0.03~0.75vol%、芳香族0.2~0.4vol%と十分低減されていた。通油時間24~248時間の生成油を採集し、吸着および改質グループに提供した。反応温度を更に高温化(290℃)することにより、深度な脱硫反応及び水素化反応が可能となり、硫黄濃度=0.8ppm を達成できた。この重質ナフサは後述の FCC ガソリンより脱硫が容易であり、しかも低オレフィン・低芳香族・高水素/炭素原子比であり、燃料電池用ガソリンとしてより適していることがわかった。一方、FCC ガソリン(硫黄量=62ppm)を用いた反応では、前年度の結果で芳香族の水素化活性が十分ではなかった

ことから、イッテルビウムと貴金属の担持法を二段法から一段法に変えて、通油条件の見直しを行ったところ、24~96時間で脱硫率98.5~98.7%とほぼ安定した性能を示し、組成分析の結果、オレフィン0.04~0.42vol%、芳香族1.47~1.82vol%と十分低減されていた。通油時間168時間では硫黄濃度1.1ppm、脱硫率98.5%であった。通油時間60.5~168時間の生成油を採集し、吸着および改質グループに水素化精製ガソリンを提供した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 燃料電池用ガソリン、ナフサ、FCC ガソリン、貴金属触媒、耐硫黄性、超低硫黄、低芳香族、低オレフィン

〔テーマ題目39〕 メタンハイドレート資源開発生産手法開発(物性・動特性に関する研究開発)

〔研究代表者〕 海老沼 孝郎 (エネルギー技術研究部門ガスハイドレートグループ)

〔研究担当者〕 海老沼 孝郎、皆川 秀紀、大村 亮、鈴木 清史、鎌田 慈 (職員5名、他17名)

〔研究内容〕

本研究課題は、日本近海の海底堆積層に分布するメタンハイドレートを新たな資源として利用するために、メタンハイドレートを含む堆積層からメタンガスを経済的かつ安全に生産する技術の開発を最終目標とする。このためには、メタンハイドレートを含む堆積層の態様の解明、メタンハイドレートの分解動特性の解明、生産シミュレータの開発及びメタンハイドレートを分解しガスを採取する手法の開発が必要である。特に本課題においては、メタンハイドレート堆積層の基礎物性と分解動特性の解明に注力し、コア・スケール(直径50-100mm、長さ200-300mm 程度)の実験からガス産出方法の評価が可能な室内実験規模へ展開する。本課題の成果は、産総研地圏資源環境研究部門を中心に開発される生産シミュレータとともに、最終的にはガス採取手法の開発に資する。

平成15年度までの研究開発によって、メタンハイドレート堆積層のおかれている環境諸条件下での基礎物性、機械的特性、分解特性等を解析・評価し、生産挙動を予測する基盤技術が確立された。平成16年度は、海域の試掘調査結果を踏まえ、特徴的な地層特性及び生産手法の評価に関する研究開発に取り組んだ。

(a) 基礎物性の解明

海域のメタンハイドレート堆積層の性状を明らかにするため、海域の試掘調査で取得した砂層、泥層及び堆積砂から作製した模擬メタンハイドレート堆積物試料の熱伝導率、浸透率、孔隙率、飽和率、弾性波特性、比抵抗、強度等を解析すると共に、本海域を対象とした生産条件設定に必要な諸物性について抽出・整理した。また、特徴的な堆積層の物性推算にとって重要な孔隙内のメタン

ハイドレート産状及びメタンハイドレート堆積層骨格構造について解析し、熱特性等の状態物性との関連を明らかにした。

(b) 分解動特性の解析

海域のメタンハイドレート堆積層の分解特性を解明するため、試掘調査で採取されたコア及び堆積砂から作製したメタンハイドレート堆積物試料の分解に伴う流動・伝熱現象、機械的特性の変化等を解析すると共に、分解挙動を高速で可視化解析するなどして、そのモデル化を行なった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ガスハイドレート、天然ガス、資源開発、物性、動特性、利用

【テーマ題目40】 天然ガス貯蔵のためのハイドレート製造技術の開発（ハイドレート結晶構造の多様性を考慮した製造プロセスの高度化）

【研究代表者】 大村 亮（エネルギー技術研究部門 ガスハイドレートグループ）

【研究担当者】 皆川 秀紀、海老沼 孝郎、成田 英夫（職員3名）

【研究内容】

天然ガスから生成されるハイドレート結晶の構造多様性を考慮し、これまでに例の無い高性能・低コストのハイドレート製造システムの開発を目指す。構造 H ハイドレートの生成に関する最近の研究成果に基づき、構造 H ハイドレートを積極的に利用するシステムを構成する。上記の最終的な目的のために、産総研では、天然ガスを模擬した2成分（メタン+プロパン）、3成分（メタン+エタン+プロパン）混合ガスと大分子ゲスト物質が共存する系において生成するハイドレートの結晶構造を X 線回折法を用いて実験的に明らかにする。また、構造 H ハイドレートの貯蔵技術開発に重要な基盤データとなる氷点下温度域におけるメタン+大分子ゲスト物質系の四相平衡条件を実測する。

(a) 結晶構造解析

大分子ゲスト物質にはネオヘキサン（以下 NH）及び tert ブチルメチルエーテル（以下 TBME）の二種を、天然ガスを模擬する混合ガスには2成分混合ガス（C1:C3=99:1モル比）及び3成分混合ガス（C1:C2:C3=90:7:3モル比）とを用いた。

2成分混合ガス（C1:C3=99:1モル比）+NH 系については、前年度の成果により、この系で生成するハイドレートの結晶構造が構造 H であることを見出している。今年度実施した2成分混合ガス（C1:C3=99:1モル比）+TBME 系における解析でも、この系において生成するハイドレートが構造 H であることが確認された。これらの結果は前年度行った相平衡測定の結果と整合する。

3成分混合ガス（C1:C2:C3=90:7:3モル比）+NH

あるいは TBME 系において解析の結果、これらの系において生成するハイドレートの大部分についてその結晶構造が構造 H であることが明らかとなった。バッチ式の操作方法による前年度の相平衡測定では、これらの系で最も安定なハイドレートの結晶構造は構造 II であることが示唆されていたが、本年度行ったセミバッチ式の操作によって生成させた場合にはハイドレートの大部分は構造 H となることが明らかとなった。

(b) 氷点下温度域における相平衡

メタン+NH、TBME、あるいはメチルシクロヘキサン（MCH）系における氷点下温度域の四相平衡条件を250K-270K の範囲にて実測した。この結果から、NH 系では273K、MCH 系では270K、TBME 系では267K 程度で平衡圧力が1.1MPa となることが明らかとなった。1.1MPa という圧力（すなわちゲージ圧で1MPa）が高圧ガス保安法の適用基準となっていることから、構造 H ハイドレートについては-6℃以上の温度にて、特に大分子ゲスト物質に NH を用いればわずかに0℃を下回る温度にて、高圧ガス保安法の適用を受けることなく熱力学的に安定な貯蔵が可能である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 クラスレート水和物、ガスハイドレート、エネルギー貯蔵・輸送、H 型ガスハイドレート

【テーマ題目41】 クラスレート水和物の結晶構造多様性を利用した省エネルギー天然ガス貯蔵・輸送技術に関する研究

【研究代表者】 大村 亮（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 竹谷 敏（計測フロンティア研究部門）、内田 努（北大）、堀 彰（北大）（職員1名、他2名）

【研究内容】

本研究は、クラスレート水和物の結晶構造の多様性に着目してハイドレートを用いる天然ガス貯蔵・輸送技術の高度化・最適化のための基礎研究である。具体的には、天然ガス+水系に分子径0.8nm 程度の物質（大分子ゲスト物質）を加えることで生成する構造 H ハイドレートは生成分解圧力がメタンハイドレートと比べると1-2 MPa 低いと、その積極的な利用によってハイドレート製造・輸送・貯蔵プロセスの低圧化を期待することができる。しかしながら、構造 H 水和物のガス包蔵密度や大分子ゲスト物質の化学種の影響などが十分に解明されていない。本研究では、構造 H ハイドレートのガス包蔵密度の実測と新規大分子ゲスト物質の探索、構造 H ハイドレートの生成成長機構の解明に関する研究を実施して、効率的な構造 H 生成手法を検討する。

本年度は、新規ゲスト物質の探索、構造 H 水和物の結晶成長機構解明、および水和物の安定性を評価するための分子軌道計算手法の開発を行い、以下のような成果

を得た。相平衡測定と X 線回折解析による新規ゲスト物質の探索では、エーテル系2種類（メチル基を有する環状エーテル、3-メチルテトラヒドロピランと2-メチルテトラヒドロフラン）など計3種類の物質が構造 H 水和物の大分子ゲスト物質となることを明らかにした。

結晶成長機構の解明については、水（液相）+大分子ゲスト物質（液相）+メタン（気相）の三相界線（ここが構造 H 水和物生成に必要な3種類の物質が相互接触する箇所であり、最も優先的に水和物結晶が生成・成長する場所であると考えられる）を有する系における結晶成長観測実験を実施し、三相界線が優先的な結晶成長サイトではなく、大分子ゲスト物質の液相と接する水+メタン界面に沿って二次元的（面状）に水和物が成長することを明らかにした。このことから、大分子ゲスト物質の吸着したメタン+水界面の面積を大きくとれるような流体操作による水和物生成方法が、高速生成が求められる産業プロセス上は有効であると考えられる。

分子軌道法を用い計算研究では、既に相平衡条件が知られている構造 H 水和物について凝集エネルギー（ポテンシャルエネルギー）計算を行い、この計算値と相平衡条件について良好な相関が見られることを確認して、新規大分子ゲストの探索にこの計算方法による予測が有効な手段となりうることを示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】クラスレート水和物、ガスハイドレート、エネルギー貯蔵・輸送、H 型ガスハイドレート

【テーマ題目42】永久凍土地帯のメタンハイドレートの安定性と生成解離

【研究代表者】海老沼 孝郎（エネルギー技術研究部門ガスハイドレートグループ）

【研究担当者】海老沼 孝郎、皆川 秀紀、大村 亮、（職員3名、他1名）

【研究内容】

メタンハイドレートは、メタンと水から成る氷状の固体物質であり、低温高圧条件で生成する。外観は氷と類似しているが、その結晶は、水分子が形成する籠状構造（I 型構造：12面体と14面体）の中にメタン分子が包蔵される構造を持つ。包蔵されるメタンは、水1cc に対して、標準状態換算約200cc に達する。メタンハイドレートの生成平衡条件は、低温ほど平衡圧力が低く、温度0°Cならば約2.6MPa である。このメタンハイドレートが安定に存在し得る温度圧力条件は、永久凍土地帯や大陸縁辺部の海底堆積層ならば満たされる。事実、シベリアやアラスカの永久凍土地帯と深海底において、メタンハイドレートの分布が確認されている。永久凍土地帯と深海底に分布するメタンハイドレートの量は、それぞれ  $5.7 \times 10^{13} \text{m}^3$ （炭素換算31Gt）と  $(5-25) \times 10^{15} \text{m}^3$ （炭素換算  $(2.7-13.7) \times 10^3 \text{Gt}$ ）と推定されて、地球表層にお

ける主要な炭素貯留源と考えられている。ロシアとカナダにおける研究によると、永久凍土地帯では、熱力学的な安定深度より浅い凍結層内にメタンハイドレートが賦存することが指摘されている。本研究は、永久凍土地帯のメタンハイドレートの生成解離と安定性を検討するものである。

(a) 氷点下温度における二酸化炭素ハイドレートの分解挙動

今年度は、昨年度まで主に安定性と生成解離過程を検討した炭化水素ガスに加えて、永久凍土堆積層に貯留されている二酸化炭素に注目して、氷点下温度における二酸化炭素ハイドレートの生成平衡条件を決定するとともに、その解離実験を行なった。生成平衡条件の検討から、熱力学的には、二酸化炭素ハイドレートは、大気圧、温度-54.5°C以上では不安定であることが分かった。一方、大気圧下、温度-32.2°Cと-20.9°Cにおける分解実験では、メタンハイドレートと同様に、分解が抑制されることが分かった。残存した二酸化炭素ハイドレートは、プラス温度まで昇温させると分解した。さらに高温の-10.2°Cと-5.0°Cの分解実験では、約40時間で全ての二酸化炭素ハイドレートが解離した。この結果、二酸化炭素ハイドレートは、メタンハイドレートと同様に、永久凍土浅層に存在する可能性が示された。

(b) 氷点下温度におけるガスハイドレート生成・解離過程のその場観察

氷点下温度におけるガスハイドレート生成・解離のメカニズムを明らかにするために、氷表面で成長するキセノンハイドレートをその場観察した。キセノンハイドレートは、メタンハイドレートと同じ結晶構造を持ちながら、低圧で安定なために使用された。共焦点顕微鏡と X 線 CT 装置による断面観察から、氷表面で成長するキセノンハイドレートは、氷から直接固相変化するのではなく、水蒸気の拡散によって成長することが分かった。また、厚さの異なるキセノンハイドレートの解離過程の比較から、厚いキセノンハイドレートの解離過程は、メタンハイドレートの解離抑制効果（自己保存効果）に類似した挙動を示すことが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ガスハイドレート、永久凍土、温暖化、生成解離、動特性、安定性

【テーマ題目43】炭化水素脱水素用の高性能触媒の開発に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】村田 和久（エネルギー技術研究部門炭化水素変換触媒グループ）

【研究担当者】村田 和久、高原 功、稲葉 仁（職員3名、他2名）

【研究内容】

石油、天然ガス、メタンハイドレート、あるいはバイ

オマスなどから得られる「炭化水素」を化学工業原料やクリーンな燃料に変換する新プロセスの開発及び既存プロセスの効率化、省エネルギー化は、化学物質によるリスクの削減、及び地球温暖化対策にとって重要な課題である。当グループでは、炭化水素から水素、オレフィン等の有用物質を製造するための基盤技術の確立を目的として、平成16年度は最終年度として、CO<sub>2</sub>共存下のエチルベンゼン及びプロパン脱水素用実用触媒の基盤技術の確立を目的とした。

エチルベンゼンの脱水素反応については、1) 経済性とCO<sub>2</sub>排出量削減が両立する条件のシミュレーション、2) 見出された条件に対応する触媒探索と実用可能性評価、について検討した。まずシミュレーションについては、CO<sub>2</sub>共存下でのエチルベンゼン (EB) の脱水素反応プロセス (生成物の蒸留部分を除く) の全工程について、経済性とCO<sub>2</sub>排出量を評価した。プロセス評価の設定条件は次の通り：①プラント能力 200,000t-SM/年、②CO<sub>2</sub>/EB 比=4or7.9、SM 収率=67%、SM 選択率=97%、③CO<sub>2</sub>を循環するケース (循環のための純酸素燃焼を含む) 及びCO<sub>2</sub>を他のプロセス (例えば、水蒸気改質プロセス) より供給し、循環せず廃棄するケースを想定。CO<sub>2</sub>/EB 比を4として、CO<sub>2</sub>を循環しないケースが経済性に優れていた。このケースでは、現行のスチームプロセスに比べて、スチレン製造コストは少し低く、また、CO<sub>2</sub>排出量が約1/5になることが示唆された。そこで、本プロセスにおける世界最高性能を示すことが見出されているFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>触媒を用いて、CO<sub>2</sub>/EB 比=4、反応温度=580℃における活性を調べ、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(5)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(95)触媒にKOHを5wt%程度添加した触媒が、比較的安定で高い活性を示すことを見出した。また、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(5)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(95)+KOH(5)触媒について、反応中に触媒上へ析出した炭素を酸素処理により除去した場合の触媒活性の回復について調べたところ、580℃での酸素処理により、初期の触媒活性は少し低かったが、その後、触媒活性がほぼ回復することが分かった。

CO<sub>2</sub>を利用するプロパンの脱水素反応については、酸素や不活性ガスを用いた時よりはるかに高い収率 (30%) と選択率 (81%) でプロピレンを製造することができるシリカ担持バナジウム触媒を見出した。世界最高レベルの性能である。高い性能の理由として、反応中にCO<sub>2</sub>が共存するとV種の還元と酸点の生成が抑制されることにより、プロピレンから芳香族への逐次反応が減少したためであることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、炭化水素、脱水素

## ②【情報技術研究部門】

(Information Technology Research Institute)

(存続期間：2005. 7. 15～)

研究部門長：坂上 勝彦

副研究部門長：橋田 浩一

総括研究員：戸村 哲

所在地：つくば中央第2、臨海副都心センター、  
秋葉原サイト

人員：65 (63) 名

経費：1,591,119千円 (1,091,101千円)

概要：

部門のミッション

情報技術研究部門は人間の生活世界における実問題をその意味に基づいて解決するための、使いやすい先端情報技術の創出と普及を目指します。

部門の概要

当研究部門は、人間の生活世界における実問題の解決に資する先端情報技術の創出と普及をミッションとして、情報処理研究部門、サイバーアシスト研究センター、知能システム研究部門の一部が統合して2004年7月15日に発足しました。生活世界の具体的な意味内容 (コンテンツ) に即して情報通信基盤技術と知能情報処理技術とを融合した研究開発を行い、生活世界の意味をデジタル情報化・資源化 (すなわち情報コンテンツ化) し、それを実問題に適用することで新たな意味や価値を創造し、人間の安心・安全・快適な生活に寄与する知的な情報技術を構築することを目標とします。常勤研究者約60名が、つくば研究センター、産総研秋葉原サイト、臨海副都心研究センターを主たる拠点として研究活動を展開しています。

挑戦する研究課題

個人および社会による知的活動を支援・拡張・代替する新たな情報技術に関して、生活者や社会の視点から情報の具体的な意味 (コンテンツ) に即して高度な技術を擦り合わせるコンテンツドリブンな戦略で研究開発を行います。このようなコンテンツの種類に応じて以下を行います。

1. 文書やソフトウェアの知的生産性を向上させ、知識や社会にまつわる実問題の解決に資する情報技術に関する研究
2. 生活世界のデジタル情報化・資源化によって、生活を支援するソリューションを提供する情報技術に関する研究、の2つの求心力のある研究テーマを設定する。
3. これらに共通する基礎的・基盤的な情報技術や理論に関する研究とも連携し、全体としての問題解決を指向した大きな統合を目指します。

運営の基本方針

研究分野間の壁をなくすことを運営の基本方針とします。すなわち、基盤技術の研究者と応用技術の研究者、異分野の研究者との議論を深め、お互いの研究内容に関する相互理解により、視野を広げることに努めて研究を推進します。

そのために、コンセプトとしての求心力を持った横断的研究テーマを設定し、具体的な連携を実施する横断的な研究プロジェクトにより、従来の個別の要素技術を超えた斬新なシーズの創出と高度な技術の擦り合わせを推し進めます。

また、事前に想定したターゲットに向かって擦り合わせるだけでなく、ニーズとのディスカッションによる擦り合わせ作業の中で新たなアウトカムを見いだすにコンテンツ駆動型の研究アプローチを推進します。

本研究部門は、3つの研究ユニットの融合研究部門であるため、部門自体の方針として上記のような分野連携を標榜しています。しかし、これはユニット間連携をエンカレッジすることとも同値であり、日々の研究活動はもちろんのこと、内外プロジェクト提案、広報活動、研究インフラ活用等、あらゆる面でユニット間連携を推進します。

#### 将来の展望

生活世界の諸課題に対する情報サービスや支援を、コンピュータと人間とを融合する技術体系として創出し、成果を社会に様々な形で普及させ、産業や社会の持続的発展に貢献します。これを実現するために、研究者自身が相互理解を深め、視野を広げ、研究分野間の壁をなくすことにより、既存の要素技術の発展では対応できない問題の解決と、新たな技術体系の構築を目指します。

---

#### 外部資金：

文部科学省 中核的研究拠点（COE）育成：「新情報パラダイムに基づく技術分野」

文部科学省 重要課題解決型研究：「障害者の安全で快適な生活の支援技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金：「実時間 Linux 向き組込用並列分散計算システムの実用化研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金：「人の社会的関係を考慮した情報提供に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金：「不正行為に強い耐性を持つ電子透かし情報符号化法に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金：「ユーザと情報システムとの認知的調和のための確率的制御機構の研究」

文部科学省 科学技術政策提言：「研究者のノンアカデミック・キャリアパス」

独立行政法人防災科学技術研究所「アドホックネットワークおよび無線タグによる災害時臨時情報共有交換システム」

独立行政法人防災科学技術研究所「エージェントモジュールの基本機能ライブラリシステムの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構「人間中心の知的情報アクセス技術」

東京都立産業技術研究所「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（パターンマッチング回路の超高速化とフィルタリング装置への応用）」

財団法人情報処理相互運用技術協会（略称：INTAP）  
「進化する情報家電インタフェースの研究」

独立行政法人科学技術振興機構「ユビキタス環境を支えるプログラミング言語システム」

財団法人資源・環境観測解析センター「複数衛星画像間の変化抽出手法の開発」

横浜市役所「薬務システムにおけるネットワーク、データベース技術に関する研究」

文部科学省 重要課題解決型研究：「危機管理対応情報共有技術による減災対策」

文部科学省 科学研究費補助金：「人工市場を用いたエネルギーサービス事業における意思決定支援システムの構築」

文部科学省 重要課題解決型研究：「危機管理対応情報共有技術による減災対策」

文部科学省 科学研究費補助金：「人工市場を用いたエネルギーサービス事業における意思決定支援システムの構築」

文部科学省 重要課題解決型研究：「セキュリティ情報の分析と共有システムの開発」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）：「高性能かつ低コスト省エネ製品向き論理回路評価装置の開発」

発 表：誌上発表105件、口頭発表129件、その他19件

---

## ユビキタスソフトウェアグループ (Ubiquitous Software Group)

研究グループ長：森 彰

(臨海副都心センター)

### 概要：

計算機ネットワークが日常生活に浸透していく次世代ネットワーク環境のための基盤ソフトウェア研究という立場から、(1)安全・安心(情報通信機器を未知の攻撃から防御する技術に関する研究)、(2)快適・便利(実世界ユーザインタフェースに関する研究)、(3)なにでも繋がる(生活世界ミドルウェアに関する研究)、という観点から、情報家電を入り口としたユビキタスコンピューティング環境における基盤ソフトウェア技術の開発を行う。まず、ユビキタスコンピューティングを実世界のすみずみで実現するために必要なスケラブルなソフトウェア基盤技術を開発し、超小型省電力の組み込みコンピュータで動作するマイクロサーバ技術から自己組織ネットワーク技術、実世界インタフェースさらにはセキュリティ・プライバシー技術までを一貫してオープンプラットフォームとして開発していく。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 知的コンテンツグループ (Intelligent Content Group)

研究グループ長：橋田 浩一

(臨海サイト)

### 概要：

さまざまな情報コンテンツの意味構造を記述する枠組の国際標準化、その意味構造に関連するさまざまな応用技術の研究開発、および位置に基づく通信とコンテンツの意味構造化の組合せによる情報サービス技術の開拓を進め、これらを普及させることにより、人間の日常生活と社会活動を総合的に支援する技術体系の確立を目指して研究を進めている。

平成16年度は、言語コンテンツの意味内容記述に関する国際標準化、意味構造を用いたコンテンツ作成支援技術の開発、意味に基づく業務システムの開発、愛・地球博における成果発信、位置に基づく情報サービスに関する実証的研究、人間関係に関する情報の自動抽出の研究において進捗を見た。

研究テーマ：テーマ題目 2

## 情報流デザイングループ (Fluid Information Design Group)

研究グループ長：増井 俊之(秋葉原サイト)

### 概要：

ユビキタスコンピューティング環境に関する多くの研究が行われているが、真に誰もがどこでもいつでも使えるユニバーサルなインタフェース技術はまだ登場

していない。当グループは、ユビキタス環境において人間が様々なシステムを利用するときに最も重要な「情報流」の制御に必要なインタフェース手法/検索手法/コミュニケーション手法の基礎技術を開発している。またユビキタス社会を実現するために、情報流の視点から基礎技術を統合した斬新かつ実用的なシステムの研究開発を行い、論文発表及び雑誌記事による啓蒙活動を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 3

## マルチエージェント研究グループ (Multi-Agent Research Group)

研究グループ長：車谷 浩一

(秋葉原サイト)

### 概要：

マルチエージェント、すなわち個々の主体(エージェント)が自律的・独立に行動・動作・計算を行い、主体の集まり全体として柔軟かつ効率的に目的を達成するようなシステムに関する研究開発を行う。大規模なソフトウェアをエージェントの集まりとして実現する技術、システム全体の効率と個々のエージェントの効用を両立する技術、分散センシング環境からの情報を統合して理解する技術、などの研究開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目 4

## ユビキタスインタフェースグループ (Ubiquitous Interface Group)

研究グループ長：伊藤 日出男

(臨海副都心センター)

### 概要：

将来の位置に基づく通信による情報サービスを実現するため、そのアプリケーション開発とシステム要素技術開発を通じたデバイスとそのシステムの研究開発を推進した。位置に基づく通信の将来の核心となる要素技術としては、精密な位置計測・追尾技術の研究開発と、低消費電力通信、匿名機能通信等に関する研究開発を行った。また、セキュリティとプライバシーに配慮した位置に基づく情報サービスを実現するためのユーザインタフェースの研究として RFID 等の電波や光による近距離無線通信技術を利用し、位置に基づく実用サービスを実際に提供するアプリケーションの研究を行った。また、人のつながりをキーワードとした、イベント参加者の相互の情報交換、検索、情報サービス提供技術等の研究として、イベント空間支援技術に関する研究を行った。

研究成果の社会への周知と普及を図るために、愛・地球博において、無電源携帯情報端末 Aimulet による位置に基づく光音声情報サービス提供を実施した。

研究テーマ：テーマ題目 5

**知的インタフェースグループ**  
(Intelligent Interface Research Group)

研究グループ長：坂上 勝彦

(つくば中央第2)

概 要：

コンピュータやネットワークが急速に普及するにつれて、外界（実環境）、コンピュータ（仮想環境・計算環境）と人間の3つを繋ぐ知的インタフェースがますます重要になっている。そこで、画像、音声、さらには他のセンサからの多様な情報に対して、認識・理解、推論・学習等のコンピュータ知能情報処理技術を施し、情報システムが人間の表現を読みとり人間に合わせることで、次世代の知的なヒューマンインタフェース技術を研究する。これにより、これまでにない方法で情報システムにアクセスすることができ、高度情報化社会の恩恵を誰もが受けられるようになるための技術の確立を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 6

**メディアインタラクション研究グループ**  
(Media Interaction Group)

研究グループ長：浅野 太

(つくば中央第2)

概 要：

音響信号処理・音声認識・画像処理・統計的学習・音楽情報処理などの要素技術を統合し、実環境ロバスト性・ユーザ/環境適応性を備えたヒューマンインタフェースの開発を目標としている。具体的には、ロボットの音声インタフェース、会議録のデジタルアーカイブ作成・再生支援、音声情報支援・音楽再生インタフェースなどの開発を目標としており、学会発表などアカデミックな分野での活動だけではなく、企業などと連携して、現場に近い環境でのシステム開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 7

**グローバル IT セキュリティグループ**  
(Global IT Security Group)

研究グループ長：戸村 哲

(つくば中央第2)

概 要：

グローバル IT セキュリティ技術の目的は地球の上のいろいろな人たちが、その言葉や文化や社会や習慣に適応した方法で、情報技術を利用すること、そして人類が使用する新しい社会基盤である情報技術をほかの社会基盤と同じように安心して利用できることの二つである。

ネットワーク社会の発展により、世界中のすべての場所で、より多くの人たちが、より多くの局面で情報技術を活用できるようになることが期待されている。

このために解決すべき課題の一つとして、人間社会との親和性の高い情報技術を達成することがある。ネットワークで世界中がつながることによって新しい問題が明らかになることがある。会社の事業部門だけで使っていたのでは認識できないものなどのように、そうした問題を解決するのがグローバル IT セキュリティ技術である。

グローバル IT セキュリティグループは、日本で生まれ、世界中で使われるソフトウェアを産み出すこと、そしてそうしたソフトウェアを造ることのできる人を育てること、さらには日本中にそうした人たちの輪を広げることを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 8

-----  
[テーマ題目 1] (運営費交付金)

[研究代表者] 森 彰 (情報技術研究部門ユビキタスソフトウェアグループ)

[研究担当者] 森 彰、橋本 政朋、泉田 大宗

[研究内容]

異なるデータ形式や通信プロトコル上で動作するソフトウェアサービスや情報通信機器が混在する環境の中で、利用者の意図に応じた処理を行うためには、細かなデータやプロトコルの差異を超えた日常の意味に基づく相互連携の枠組みを構築する必要がある。本テーマではこのようなデジタル情報や利用者行動の意味内容に応じて必要な機器やサービスを連携するための基盤ミドルウェアを開発することを目的としている。こうしたミドルウェアは情報家電を入り口としてユビキタスコンピューティング環境と知的コンテンツ基盤を取り持つものであり、デジタル産業全般の共通インフラとなりうるものである。一方、家庭や公衆空間に存在するさまざまな機器がネットワーク接続され情報処理機能を持つようになれば、コンピュータウィルスの蔓延やソフトウェア脆弱性の悪用による被害が一層深刻化することが懸念される。本テーマでは、このような攻撃を未然に防ぐ技術を確立することにより、安心・安全なネットワークインフラとその上でのサービスの普及と発展に寄与する。また、コンピュータ画面上の GUI 上に縛られたキーボードやマウスの操作によらずに、日常生活における自然な動作を用いて情報サービスや情報家電などを利用したり操作したりできるユーザインタフェース機能を基盤ソフトウェアと開発し、ユビキタスコンピューティング環境や情報家電利用における標準技術として採用されるよう普及に努める。本年度は、超小型省電力の Linux マイクロサーバ技術をユーザ端末に応用し、ユーザも含めた自律ネットワークの構成についての研究開発を行った。GUI を排除した「持っているだけ」の端末により利用者に負担をかける本来のユビキタスコンピューティングの実現を目指すものである。組み込みコンピュータ基板、802.11b と

Bluetooth からなる無線通信、13.56MHz 帯 RFID リーダを備えた拡張可能な端末を用いて、ユーザの履歴や位置、嗜好などに基づく認証とサービス提供のための基盤技術を開発した。また、実世界インタフェース技術として従来から取り組んでいる音声対話インタフェースに関して、係り受け関係に基づく意味解析と文脈同定エンジンを新規に実装し、話し言葉による自然なインタフェースを実現するソフトウェアを開発した。さらに上記技術を統合した応用として情報家電を取り上げ、オントロジー定義とミドルウェア、ユーザインタフェースの統合を通じた次世代の情報住宅システムへ向けた実証実験を企業と共同で実施した。セキュリティ技術については、従来から取り組んできた、未知ウィルス検知技術に関する研究において、数百人ユーザ規模のメールサーバの堅牢化を目的として、ウィルスコードに特有な悪意ある振る舞いを記述するポリシー定義言語を設計し、検知システムがポリシー定義から独立したツールとして動作するように再設計を行った。これまでに出現したウィルス进行处理するのに十分な仮想実行環境データの収集を行い、実環境での運用への環境整備を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】ユビキタスコンピューティング、情報家電、実世界ユーザインタフェース、未知ウィルス検知

#### 【テーマ題目2】知的コンテンツに関する研究

【研究代表者】橋田 浩一（情報技術研究部門知的コンテンツ研究グループ）

【研究担当者】橋田 浩一、和泉 憲明、松尾 豊（職員3名）

#### 【研究内容】

さまざまな情報コンテンツの意味構造を記述する枠組の国際標準化、その意味構造に関連するさまざまな応用技術の研究開発、および位置に基づく通信とコンテンツの意味構造化の組合せによる情報サービス技術の開拓を進め、これらを普及させることにより、人間の日常生活と社会活動を総合的に支援する技術体系の確立を目指して研究を進めている。

平成16年度は、言語コンテンツの意味内容記述に関する国際標準化、意味構造を用いたコンテンツ作成支援技術の開発、意味に基づく業務システムの開発、愛・地球博における成果発信、位置に基づく情報サービスに関する実証的研究、人間関係に関する情報の自動抽出の研究において進捗を見た。

ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 (MPEG) の MPEG-7 の一環として、言語コンテンツの意味内容記述に関する方式を国際標準化した。また、ISO/TC37/SC4 において談話関係に関する国際標準化活動を立ち上げた。

セマンティックオーサリングシステムのプロトタイプを設計・試作し、研究グループ内での試験運用を通じて

その有効性を示した。

ワークプロセスをプロセス代数でモデル化し、これをネイティブ実行するためのプラットフォームを設計・実装し、これに XML データ交換と XML データベースの仕組みをプラグインし、セマンティック Web と Web サービスの統合イメージを具現化させた。この成果を横浜市衛生局の情報システムに提供した。

愛知万博（愛・地球博）グローバルハウスにおける多言語音声サービスシステムの設計・開発・運営に寄与し、成果発信に貢献した。

人工知能学会全国大会において、イベント空間情報支援のプロジェクトに参加し、位置センサを会場に配置し、ユーザの位置情報を取得した。また、その解析を行い、ユーザ属性の推定を行う機械学習のアプローチ、およびセンサの重要度を推定する手法を構築した。

研究者の研究活動に関連する研究キーワードを抽出する手法、および研究者の研究分野を同定する手法を構築した。この技術に基づく研究者検索システム Polyphonet を開発し、実用化に目処をつけた。

【分野名】情報通信

【キーワード】知的コンテンツ、ワークフロー、社会ネットワーク分析

#### 【テーマ題目3】情報流に関する研究

【研究代表者】増井 俊之（情報技術研究部門情報流デザイングループ）

【研究担当者】江渡 浩一郎、塚田 浩二、高田 哲司（職員3名、他5名）

#### 【研究内容】

ネットワーク上の情報流通があたりまえになり、誰でもどこでもいつでも計算機を使って様々な情報を利用することができるようになりつつある現在、情報を簡単に取得し、加工し、移動して活用する方法が非常に重要になってきている。たとえば、ネットワーク上の不定形で大量のテキスト情報を直感的な方法で検索／フィルタリングして閲覧したり、大量の音楽ソースから簡単に目的の楽曲を選択したり、ビデオや音楽を好きな場所で見たり聞いたりできるようにしたり、いろいろな場所にいる友人達と自由に情報交換したり、情報の流れを自分の流儀で自由自在に制御するための様々な技術が必要になる。

これらの実現のためには、情報検索技術、実世界指向インタフェース技術、情報作成技術、情報編集技術、情報視覚化技術、コミュニケーション技術、インターネット技術、セキュリティ／プライバシー管理技術のような、情報の流れを制御するための基礎技術に加え、これらを統合的に利用する技術が必要になる。

情報流デザイングループではこのような技術を統合した「情報流」の研究開発を行ない、研究成果を広く公開している。

グループ員は現在常勤3名および非常勤職員数名であるが、独立したテーマで研究開発を行ないつつ、研究結果について密に報告して刺激を与えあることにより、より先進的なテーマを創出する。開発結果は早急に Web 上に公開し外部と情報交換を行なっている。

- \*文字列パスワードのかわりに写真などの画像を利用することにより、誰でもどこでも簡単に使える認証システムを開発した。
- \*インターネット上での情報提供のための敷居を大幅に低くすることにより多くの人間が情報発信しやすい情報共有システムを構築した。
- \*写真の時刻情報や位置情報を関連づけることにより、実世界情報と計算機上の情報をシームレスに連携させて検索／共有できるシステムを開発した。
- \*ユビキタス環境で直感的に利用することのできる各種の入力デバイスを試作した。
- \*インターネット上で不特定多数が情報交換を行なうためにメーリングリストと Wiki を融合することにより両者の利点をもつ先進的な情報交換システムを開発した。
- \*3次元シミュレーションを行なうことにより動きのある擬似生物を自由に編集し共有することのできるシステムを開発した。

【分野名】ユビキタスコンピューティング

【キーワード】ユーザインタフェース、ユニバーサルデザイン、モバイルコンピューティング、情報検索、情報視覚化、認証、コミュニケーションシステム

#### 【テーマ題目4】マルチエージェントの研究

【研究代表者】車谷 浩一（情報技術研究部門 マルチエージェントグループ）

【研究担当者】車谷 浩一、野田 五十樹、和泉 潔、山下 倫央、太田 正幸  
（職員4名、他2名）

#### 【研究内容】

マルチエージェント、すなわち個々の主体（エージェント）が自律的・独立に行動・動作・計算を行い、主体の集まり全体として柔軟かつ効率的に目的を達成するようなシステムに関する研究開発を行う。大規模なソフトウェアをエージェントの集まりとして実現する技術、システム全体の効率と個々のエージェントの効用を両立する技術、分散センシング環境からの情報を統合して理解する技術、などの研究開発を実施する。

#### 【テーマ題目5】ユビキタスインタフェースに関する研究

【研究代表者】伊藤 日出男（情報技術研究部門ユビキタスインタフェース研究グループ）

【研究担当者】山本 吉伸、西村 拓一、中村 嘉志、

林 新、武田 昭信、米村 隆宣  
（職員6名、他14名）

#### 【研究内容】

将来の位置に基づく通信による情報サービスを実現するため、そのアプリケーション開発とシステム要素技術開発を通じたデバイスとそのシステムの研究開発を推進した。位置に基づく通信の将来の核心となる要素技術としては、精密な位置計測・追尾技術の研究開発と、低消費電力通信、匿名機能通信等に関する研究開発を行った。また、セキュリティとプライバシーに配慮した位置に基づく情報サービスを実現するためのユーザインタフェースの研究として RFID 等の電波や光による近距離無線通信技術を利用し、位置に基づく実用サービスを実際に提供するアプリケーションの研究を行った。また、人のつながりをキーワードとした、イベント参加者の相互の情報交換、検索、情報サービス提供技術等の研究として、イベント空間支援技術に関する研究を行った。

研究成果の社会への周知と普及を図るために、愛・地球博において、無電源携帯情報端末 Aimulet による位置に基づく光音声情報サービス提供を実施した。

【分野名】情報通信

【キーワード】位置に基づく通信、セキュリティ、情報端末、空間光通信、光

#### 【テーマ題目6】知的インタフェースに関する研究

【研究代表者】坂上 勝彦（情報研究部門知的インタフェースグループ）

【研究担当者】坂上 勝彦、齊藤 泰一、喜多 泰代、増田 健、永見 武司、依田 育士、佐藤 雄隆、蔵田 武志、大隈 隆史、興梠 正克、三國 一郎、児島 宏明、佐宗 晃、佐土原 健（職員14名）

#### 【研究内容】

実環境ロバスト性、ユーザ／環境適応性を備えた次世代のヒューマン I/F 技術を研究する。これにより、これまでにない方法で情報システムにアクセスすることができ、真に誰もがどこでもいつでも高度情報化社会の恩恵を受けられるようになるための技術の確立を目指す。そのために、学術的に他の追随を許さない独創的な研究とその実用化を目指す社会的貢献の両面からバランス良い研究を行う。それを示す評価軸として、企業連携、知財、共同研究、外部資金獲得、成果普及活動などの活動の集積として、成果を実用化に向けて完結させる実績と、国内外での高レベルな学会発表実績や啓蒙活動との両面のバランスを重視する。Ubiquitous Stereo Vision では、10台での12frame/sec の性能、低解像度画像での顔向き推定を個人誤差精度5%以内を実現した。Weavy では、歩行動作の個人差を抽出し多様な歩容に対応したパーソナルポジショニングシステムを開発した。遠隔作業支援において、統計的解析により、WACL が使用者に優れ

た印象を与える結果を得た。没入型ディスプレイ技術では、環境光表現やネットワークを介した効率的なコンテンツ制御技術について評価実験を行った。3D 形状処理では多分野に亘る連携関係を構築しつつある。環境低依存型音声技術では、ユニバーサル符号系を音声検索に応用し、従来の音素 (42.11%) 等と比べて、76.78%の優れた結果を得た。雑音環境下音声認識では、ベースライン認識率46%を85%まで改善した。分類学習では、変数を1/10に減らし、分類精度4%向上し、さらに10倍の高速化を実現した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ヒューマンインタフェース、画像技術、音声技術、学習分類

【テーマ題目7】(運営費交付金)

【研究代表者】浅野 太 (情報技術研究部門メディアインタラクション研究グループ)

【研究担当者】麻生 英樹、原 功、吉村 隆、  
後藤 真孝、緒方 淳  
(職員6名、他5名)

【研究内容】

・ヒューマノイド・知能ブースタープラットフォーム開発  
この研究は、ヒューマノイド研究 G、3次元視覚システム研究 G と共に進んでいる所内プロジェクトの一環であり、産総研で開発したヒューマノイド HRP-2に、前年度までに開発した、音響・画像の情報統合に基づいた音声インターフェースを搭載し、実環境での評価をすることを目標としている。今年度は、ヒューマノイドの頭部マイクロホンアレイを搭載し、基礎データを収集して、アレイ配置を決定した。画像処理による人物追跡に、肌色や顔のテンプレートマッチングによる人発見と、発見した人物画像からモデルを作り追跡するシステムを導入し、複数の人が視界に入ったり出たりするようなリアリスティックな状況でも、人物追跡が行えるような拡張を行った。音声認識については、音響モデルのオンライン適応を行えるよう拡張し、実環境データへのロバスト性を高めた。また、これらがロボット内のハードウェアで実現できるよう、ハーフサイズ PCI2スロットに収まる専用ハードウェアを開発した。これらの結果は、国際学会 IROS2004で発表した。

・VTM Office

この研究は、産総研プロジェクト「バーチャルタイムマシン (VTM)」の一環として、H16年度から始まった。研究の目的は、主に小規模のミーティングを、マイクロホンアレイとカメラアレイで収録し、デジタルアーカイブの作成・再生支援を行うことである。具体的な目標としては、2時間の会議を、音声、画像および付随したタグ情報などを用いて効率よく再生し、10分程度で理解できるようなシステムの構築を目指している。H16年度の進捗としては、実際のグループミーティングをマイク

ロホンアレイとカメラアレイで収録し、発話内容の書き起こし、タグ付けなどを行い、データベースを構築した。このデータベースを利用し、会議録を構造化・可視化するための手法を開発した。具体的には、Kurtosis (高次統計量) やマイクロホンアレイによる方向推定の結果を特徴量とし、Dynamic Bayesian Network などを用いて発話構造を解析する手法を開発・検討した。さらに、これに基づいて、可視化を行うための記述言語 MADL (Meeting Archiver Description Language) 及び再生するブラウザを開発した。これらにより、ミーティングにおいて、誰がいつ発話したかを可視化することができるようになった。

・情報統合と時系列解析による移動話者の追跡と分離

特にロボットなどの音声インターフェースでは、話者だけではなく、ロボットそのものも動くため、動的な環境への対応が求められている。この研究では、情報統合と particle filter などの時系列解析を融合することにより、動的な環境においても、効果的な話者追跡と、話者の音声の分離を行うことを目的としている。H16年度は、音源分離及び追跡法の基礎的な手法の確立を行い、実環境でデータを収録して、評価実験を行った。この結果は、SAPA2004, Fusion2004などの国際会議で発表した。

・メディア処理用ネットワークプロトコルに基づく新たな音インタフェース研究

本研究は同名の内部グラントとして推進しており、ネットワークプロトコル RMCP、それを基盤とした新たな音インタフェース、実用性の高いアプリケーションシステムに取り組んだ。まず、RMCP を拡張して音響ストリーミングや音声言語情報の送受信に対応し、音高推定、有声休止検出、音声認識等の要素技術を RMCP 対応のメディア処理モジュールとして実装した。次に、これをインタフェースの構成要素として活用し、人間同士の会話中に音声認識が利用できる新たな音声インタフェース機能「音声スポッタ」を実現した。これは言い淀んだ後に高い声でコマンドを言うとそれをスポッティングして実行するもので、携帯電話での会話中に音声による情報支援を世界で初めて可能にした。

【分野名】情報通信

【キーワード】ヒューマンインタフェース、マルチメディア

【テーマ題目8】グローバル IT セキュリティに関する研究

【研究代表者】戸村 哲 (情報処理研究部門グローバル IT セキュリティグループ)

【研究担当者】一杉 裕志、高橋 直人、田代 秀一、  
田沼 均、中村 章人、新部 裕、  
錦見 美貴子、半田 剣一、田中 哲、  
渡邊 創、北川 隆  
(職員11名、他10名)

### 〔研究内容〕

グローバル IT セキュリティ技術に関する研究では、グローバルな情報通信における日本の安全保障レベルを向上させる技術の研究開発を、実証的方法論に基づいて行う。

このために、オープンソースソフトウェアによる IT システム基盤の開発、構築、運用を支えるオープンソースソフトウェア技術の研究、各地域で使用する文字・言語・文化に対応したドキュメントを利用するための多言語情報処理技術、コンテンツを安全に流通させるためのデジタルコンテンツ管理技術の研究、IT セキュリティの基盤である暗号強度評価および暗号応用技術、IT システムを運用する上で必要不可欠なセキュリティ情報集約技術、技術と運用の両面からセキュリティレベルを向上させる情報セキュリティ管理技術などの研究、次世代の IT システム基盤での基盤ソフトウェア技術である拡張可能システム技術の研究などを行う。

日本の情報インフラの安全保障施策である多言語情報処理技術では、Linux 上のソフトを統一かつ容易に多言語化するためのソフトウェアライブラリを実現し、普及させることを目標とする。これによって計算機利用における言語障壁の解消をはかる。これまでの多言語化は、個々のアプリケーションごとに行われたり、文字インターフェースに必要とされる機能の一部に特化する形（表示に注力した Pango 等）で実現されることが多く、入力、編集、表示のすべての段階を含めた多言語化を実現するライブラリは国際的にも他に類を見ない。

セキュリティ関連情報の収集や分析と、それらを用いた情報システムの管理とを相当程度自動化する管理支援システムの開発・整備し、(1) XML/SOAP を利用した脆弱性情報共有プラットフォームの構築および(2) 上記プラットフォームを活用するアプリケーションの開発を行った。

ソフトウェアの生産性向上を目指し、誰でも簡単にプログラムが書けるスクリプト言語を実現した。このシステムにより、事務作業の効率化、さまざまな情報技術コンポーネントの融合化などの効果が期待される。

暗号技術、およびそれを応用して構築されたシステムの安全性を評価、保証する手法の提案、開発することを目標とする。これにより安全な情報システムを、安心して利用できることが期待される。成果や得られた知見は、経済産業省等が推進する活動（例：国際的にも高い評価を得ている CRYPTREC など）で活用され、国民にも還元されることを念頭に置いている。

電子政府が使用する暗号技術の安全性を監視する暗号監視委員会、電子政府の情報セキュリティレベルの向上をめざす内閣官房情報セキュリティ対策推進室のメンバーとして日本の情報セキュリティを推進した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 セキュリティ、電子政府

### 3) 研究ラボ

#### ①【メンブレン化学研究ラボ】

(Laboratory for Membrane Chemistry)

(存続期間：2002. 4. 1～2005. 3. 31)

研究ラボ長：水上 富士夫

副研究ラボ長：鈴木 敏重

所在地：東北センター

人員：22 (22名)

経費：539,802千円 (324,759千円)

#### 概要：

当研究ラボでは、化学プロセスの構成要素である反応、分離、濃縮などの機能を持つ無機系分離膜、反応膜の開発と、これらの機能を集積化することによる化学プロセスの簡素（シンプル）化やプラントのコンパクト化、省エネルギー化を図り、新しいグリーン・サステイナブル化学（GSC）の基盤技術を確立することを目標としている。無機系膜は、膜の本来の機能である物質間の隔離、成分の選択的透過やそれによる化学平衡の制御、さらには触媒作用などに加え、高温高圧・酸化反応条件など、有機系膜では過酷となる環境下での分離や反応などに利用できる、優位な素材である。同時に、「低環境負荷型化学プロセスの開発」という共通の目標のもと、超臨界流体研究センターと共同で、さらには他研究ユニットとの連携や広範な産学官の諸機関からの協力・支援により、革新的化学プロセスを世界に向け発信する。上記ミッションの実現を目指し、(1) 貴金属系膜、(2) ナノ空間制御膜、(3) 無機有機複合膜等の膜材料を中心に“無機系膜の開発と利用に関する研究”を重点研究課題として掲げ、素材の設計・合成、成形・製膜等の部材化ならびに分離・反応・検出等プロセスへの応用まで、一貫した研究開発を進める。

(1) 貴金属系膜の開発と応用では、パラジウム、銀などの素材の製膜と、その薄膜化により、水素や酸素の高効率の選択透過を実現する分離膜を開発する。また、分離機能および触媒機能を併せ持つ膜型反応器として応用することで、酸化反応、水素化・脱水素反応、水和・脱水反応等多段階の反応を必要とする化成品の合成プロセスを簡略化すると共に、高温の反応に対しても省エネルギーと環境負荷低減を果たす穏和なプロセスを提案する。

(2) ナノ空間制御膜については、構造や空間をナノスケールで精密に設計・制御した素材の合成から分子サイズや親和力の違いを認識する精密分離機能膜を開発し、これにより、現行技術ではエネルギー消費が大きいアルコール等の有機物と水の分離、とりわけバイオマス由来の発酵アルコール、酢酸等有機溶剤の浸透気化分離などに取り組む。また、構造制御

されたナノ空間を、高選択的な特異反応場として利用する。

- (3) 無機有機複合膜では、無機素材と有機分子の特性や利点を融合した、無機有機複合膜の開発に取り組み、耐熱シール材、ガスバリア材や、有害イオン簡易膜検出技術に応用する。

外部資金：

文部科学省 原子力試験研究委託費「高レベル放射性廃棄物の地層処分用緩衝材材料の機能評価と高度化に関する研究」

環境省 地球環境保全等試験研究「目視判定等の利用による高感度水質計測技術の簡素化に関する研究」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「ナノパーツを用いる高機能マイクロポーラス材料の設計手法の開発」

NEDO 産業技術研究助成事業費助成金「空気の浄化・滅菌のためのナノケージセラミック由来活性酸素利用システムの開発」

文部科学省 科学研究費補助金「チューブ状無機膜リアクターを用いたマイクロウェブ化学反応」

文部科学省 科学研究費補助金「原子レベルで平坦な金属表面の拡張に関する研究」

NEDO 革新的部材産業創出プログラム「マイクロ分析・生産システムプロジェクト実用的マイクロ化学プロセス基盤技術の知的集積化・体系化に関する研究」

財団法人岩手県南技術研究センター 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「環境汚染物質測定用オプティカルイオンセンサーの創製」等

発表：誌上発表48件、口頭発表60件、その他4件

#### 【テーマ題目1】無機系膜の開発と利用に関する研究

【研究代表者】水上 富士夫（メンブレン化学研究ラボ）

【研究担当者】鈴木 敏重、小野寺 嘉郎、石川 育夫、横山 敏郎、松永 英之、清住 嘉道、花岡 隆昌、南條 弘、濱川 聡、川合 章子、和久井 喜人、蛭名 武雄、長瀬 多加子、小林 清、石井 亮、佐藤 剛一、西岡 将輝、池田 拓史、井上 朋也、伊藤 徹二、長谷川 泰久、黒田 孝夫、乾 昌路、高橋 由紀子、山本 信、芹生 章典、

Tanaka Alfredo、

Chattopadhyay Abhijit、

El-Safty Sherif、Bere Kossi、葉 淑英、

Szollosi Gyorgy、

Sasidharan Manickam、

Tatineni Balaji、Sugiyana Doni、

Nasir Muhamad、菅野 千晶、

Llosa Tanco Margot、鈴木 麻実、

増田 和美、他（職員22名、他39名）

#### 【研究内容】

- (1) 貴金属系膜の開発と応用に関する研究

昨年までの結果から、パラジウム膜の水素脆性の克服と耐久性の向上が課題となっていた。このため、貴金属薄膜の形成法として多孔質基板材料に無電解メッキ法によるパラジウムと銀の同時被覆方法を提案し、水素脆性に強く、水素の高透過性と高分離係数を持つ欠陥のない Pd-Ag 合金膜を開発した。さらに新しい膜形態として、粒子間空隙に選択的に Pd 等の金属を充填する“Pore filling membrane”の設計と製膜に成功し、300℃での水素の透過流束 $2 \times 10^{-6} \text{mol/m}^2 \text{sPa}$ 以上、 $\text{H}_2/\text{N}_2 > 1,000$ 以上を達成した。この膜は、従来の金属薄膜や分子ふるい膜とは異なる新しいタイプの分離膜、反応膜としての応用が広がると期待される。また、水素の分離精製や化学品の製造プロセスの超小型化を目的に、膜型反応器のマイクロ加工技術を東北大学と共同で検討してパラジウム膜マイクロ反応器を作製し、良好な水素透過性能を確認した。

パラジウム膜反応器による芳香族化合物の直接水酸化反応では、パラジウム触媒の機能を解析し、特にパラジウム上で水酸化反応と副反応が異なる膜領域で進行することを明らかにした。この結果から、パラジウム使用量を従来の1/5以下に削減して、副反応を抑制しつつ、従来と同等の反応成績を達成した。この他、多孔質アルミナ管に銀-ストロンチウムを担持した触媒膜を作成し、プロピレンと酸素からのプロピレンオキシドの直接一段合成に適用した。プロピレン転化率約6%、プロピレンオキシド選択率50~60%、同収率3%強の世界トップレベルの成果を得て、現在更なる収率の向上を図っている。

- (2) ナノ空間制御膜の開発と応用に関する研究

昨年度までに開発した耐酸性、耐熱性の新規ゼオライトすなわち、シリカ五員環のストレートチャンネルを構造中に持つ新規層状ケイ酸塩（PLS-1）について製膜化と分離への応用を検討した。シリカ五員環のストレートチャンネルを構造中に持つ新規層状ケイ酸塩（PLS-1）を多孔質ムライトチューブ上に固定化し、層間の Si-OH 基を脱水縮合させることで、新規ゼオライト CDS-1膜を合成した。この CDS-1膜は、層間の Si-OH 基の縮合状態で、浸透気化特性が変化する。すなわち、400℃で焼成した CDS-1膜は水の選択透過

機能（分離係数（エタノール/水）=0.4）を示すのに対し、600℃で焼成した場合には疎水化してエタノールを選択透過（分離係数：エタノール/水=55）する。CDS-1膜は酢酸、塩酸などに対して非常に安定であり、従来困難であった酢酸濃縮プロセスや廃酸水からの酸の回収プロセスに有用な膜材料であると期待される。現在 CDS-1膜の酢酸分離特性を検討している。最近、ゼオライトによる酵素の分離・精製過程で、ゼオライトおよびその膜が不活性タンパクの高次構造を巻き戻し、再活性化させる現象、ならびにタンパク質が粘土薄膜上で容易に結晶化できることを相次いで発見した。これらは、現象論としても特異であるとともに実用技術としても業界の大きな注目を引き、有償情報開示を含め数社と共同開発を計画中である。

### (3) 無機有機複合膜の開発と応用に関する研究

粘土の持つ耐熱性を生かした耐熱シール膜、ガスバリア膜の開発を検討した。その結果、粘土鉱物の層間に有機機能物質を少量包接した耐熱性ガスバリア膜を効率的に製造するプロセスを確立した。得られた膜はヘリウム、水素、酸素、窒素、空気等のガスに対してアルミ箔並みの非常に高いガスバリア性を示す。この膜は、既に述べたようにマイクロ膜リアクターのパッキング材としても極めて有用であることが確認された。さらに、この複合膜を熱処理で発泡させ、多孔体膜とすることによって、巨大機能分子の内包固定・集積膜の作成にも適当であることを見出し、現在、細孔へのタンパク質の取り込みによる耐熱化を検討中である。また、従来困難であった有機カチオンをピラーとしたピラードクレートを製膜化することにも成功した。このピラードクレートの比表面積は約180m<sup>2</sup>/gであり、層間隙間は0.4–0.5nmである。このピラードクレート膜は抗菌剤であるヒノキチオール、色素であるベンゾキノン、アゾベンゼン等の芳香族化合物に対する選択性が高く、機能性物質のマイクロカプセル膜として用途が期待される。さらに酵素などの安定化・耐熱化を狙い、これらの物質を包接する無機カプセルとして、連続的に孔径を変化させた二次元細孔無機多孔体（FSM）を開発した。細孔は2–7nmの範囲であり、現在、2, 3の多孔体で酵素が取り込まれ安定化することを確認している。現場で、誰でも、安価で、簡単に有害化学物質を計測するというコンセプトのもと、薄膜フィルムキットや目視判定などの計測手法の開発を進めている。リン酸セリウムの繊維から作製した濃縮ろ紙により、ppbレベルの検水をろ過することで鉛イオンを選択的に分離濃縮し、その後濃縮された鉛を発色させ、その濃淡から簡易に水道水（10ppb）ならびに環境基準値（10ppb）以下の鉛イオンの濃度を判定するろ過膜ならびに判定手法の開発に成功した。また、フッ化物イオンの蛍光定量に用いる一連の反応試薬系を錠剤化し、検水に投入した後、発光ダイオード蛍光分光で

簡易定量する手法の開発に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】無機膜、パラジウム膜、シリケート系多孔質膜、無電解メッキ、水熱合成、メンブレンリアクター、膜反応、分離機能、透過機能、反応機能、高温シール材、簡易計測

## ②【マイクロ空間化学研究ラボ】

(Micro-space Chemistry Lab Micro-space Chemistry Lab)

(存続期間：2002.4～2005.3)

研究ラボ長：前田 英明

所在地：九州センター

人員：7 (7) 名

経費：131,821千円 (98,029千円)

概要：

近年の「化学産業」を取り巻く環境は厳しく、ニーズの多様化による多品種少量生産型への移行や国際的な競争力強化と共に、省資源・省エネルギーや低環境負荷といった永続的・持続的社会的実現のための貢献など、大幅な生産の効率化と質的転換が迫られている。微小なマイクロ空間を活用し、流体を高速、高精度に扱うマイクロ空間化学技術は、反応・分析・計測の効率化・高速化のための革新的な技術としてのみならず、新規で特異的な反応場としても注目を集めており、化学産業だけではなく、医療、製薬、バイオ関連、食品産業などからも大きな期待が寄せられている。

本研究ラボでは、マイクロリアクター技術を基礎とするマイクロ空間技術にナノテクノロジーを融合させ、新たな研究領域や研究センターの創設に連携する異分野融合性の高い新規研究・技術領域を創出することを目標とすると共に、新たな機能を有する高性能の微小流体デバイスの開発及びその応用・展開技術の確立を通して、化学産業のみならず、環境、医療、製薬、バイオ関連、食品産業、化成工業等への貢献を目指している。

本研究ラボでは次の3つの重点課題、1)微小流体分析チップ技術、2)ナノマテリアルプロセッシング技術、3)生物有機化学システム技術を掲げて研究を行っている。

第1の課題においては、マイクロ流体システムの特性を最大限に利用した分析チップの開発を行った。この開発研究は、高度な流体操作性が特徴であるマイクロ流体チップを用い、小型で迅速、かつ、極めて簡便な操作でありながら、高精度な分析を行うことができる新しい分析法の開発を最大の目的としているもので

ある。本年度は、分析精度のさらなる向上を目的とし、分析チップとしてシリコン基板をドライエッチングする方法を採用した。シリコン基板は加工後ガラス基板と陽極接合にて容易に貼り付けが可能であり、分析用途に供することができる。従来の機械加工法に比べ、ドライエッチング法では溝の壁面をより平滑に加工することができることに加え、シリコンの鏡面性を活かして分析感度が向上し、変動係数3%程度の高精度な分析を達成した。

第2の課題においては、マイクロ流体システムの特徴を生かして、チップ型マイクロリアクターを用いたナノ粒子合成プロセスの開発とその確立、そして新たなナノ粒子材料の創成を図ることを研究目的とした。本年度は、ガラス製のチップ型リアクターを製造して、CdSe ナノ粒子を合成したところ、半値幅28nmの蛍光を持つナノ粒子を得ることができた。これは、従来のキャピラリー型リアクターとほぼ同等もしくはより単一の波長を与えており、さらに従来と同様に、滞留時間制御により蛍光波長（即ち、粒子径）の制御が可能であった。反応系の適切な選択とリアクター設計により、ナノ粒子の合成を制御性高く行えることを示すものである。

また、低毒性蛍光ナノ粒子として CuInS<sub>2</sub>系ナノ粒子の開発を行った結果、粒子径3-5nm程度のナノ粒子が得られ、合成条件を制御し、粒子径および組成を制御することにより、傾向波長を600-800nmの範囲で制御することができた。

第3の課題である、マイクロ・ナノ空間を用いた有機化学反応システムの構築では、2つの課題を設けた。まず、ラセミ体光学分割用マイクロリアクターの開発においては、昨年度開発した金膜を選択的に化学修飾することにより水油2相を効率的に分離・分割する技術において問題となった金膜の剥離を改善するため、チタンとの合金化を行う技術を確立した。この技術により、マイクロリアクターの品質が安定したうえ、溶液を長時間チャンネル内に流通させることが可能となった。また、様々な流速での分離効率を検討した。また、このリアクターを用いてアミノ酸誘導体の光学分割を、目標である99%以上の光学純度で達成することが出来た。また、不斉合成用高効率マイクロリアクターの開発においては、マイクロチャンネルの表面修飾を行い、有機金属錯体触媒を固定化する技術を確立した。モデルとしてパラジウム錯体をチャンネルに固定化し、触媒反応を行ったところ、バッチ式の反応よりも効率が向上した。また、気-液-固3相からなるマイクロ空間の構築にも、それぞれの流体の流速を制御することにより達成した。

このように、当ユニットにおいては、3つの重点課題において、各種プロジェクトへの参画を行いながら、マイクロ空間化学の産業界への実用化を目指し、ベン

チャー化を視野に入れ研究の展開を進めてきた。

外部資金：

文部科学省（若手任期付研究員支援（継続1）  
「マイクロ流体システムによるナノ分子操作」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
（産業技術研究助成事業費助成金）

「シリコンナノ粒子精密連続合成のためのマイクロ空間プロセスの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
（産業技術研究助成事業費助成金）

「感染症診断用マイクロ流体チップの開発」

財団法人九州産業技術センター平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「医療・環境分析用マイクロフローチップの開発」

マイクロ化学プロセス技術研究組合

「マイクロ空間化学反応・現象の解明に関する研究開発」

内部資金：

内部グラント（新規）ナノテク、材料・製造技術分野

「ナノ粒子の高速開発とバイオ計測への応用に関する研究」

発表：誌上発表23件、口頭発表25件、その他3件

#### 微小流体分析チップ技術グループ

(Micro-fluid Analysis Chip Technology Group)

研究グループ長：山下 健一

(九州センター)

概要：

マイクロ流体システムの特性を最大限に活用した分析チップの開発を行う。

高度な流体操作性が特徴であるマイクロ流体チップを用い、小型で迅速、かつ、極めて簡便な操作でありながら、高精度な分析を行うことができる新しい分析法の開発を最大の目的とする。今年度は、分析精度を高めるためにチップの作製方法および条件の検討を行った。また、各ユーザーのニーズに合わせ、ある特定の目的に特化したマイクロ流体システムを作成する技術、すなわちマイクロ流体チップそのものを作成する技術や流路設計のための指針を検討することにより、末端の検査・医療現場ならびにオンサイト分析関連への普及を前提とした分析装置の開発を共同研究にて行った。

研究テーマ：テーマ題目1

## ナノマテリアル創製技術グループ

(Nano-Material Processing Technology Group)

研究グループ長：中村 浩之

(九州センター)

## 概要：

マイクロ流体システムの特徴を生かして、ナノ粒子合成プロセスの開発とその確立を図ることを研究目的とする。これまでキャピラリー型リアクターを用いていたナノ粒子合成プロセスを、ガラス製のチップ型リアクターを使用するものに展開し、リアクターのスペースを押さえたより操作性の良いプロセス開発を目指した。このマイクロリアクターを用いて、各種のナノ粒子の合成を行い、高い流体制御性を活かして、粒径の揃ったナノ粒子が得られることを示した。反応系の適切な選択とリアクター設計により、ナノ粒子の合成を制御性高く行うことが可能であった。

また、低毒性蛍光ナノ粒子として CuInS<sub>2</sub>系ナノ粒子の開発を行った結果、ZnS 添加をしたナノ粒子に置いて、粒子径3-5nm 程度のナノ粒子が得られ、合成条件を制御し、粒子径および組成を制御することにより、蛍光波長を550-800nm の範囲で制御することができた。

研究テーマ：テーマ題目2

## 生物有機化学システム技術グループ

(Bioorganic Chemistry System Group)

研究グループ長：宮崎 真佐也

(九州センター)

## 概要：

マイクロ・ナノ空間を用いた生物有機化学反応システムは、高度な機能を持つ生体模倣システム構築の観点から、将来を嘱望されている技術である。しかしながら、この分野ではまだ基本技術の確立がなされておらず、世界的に見ても基礎研究段階である。本年度は生理活性体合成・分離用マイクロシステムの開発・評価に関する研究、複合生体分子合成を指向したマイクロリアクターを用いる有機合成反応技術の開発、酵素担持型生化学反応リアクターの開発、細胞フロー型マイクロチップを用いた薬剤検索システムの開発などを行った。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

〔テーマ題目1〕(小型迅速計測・分析用マイクロ流体チップの開発に関する研究(運営費交付金、経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発、マイクロ流体システムによるナノ分子操作))

〔研究代表者〕山下 健一(マイクロ空間化学ラボ)

〔研究担当者〕山下 健一、前田 英明、山口 佳子(職員3名、他3名)

## 〔研究内容〕

マイクロ流体システムの特徴を活かし、臨床検査などのオンサイト・オンデマンド利用に最適な遺伝子(およびその他の生体関連物質を中心とした)分析システムの開発を行った。目指す性能は、簡単・安価・迅速・高精度・客観性の両立であり、DNA チップなどのハイスループト分析システムとは対極的立場にある。本分析デバイスの特徴は、特に信頼性・客観性・即時性を高度に要求される臨床検査器具として最適であり、このような方面への応用を中心に検討を行った。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕オンサイト分析、マイクロリアクター、マイクロ流体システム、マイクロ流路、 $\mu$ -TAS、分析器具、医療用診断器具

〔テーマ題目2〕(ナノ材料合成技術の確立とその応用展開技術の開発に関する研究(運営費交付金、経済産業省産業技術総合研究所技術研究助成事業、経済産業省 FOCUS21、糖鎖工学研究ユニットと共同研究))

〔研究代表者〕中村 浩之

(マイクロ空間化学研究ラボ)

〔研究担当者〕中村 浩之、前田 英明、井上 耕三、上原 雅人(職員4名、他4名)

## 〔研究内容〕

マイクロ流体システムの特徴を生かして、ナノ粒子合成プロセスの開発とその確立を図ることを研究目的とする。本年度は、ガラス製のチップ型リアクターを製造して、CdSe ナノ粒子を合成したところ、半値幅28nm の蛍光を持つナノ粒子を得ることができた。これは、従来のキャピラリー型リアクターとほぼ同等以上に単一な波長を与えており、さらに従来と同様に、滞留時間制御により蛍光波長(即ち、粒子径)の制御が可能であった。反応系の適切な選択とリアクター設計により、ナノ粒子の合成を制御性高く行うことが可能であった。また、低毒性蛍光ナノ粒子として CuInS<sub>2</sub>系ナノ粒子の開発を行った結果、粒子径3-5nm 程度の ZnS 添加 CuInS<sub>2</sub>ナノ粒子が得られ、合成条件を制御し、粒子径および組成を制御することにより、傾向波長を600-800nm の範囲で制御することができた。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕マイクロリアクター、ナノ粒子、製造プロセス、CdSe、複合粒子、量子ドット

〔テーマ題目3〕(生化学反应用マイクロ流体システムの開発に関する研究(運営費交付金、経済産業省 FOCUS21、経済産業省産業技術総合研究所技術研究助成事業、経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発))

〔研究代表者〕宮崎 真佐也(九州センター)

〔研究担当者〕 宮崎 真佐也、前田 英明  
(職員2名、他4名)

〔研究内容〕

まず今年度は、生理活性体合成・分離用マイクロシステムの開発・評価に関する研究を行った。ラセミ体光学分割用マイクロリアクターの開発においては、昨年度開発した金膜を選択的に化学修飾することにより水油2相を効率的に分離・分割する技術において問題となった金膜の剥離を改善するため、チタンとの合金化を行う技術を確立した。この技術により、マイクロリアクターの品質が安定したうえ、溶液を長時間チャンネル内に流通させることが可能となった。また、様々な流速での分離効率を検討した。また、このリアクターを用いてアミノ酸誘導体の光学分割を、目標である99%以上の光学純度で達成することが出来た。また、不斉合成用高効率マイクロリアクターの開発においては、マイクロチャンネルの表面修飾を行い、有機金属錯体触媒を固定化する技術を確立した。モデルとしてパラジウム錯体をチャンネルに固定化し、触媒反応を行ったところ、バッチ式の反応よりも効率が向上した。また、気-液-固3相からなるマイクロ空間の構築にも、それぞれの流体の流速を制御することにより達成した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 生体模倣システム、酵素反応、マイクロリアクター

③【単一分子生体ナノ計測研究ラボ】

(Single-Molecule Bioanalysis Laboratory)

(存続期間：2002. 10. 1～2005. 9. 30)

研究ラボ長：馬場 嘉信

副研究ラボ長：石川 満

所在地：四国センター

人員：9 (9名)

経費：76,817千円 (41,459千円)

概要：

生体分子1個を操作し計測する技術開発を標榜して、当ラボは平成14年10月に四国センターに設置された。分離・分析のプラットフォームの微小化、および処理する試料の極微量化が進み、究極的には一個の分子に到達しつつある化学分析をナノテクノロジーの一環として捉えるところに大きな特色がある。このラボを拡充発展させてわが国の健康産業(バイオ関連機器産業、医療支援産業、創薬支援産業、食品関連産業、健康環境維持産業等)の発展育成に、主として技術面から貢献することを目的とする。

21世紀には、国民の高齢化が一層進み、生活様式が変化する中で、がん、脳卒中ばかりでなく、肥満によ

って誘発される高血圧、糖尿病などの「生活習慣病」や、高齢化に伴う「痴呆」や「寝たきり」が増加することが予想されている。国民の健康寿命を延伸するためには、これらの疾患の発症機構の研究や、予防及び治療技術の高度化、そして簡便化がますます要求される。健康寿命の延伸のために必要な研究開発のうち、病気とはいえないがその直前の状態、いわゆる「未病」状態の人の健康指標を迅速にその場測定して、適切な予防および治療を施すことが極めて重要になってくる。当ラボを、このような予防および治療を可能にする革新的技術を開発するためのわが国における中核的拠点へと進化させ、21世紀の人類社会の発展に寄与することを目指す。

世界諸国に先駆けて少子高齢化に直面する日本において、年額30兆円にもなる国民医療費の削減、中でも老人医療費の伸びの抑制や家族介護費用の低減を図ることが大きな課題になっている。健康で活力に満ちた質の高い生活を確保するために、「未病」状態の人の健康指標をその場測定すること、そしてIT技術を利用して得られた情報を効果的に活用できるような社会的システムを構築することが要求されるであろう。このような社会システムを実現するためには、新たな原理に基づく、より微小、高効率、高精度、その場測定が可能な新たな計測法の開発がカギとなる。健康産業の創生は、我が国全体の大きな流れであり、技術開発の将来展望を描いた「国家産業技術戦略」でも、社会ニーズへの対応として掲げられた四つの目標の中に、「高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現」を掲げている。政府のバイオテクノロジー戦略大綱(2002. 12. 6)においてもバイオツール開発の重要性・緊急性、機能性食品産業の重要性等がうたわれており、当研究ラボの研究開発目標もこの方向に沿ったものである。

本ラボでは、日本の得意分野であるナノ計測技術、一分子計測およびナノ微細加工技術を活かしてバイオナノデバイス技術を開発し、先行しているアメリカの基本技術を凌駕しうる基盤技術を確立し、バイオテクノロジーとナノテクノロジーの融合領域における新規産業創出に寄与することを目的とする。本研究も目的を達成するために、下記研究テーマを推進する。

1) 単一細胞診断技術の開発

単一細胞内での単一分子の動的過程の研究に必須な新規な蛍光プローブの開発から出発して、生体分子をローブで標識する技術、標識された生体分子を細胞へ導入する技術の開発を進める。細胞としてはエネルギー代謝に特異的な細胞を中心に研究を展開する。

2) バイオナノデバイスを基盤とした診断技術の開発

少子高齢化社会における未病状態での簡便な診断を可能とする、革新的な高速化、小型化、低価格化、

高分解能化を達成できるバイオデバイスの開発を目指す。それには反応・分離・センシング等の種々の機能を融合・集積化した「次世代バイオナノデバイス技術」が必要である。

### 3) 一分子 DNA 解析技術の開発

現在、ヒトゲノムシーケンシングがほぼ終了し、次の段階としてテーラーメイド医療等の観点から個人のゲノム解析が脚光を浴びている。現在開発中のナノチャンネル電気泳動システムに基づき、これまで扱われていた DNA 断片 (~1000bp) よりもはるかに長い断片 (~Mbp) を迅速・簡便・安価に解析できる技術を開発する。従来法の限界を克服できる可能性を有する、単一分子の操作、検出および識別に基づく新規な「単一分子 DNA シーケンシング技術」を開発する。

### 4) 生体機能評価技術の開発

バイオナノデバイスの開発のためには、疾患あるいは重要な生体機能に関連した DNA やタンパク質をプローブやサンプルとして用いることが極めて重要である。本研究課題においては、より社会的にインパクトのある五大疾患（がん、痴呆症、糖尿病、高血圧、アレルギー疾患）に関連した DNA やタンパク質の機能を評価するための技術開発を進める。また、肥満を防ぐことが、生活習慣病の予防につながるものと期待されており、肥満に関連した DNA およびタンパク質の機能解析技術開発もあわせて進める。

#### 外部資金：

経済産業省 先進ナノバイオデバイスプロジェクト「1分子 DNA 解析システムの研究開発、生体分子を利用した1分子 DNA 解析」

経済産業省 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「ピコインジェクターと分取機構を有する新規バイオデバイスの開発」

文部科学省 さきがけ研究21「核酸ポリメラーゼ解析とDNA1分子シーケンスへの応用」

発 表：誌上発表21件、口頭発表71件、その他6件

#### 【テーマ題目1】バイオナノデバイス・生体機能評価技術に関する研究

【研究代表者】馬場 嘉信

(単一分子生体ナノ計測研究ラボ)

【研究担当者】福岡 聡、大家 利彦、

(職員2名、他5名)

#### 【研究内容】

・目標と計画

社会ニーズの高い医薬品副作用診断デバイス、心筋梗塞診断デバイス、肥満予知診断技術を製品化ターゲットとして、ナノデバイス特有な機能解明と肥満関連遺伝子解明の基礎研究を展開するとともに、これまでの研究成果と融合させることで革新的バイオナノデバイスを開発する。

平成16年度末までに、分子量20万までのタンパク質を15秒以内で、分子量数千までの糖鎖を45秒以内に解析できることを目指す。そのために、新規なバイオナノデバイスの設計とタンパク質や糖鎖の流体をマイクロ・ナノ空間でハンドリングする新たな技術開発が必要である。また、ナノデバイスの特性を活かした超高密度 SNPs 解析デバイスの設計を行う。さらに、肥満関連遺伝子およびがん関連遺伝子の解明のための生体機能評価に関する研究を進める。

褐色脂肪細胞および白血球細胞について、その機能に関連した遺伝子をマイクロアレイおよび上記ナノデバイスで網羅的に探索する。さらに、同定した遺伝子をターゲットに、固相フラグメント縮合法によりアンチセンスや siRNA に細胞内の局在化シグナルを結合させ、精密な細胞内導入を達成するとともに、細胞内の遺伝子発現調節により、生体機能に最も深く関連した遺伝子を同定する

#### ・平成16年度計画

ナノデバイスの特性を活かした高度に集積化された、タンパク質および糖鎖を解析するためのバイオナノデバイスの開発を行う。タンパク質については、複数のタンパク質試料について、同時に分子量20万程度までを15秒以内に解析する技術の確立を行う。また、特定分子量部分を分取するための技術開発を行う。糖鎖については、複数の分子量数千程度までの糖鎖を45秒以内に解析できる技術の確立を進める。

同一デバイス上で細胞の培養と、医薬品等の化合物による細胞の刺激、さらに、その刺激により発現するタンパク質を細胞から抽出できるナノデバイスの研究開発を進め、タンパク質解析デバイスと融合する。また、タンパク質や糖鎖を特異的に認識する抗体を固定したデバイスを開発し、疾患に関連したタンパク質や糖鎖を選択的に検出できるシステムの開発を行う。ナノデバイスの特性を活かした1万サンプルを同時に測定可能な超高密度 SNPs 解析デバイスの設計を行う。

褐色脂肪細胞および白血球細胞について、その機能に関連した遺伝子をマイクロアレイおよび上記ナノデバイスで網羅的に探索する。さらに、同定した遺伝子をターゲットに、固相フラグメント縮合法によりアンチセンスや siRNA に細胞内の局在化シグナルを結合させ、精密な細胞内導入を達成するとともに、細胞内の遺伝子発現調節により、生体機能に最も深く関連した遺伝子を同定する。

#### ・平成16年度進捗

タンパク質の高速・高感度検出を実現するために昨年度開発した新たな方法をコンピュータシミュレーションによって最適化し、15秒以内に分子量20万までのタンパク質を解析する技術を開発した。糖鎖解析のためのデバイス開発を行い、糖タンパク質から酵素切断した複雑な構造の糖鎖を、45秒以内に解析できる技術を開発した。また、ナノデバイスの開発により数百 nm の空間で生体分子解析を実現することに成功し、数 cm 角のデバイスに5万サンプルを同時に測定可能な基盤技術を確立した。また、特定の生体分子の分取が可能なデバイスの構築に向け、マイクロ液流制御技術をはじめとする要素技術を開発した。

デバイス上で細胞培養等の前処理が可能なデバイスを開発し、上記デバイスと融合させることで、細胞を医薬品等で刺激した際に特異的に発現するタンパク質の解析を可能にした。さらに、生体分子間相互作用を解析できる技術を開発し、タンパク質および糖鎖と抗体との相互作用により特定の生体分子を検出できる技術を確立した。核局在化ペプチド結合アンチセンス DNA によって白血病細胞のテロメラーゼを、また、核外輸送ペプチド結合アンチセンス DNA 又は siRNA によって BCR/ABL 遺伝子の発現を、それぞれ65-80%の効率で阻害することに成功した。

現時点で、中期計画中のナノデバイス開発については110%、細胞機能解析については90%、デバイスによる診断技術の開発については80%の達成状況であり、今年度内に当初の目標を達成する予定である。タンパク質・糖鎖解析としては世界最高性能を達成。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオナノデバイス、疾患診断、タンパク質解析

## 【テーマ題目2】1分子 DNA 解析技術・単一細胞解析技術に関する研究

【研究代表者】石川 満（単一分子生体ナノ計測研究ラボ）

【研究担当者】田中 芳夫、長瀬 智美、平野 研、  
ヴァスデヴァンピライ・ビジュ、  
大庭 英樹（職員5名、他5名）

### 【研究内容】

#### ・目標と計画

社会ニーズの高い生活習慣病予知診断技術、個人ゲノム解析技術、がん細胞診断技術を製品化ターゲットとして、1分子SERS (Surface-Enhanced Raman Scattering) 現象の解明と単一細胞イメージングの基礎研究を展開するとともに、これまでの研究成果と融合させることで1分子 DNA 解析技術・単一細胞診断技術を開発する。

1分子検出・同定法のひとつ SERS を用いて1分子 DNA 解析法を実現するために必要な要素技術を開発する。要素技術として単一分子を運搬・配列する技術、

SERS 活性基板の調製、SERS による単一分子の検出・同定が含まれる。

単一細胞解析技術開発の一環として、半導体量子ドットを用いた蛍光標識プローブを開発する。量子ドットの合成、表面修飾、生体分子との共役化を一貫して実施する。

#### ・平成16年度計画

1分子感度の SERS 活性を示す銀のコロイド粒子はその構造が不均一である。このため SERS 増強度も著しく不均一なので、実用化を妨げる大きな要因となっている。ナノ微粒子を鋳型にする簡便な方法を用いて、規則構造をもつ金属のナノ構造を調製する。この基板が1分子感度の SERS 活性を示すことを確認する。次いで、より制御性の高い方法を用いて、金属のナノ構造を調製して高性能な SERS 活性デバイスを創製するために必要な知見を得る。理論計算により、金属ナノ構造と1分子感度 SERS 活性部位の関係を明らかにする。

1分子を運搬するための新しい電気泳動チップを、島津製作所との共同研究で試作する。まず幅 $\sim 50 \mu\text{m}$ 以下のチップを用いて、蛍光体の輝点が順次移動する様子をビデオ顕微鏡で観察する。疎水処理を施したガラス製マイクロピペット（ナノ万年筆）を用いて、親水処理を施したガラス基板上に線幅を制御した描線を行う際に必要となる各種パラメータ（描線速度、加圧圧力等）を精査する。

従来の量子ドットでは、その発光効率は、表面修飾剤や溶媒の種類に大きく依存し、特に水溶性にすると大きく発光効率が減少するため、新規の量子ドットを開発する。さらに、合成した量子ドットを用いて生体分子を標識し、生体分子と細胞の相互作用を可視化する。

#### ・平成16年度進捗

金属コロイド粒子が示す1分子感度の SERS 活性の起源の解明に大きく寄与する実験結果を得て、それを理論的に解析することに成功した。

1分子 SERS 活性を評価できる計算法を指針として、簡便な方法を用いて銀のナノ構造を調製した。このナノ構造が単一分子 SERS 感度を示す可能性を見出した。島津製作所の協力を得て制御性の高い電子線リソグラフィを用いて金属ナノ構造を調製して、「SERS 活性デバイス」を創製するための重要な指針を得た。

試作した電気泳動チップを用いて、チップ壁面への非特異吸着を抑えることによって、蛍光体（ナノ蛍光ビーズ、蛍光標識 DNA 断片等）の輝点が順次移動する様子を観察した。ナノ万年筆を用いて、各種パラメータを精査した結果、蛍光ナノビーズを含んだ溶液を線幅数ミクロンで、途切れなく描線することに成功した。また、描線された溶液中に蛍光ナノビーズ（サイズ100nm）が、線幅内に1個ずつ存在するように線を描くことができることも確認した。

可視域で効率よく発光することが知られている CdSe

量子ドットの室温での新規合成法（従来200-300℃）を見出し、表面修飾剤や溶媒の種類に関わらず高い発光効率を示す新規な蛍光体を開発した。得られた蛍光性 CdSe 量子ドットをポリカルボン酸化合物で表面処理する手法を開発し、蛍光性 CdSe 標識化タンパク質を用いて特定の細胞を検出できることを示した。

現時点で、中期計画の達成度は以下の通り。量子ドット（130%）>SERS（100%）>単一分子運搬・配列および酵素反応（80%）。平成16年度中には、当初の目標を達成できる見込みである。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 1分子 DNA 解析、量子ドット、表面増強ラマン

#### ④【循環バイオマス研究ラボ】

(Biomass Technology Research Laboratory)

(存続期間：2003. 4. 1～2005. 3. 31)

研究ラボ長：佐々木 義之

副研究ラボ長：坂西 欣也

所在地：中国センター

人 員：18 (18名)

経 費：158,470千円 (114,567千円)

概 要：

化石資源の消費に伴う二酸化炭素排出量の増大と森林破壊により、地球温暖化が加速度的に進行している。一方、森林は地上部分の約3倍の有機性炭素を土壌中に蓄積していると言われていたことから、木質系バイオマスの利用価値を高め、森林による二酸化炭素固定（いわゆるソイルシーケストレーション）を促進すれば、地球温暖化を効果的に抑制することができると思われる。当研究ラボでは、木質系バイオマスからの効率的なエネルギー／ケミカルズ製造技術を開発し、国内における森林管理や海外における産業植林（CDM）の推進に資する。また、草本系バイオマスは食料や飼料として既に大量に使用されているが、これらの生産や消費に伴って副生する農業残渣、食品廃棄物、汚泥、家畜糞尿等の廃棄物の処理が問題となっている。当研究ラボでは、廃棄物系バイオマスからの効率的なエネルギー回収技術を開発する。特に、養殖等に伴う海洋汚染物質に関しては、マリンバイオマスに蓄積させて回収する方法が有効であり、有価物の分離やエネルギー回収による経済性の向上を目指す。さらに、バイオマスの地産地消（ローカルエネルギー源としての利用）あるいは産業利用（市場への導入）に際しては、地域の自然条件や社会的な状況に適合したバイオマスの生産、輸送、変換、製品の供給システムを構築する必要がある。当研究ラボでは、国内外にお

けるバイオマス利用の拡大に向けたシナリオの策定や国際戦略についての検討を行う。

以上のように、当研究ラボでは、化石資源の消費量抑制につながる有機性廃棄物のエネルギー利用技術から大気中の二酸化炭素の積極的な固定につながる森林の再生に資する木質系バイオマスのエネルギー／ケミカルズ利用技術にいたるまでの幅広いバイオマス関連技術開発を行うとともに、その導入促進のためのシナリオ策定を行い、地球温暖化の抑制に資することを目的とする。

外部資金：

経済産業省 試験研究調査委託費（環境研究総合推進費に係るもの）「都市と農村連携の相互性に関する研究」

経済産業省 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持ち込み評価型）「木質加工屑の新規乾燥法による製材業高収益化システム技術の研究開発」

文部科学省 我が国の国際的リーダーシップの確保「ASEAN バイオマス研究開発総合戦略」

文部科学省 科学研究費補助金「カキ殻付着生物を利用した、水質浄化と生物生産力を向上させる技術の開発に関する基礎」

財団法人石炭利用総合センター「平成15年度地球環境国際研究推進事業（バイオマスからのクリーンガス生産）基礎技術に関する研究」

財団法人石炭利用総合センター「平成16年度地球環境国際研究推進事業（バイオマスからのクリーンガス生産）基礎技術に関する研究」

財団法人中国電力技術研究財団「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（海水リチウム摂取の実用化技術の研究開発）」

内部資金：

内部グラント（新規）環境エネルギー「均一系触媒による糖類の乳酸エステル等への直接変換反応」

発 表：誌上発表36件、口頭発表47件、その他9件

環境調和型バイオマス高度利用連携研究体

(Collaborative Research Team for Environmentally Friendly Hydrothermal Conversion Process)

連携研究体長：坂木 剛

(九州センター)

## 概要：

当連携研究体ではバイオマスを高度利用するため、バイオマス中に元々含まれる水を反応媒体とする環境調和型の水熱プロセスの研究を行う。すなわち、加圧された液体状態の熱水である加圧熱水を用い、植物系バイオマスを成分分離し、ヘミセルロース系およびセルロース系の成分は糖化することにより、クリーンな液体燃料であるエタノールや、グリーンポリマー原料となる乳酸として利用する方法を研究する。またリグニン成分の水熱ガス化や、単糖の高度利用の一環として有害半金属の吸着剤としての利用法も検討する。更に、きのこ等のバイオマスを水熱加工して機能性食品とする技術や、有機廃棄物をメタン発酵するための水熱前処理技術の開発も行う。

## 研究テーマ：

バイオマスの加圧熱水処理及び水熱ガス化技術の開発、バイオマスからの有用物質の抽出技術の開発

-----

**〔テーマ題目1〕ガス化による木質系バイオマスのエネルギー変換技術の開発（運営費交付金、財団法人石炭利用総合センター平成15、16年度地球環境国際研究推進事業）**

〔研究代表者〕美濃輪 智朗

〔研究担当者〕坂西 欣也、花岡 寿明、藤本 真司、中田 正夫（職員5名、他5名）

## 〔研究内容〕

本研究では、木質系バイオマスのガス化・液体燃料製造（BTL）技術、及び水素を主成分とするクリーンガスを一段で製造するCO<sub>2</sub>吸収ガス化技術を開発する。CO<sub>2</sub>吸収ガス化技術に関しては、ベンチ試験装置（10kg/日）を製作し、クリーンガス収率90%、8時間以上の連続運転を目標とする。また、BTL技術に関しては、ガス化から液体燃料合成までの連続一貫装置の製作、連続運転を目標とする。

平成16年度の進捗状況は、CO<sub>2</sub>吸収ガス化技術では、バッチ試験でガス化率89%を達成するとともに、反応速度解析による反応シミュレーションを行った。ベンチ試験装置の運転に関しては、ガス化率は40%であったが、水素濃度85%、メタン15%、CO<sub>2</sub>濃度検出限界以下のクリーンガス製造を3時間の連続運転で達成した。今後は、反応時間等のチューニングを行い、ガス化率90%以上を目指す。BTL技術に関しては、実験室規模の装置を用いて、固定床水蒸気ガス化方式による連続運転でガス化率90%以上を達成するとともに、DMEを平衡収率の20%で連続合成することに成功した。さらなる収率向上を目指して、乾式ガス精製法を検討中である。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕バイオマス、水素、二酸化炭素吸収ガス化、BTL

**〔テーマ題目2〕成分分離による木質系バイオマスの高度利用技術の開発（運営費交付金、内部グラント 環境エネルギー）**

〔研究代表者〕遠藤 貴士

〔研究担当者〕佐々木 義之、井上 宏之、矢野 伸一、坂木 剛、山田 則行、甲斐田 泰彦（職員7名、他16名）

## 〔研究内容〕

本研究では、木質系バイオマスを構成する各成分（セルロース、ヘミセルロース、及びリグニン）の効率的な相互分離技術を確立するとともに、各成分の化学的な特徴を活かした高度利用技術の開発を行う。具体的には、前処理技術として高温高压下での熱水抽出技術、メカノケミカル的な粉碎技術、及び酵素糖化による加水分解を組み合わせた成分分離技術を開発する。また、各成分の各種有用物質への選択的な変換技術を開発する。

平成16年度の進捗状況は、前処理技術に関して、水熱処理及びメカノケミカル処理を組み合わせることにより、可溶化した木質系バイオマス中のセルロースの70%をグルコースに変換できた。熱水抽出残渣については、メカノケミカル処理することにより、酵素糖化が促進（1.6倍）されることが分かった。また、前処理プロセスとしてオゾンによる脱リグニン処理を行った場合には、その後の酵素糖化処理がさらに促進（2.5倍以上）されることが分かった。一方、糖類の触媒による選択的分解では、約40%の収率でポリマー原料となる乳酸エステルが生成することが分かった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕リグノセルロース、メカノケミカル処理、水熱処理、酵素糖化、エタノール、乳酸エステル

**〔テーマ題目3〕バイオマスの地産地消あるいは産業利用のためのシナリオ策定（運営費交付金、経済産業省 試験研究調査委託費、文部科学省 我が国の国際的リーダーシップの確保、文部科学省 科学研究費補助金）**

〔研究代表者〕佐々木 義之

〔研究担当者〕山岡 到保、平田 静子、三島 康史、村上 克治、滝村 修、美濃輪 智朗（職員7名、他6名）

## 〔研究内容〕

本研究では、化石資源に比べて割高な「生産系バイオマス」、収集と処理が困難な「廃棄物系バイオマス」、低密度分散型の「マリンバイオマス」等の地産地消（自家消費）あるいは産業利用（市場への供給）による導入促進のためのシナリオを策定する。具体的には、国内あるいは海外における各種バイオマスのポテンシャル調査、原料の収集と製品の販売・消費のマッチング、変換のた

めのプロセス設計とその最適化、必要な要素技術の開発、バイオマス導入によるCO<sub>2</sub>削減効果の推定、経済性評価等を行う。

平成16年度の進捗状況は、木質系バイオマスの成分分離と酵素糖化法に基づくバイオエタノール製造プロセスの事業化に関しては、前処理等のプロセスを簡略化して設備コストを低減する等、大幅なコストダウンが必要であることが分かった。プロセス設計手法による木質系バイオマスの熱化学的な処理に関しては、木材の水熱ガス化と水性ガスの触媒変換によるメタノールとギ酸メチルの併産プロセスが、熱利用性の高いゼロエミッション型利用システムとして有効であることを明らかにした。マリンバイオマスによる有機物固定量の評価に関しては、新規海洋微生物（スラウストキトリウム）による固定化された有機物（グルコース）のアスタキサンチンオイルへの変換を検討した。また、カキ殻は高密度の付着微細藻類や付着動物群集を培養していることを明らかにした。さらに、消化脱水汚泥を対象にした水熱反応による前処理方法について検討し、有機物の分解率が向上することを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生産系バイオマス、廃棄物系バイオマス、プロセス設計、経済性評価、マリンバイオマス

## ⑤【実環境計測・診断研究ラボ】

(On-site sensing and diagnosis research laboratory)  
(存続期間：2004. 4. 1～2007. 3. 31)

研究ラボ長：坂本 満  
副研究ラボ長：野中 一洋

所在地：九州センター  
人員：16（16名）  
経費：193,013千円（161,874千円）

概要：

実環境計測・診断研究ラボは、産業基盤を構築する横断的技術としての計測・評価技術の創出と、知的基盤整備への対応を主要なミッションとしている標準・計測分野に所属する3つの研究ユニットのひとつであり、その中で産業ならびに生活現場に密着した先端的かつ課題解決型研究開発の推進を担っている。本研究ラボの中核技術はセンサ材料技術であり、これと計測・制御技術との異分野融合を発展・強化させることによって、産業や生活のさまざまな分野で必要とされている実環境計測・診断技術を開発し、産業の高度化と社会的な価値の多様化に貢献することをミッションとする。

さらに、「モデル系から現実系への転換」という分

野戦略に沿って、内外のユーザー及び研究者を有機的に融合した実証化研究（モデル検証）を円滑に展開し、随時、総産総研体制を組織できる機能的なプラットフォームの形成に努める。そして実用化・製品化段階までを一貫したシナリオの下で進め、新開発の計測技術の標準化・規格化を含む、計測技術を基盤とする新しい産業領域を創出する。

研究ユニットのアウトカムとしては、ユーザーの視点に立脚した「On-site で実時間計測」という現場計測技術を、あらゆるものづくり産業の信頼性や効率向上のための基盤的技術として確立し、産業界へ供給することを第一義とする。また、この現場計測技術を各種プラントや大型構造物のモニタリング・診断へ応用し、従来は定期点検を主体とする時間管理型診断しかできなかった設備の常時監視が可能な、状態管理型の設備診断技術として提供する。さらには、人間を取り巻く生活環境において、きめ細かな計測が必要となる様々な局面への展開を図り、将来の少子・高齢化が加速した社会においても健康で快適な生活を営むことのできる、より安心・安全で活力ある、「生きていることが心地良い」社会の実現にも貢献する。

重点課題として、①高温圧力・振動計測技術、②自立応答型応力計測技術の開発、および③高順応複合型圧力計測技術、の3課題を設定する。これらはすべて当研究ラボのオリジナル技術に基づいている。具体的には、①においては高耐熱・高感度薄膜素子の開発による高温圧力計測と広帯域周波数の振動計測技術の開発、②では外部の機械的刺激に応じて、繰返し発光を示す無機系新材料（応力発光体）のデバイス化による自立応答型圧光計測・診断技術の確立、③では高機能のフレキシブル圧力センサによる生体計測への応用を目指している。

①社会的ニーズが大きい高温圧力・振動計測技術では、最高400℃程度でのごく短時間使用に留まり、実機搭載に向けた取り組みは世界的にも進んでいない現状技術に対して、当ラボでは、低コストの半導体プロセスを用いた独自の窒化アルミニウム薄膜技術を用いた高耐熱性圧力・振動センサの開発を進めて、600℃程度までの長時間安定性と実用レベルの高感度化を達成した。これらの成果は、高温圧力・振動センサとしては世界最先端であり、今後、早急に実機での実証研究を進めるべく準備を行っている。

②自立応答型応力計測技術の開発については、応力発光体合成で赤から青までの多色化と発光輝度の大幅な向上を達成した。また、ナノ微粒子化した発光体を塗料として金属表面に塗布することで、これに作用する応力分布を2次的に可視化する技術への展開を図るために、企業との共同研究による実証研究を進めており、従来にない全く独自の計測技術として、その有用性を確立しつつある。また、応力発光体高輝度微粒

子を MEMS デバイスや生体細胞に導入し、微小部の運動や活性化度を評価するマイクロ・ナノ応力計測技術への展開を進めている。

③高順応複合型圧力計測技術（フレキシブル圧力計測技術）の開発については、PI 等の高分子膜基板の上に形成した窒化アルミニウム圧電体薄膜を用いた高機能フレキシブルセンサを開発し、独自のセンサ構造による高感度化を達成した。これにより睡眠時無呼吸症候群の診断や新生児突然死症候群の監視システム等の、新規な無侵襲非拘束生体情報計測技術への展開を進めており、様々なアプリケーション展開を図りつつある。

-----  
外部資金：

文部科学省 若手任期付研究員支援「複相組織制御による耐酸化コーティング開発」

（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「応力検知自己発光型透明ハイブリッド材料の開発」

（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「高温環境でのダイレクトモニタリング用広帯域振動センサの開発」

（財）佐賀県地域産業支援センター「次世代ディスプレイ用超微粒子高輝度蛍光体の開発」

（財）佐賀県地域産業支援センター「脳生体情報を用いた運動機能補助：眼電図情報を用いた食事動作の運動機能補助装置開発」

（財）大分県産業創造機構「醤油、味噌醸造用味覚センサの開発」

（財）北九州産業学術推進機構「応力発光材料の高品質化生産技術の開発」

（独）科学技術振興機構「無公害な電気-カー光の多元エネルギー変換素子」

発表：誌上発表28件、口頭発表73件、その他9件  
-----

【テーマ題目1】高温圧力・振動計測技術の開発

【研究代表者】野間 弘昭

（実環境計測・診断研究ラボ）

【研究担当者】岸 和司、菖蒲 一久、田原 竜夫

（職員4名、他8名）

【研究内容】

高耐熱性・広帯域のブロードバンド型圧力・振動計測

を実現するために、①高温圧力・振動計測デバイス化技術、②実環境計測・診断技術の2つの技術開発を行う。高温下での広帯域精密信号測定と、得られた多次元情報解析によって各種燃焼機関やプラント施設等の高効率・ロングラン稼動の実現をめざす。

①高温圧力・振動計測デバイス化技術

高耐熱・高感度圧電薄膜の作製のためには、各種の特性・形状を有する高耐熱基板上へのナノレベルの多層構造制御型薄膜形成が必要である。ラボ期間中において、現状のシリコン多結晶基板を用い、電極の接合技術を確立して、500℃までの実用化を目指す。また、さらなる耐熱化（～800℃）と高感度化のためには、基板と電極双方のより一層の耐熱化が必要であることから、基板-電極-薄膜界面の化学組成およびナノ構造を制御するマルチナノレイヤー界面制御技術の確立を目指す。高温環境下での薄膜の熱的安定性については、雰囲気との反応や、電極-薄膜界面の反応を詳細に検討するとともに、熱力学的モデルに基づく高温反応予測ソフトウェアを開発し、各種機器分析法により界面の評価・解析を行い、耐熱性薄膜作製のための開発指針を得る。また、上記のマルチナノレイヤー界面制御においては、薄膜の結晶化度および配向性の制御により、現状の2倍の高感度化を達成し、圧電体層と電極層との積層構造化などにより将来的には10倍の高感度化を目指す。

②実環境計測・診断技術

高温下で信頼性の高い圧力・振動計測を行うために、まず、空気中、温度：300～600℃、圧力：常圧～数十MPa、加圧周波数：数 Hz～100Hz の条件下で圧力変動を計測できる装置を開発し、試作した高耐熱性圧力計測デバイスの特性を評価する。また、高温振動評価装置として、空気中、温度：300～700℃、振動周波数：数 Hz～数十 MHz、の条件下での振動状態の変化を計測できる装置を開発し、試作した高耐熱性振動計測デバイスの特性を評価する。さらに、複数のセンサ利用により、異常信号発生部位についてより高度の位置情報が得られるビームシェーピング（指向性形成）技術を開発し、ブロードバンド周波数情報の解析技術の確立を目指す。ラボ期間においては、ブロードバンド化のために、1kHz～10MHz 帯までについて、主としてハウジング設計の面から検討する。次の段階としては、10Hz～100MHz 帯の計測に対応する、デバイス設計の根本から検討を進める。

【分野名】計測・標準

【キーワード】高温センサ、圧電体、窒化アルミニウム、薄膜、計測技術

【テーマ題目2】自立応答型応力計測技術の開発

【研究代表者】徐 超男（実環境計測・診断研究ラボ）

【研究担当者】安達 芳雄、西久保 桂子、古賀 淑哲、今井 祐介、山田 浩志

(職員6名、他15名)

#### 【研究内容】

応力発光体の球状微粒子化、高輝度化、および透明高分子等とのナノハイブリッド化により圧光デバイスを開発し、圧光実環境計測・診断の基盤技術を確立する。具体的には、以下の技術開発を行う。

高輝度化においては、結晶構造制御により、ラボ期間中において現状の5倍程度の輝度を実現する。次の段階では、発光現象が結晶の弾性歪みと密接な関係を有することから、見かけ上巨大な歪みを発現する強弾性効果に着目してより一層の高輝度化を図る。また、応力発光体の多色化のために、ZnS系(黄)、Ti系(赤)、およびSi系(青)の発光機構を解明する。

応力発光超微粒子の合成法としては、新規のレトルト熱処理法により、粒径数 $\mu\text{m}$ の微粒子の量産技術を確立する。同時に、逆ミセル法によりナノ前駆体を調製し、新規なマイクロ噴霧法により、100nm以下の超微粒子の実験室レベルで製造し、応力発光体の極限を明らかにする。ラボ期間以降においては、前駆体溶液のスプレー技術を応用してこれら超微粒子の量産技術の検討を進め、高機能応力発光微粒子として展開を図る。

デバイス化については、応力発光体超微粒子の表面処理技術、透明高分子等のマトリックスとの有機・無機ナノハイブリッド化技術を確立し、新規な圧光デバイスを開発する。

応力発光デバイスから発せられる光の計測技術については、応力発光に最適化した光計測およびスペクトル解析技術を開発し、新規な応力発光計測システム技術を構築する。

ナノ応力発光体の発光挙動並びに発光機構の解明と平行して、種々の応力印加形式に対する発光強度の関係をデータベース化すると共に、極めて微小な負荷応力と発光強度との関係を定量的に把握することができる微小応力計測法の開発を行う。これらの結果を元にして、応力発光材料の規格化と応力発光計測の標準化を進め、新規な自立応答型応力計測技術を確立する。

【分野名】計測・標準

【キーワード】応力発光、圧光計測、応力可視化

#### 【テーマ題目3】高順応複合型圧力計測技術の開発

【研究代表者】上野 直広

(実環境計測・診断研究ラボ)

【研究担当者】亀川 克美、秋山 守人、前田 英司

(職員4名、他6名)

#### 【研究内容】

広範なアプリケーションが期待されるフレキシブル圧力センサをより高機能化し、空間分解能の付与やフレキシビリティの向上に向けた技術開発を行う。具体的には、ヒューマノイドロボットや医療・福祉機器等のよりしなやかな動作制御を可能とする、世界一薄い圧力センサの

開発や、微小な生体の皮膚の圧力変動を捉える脈波・脈波速度計測などを目標とし、常温域において10Pa以下の微小圧力分布を5mm以下のピッチで計測するフレキシブルアレイセンサシステムの開発を行う。

具体的には、基板の材料の種類を多様なものとすることによって、よりフレキシビリティの高い、高感度の窒化アルミニウム薄膜を形成するため、結晶構造および組織制御による成膜プロセスをラボ期間中において達成する。

結晶質(ガラス)や金属箔(Al)基板を用いて、熱湯レベルの耐熱性を備えた薄膜センサデバイスを開発し、セキュリティセンサや各種家電機器への応用を進める。最終的には5年程度以内に、耐熱温度を150°Cのフレキシブルセンサを開発する。

また、センサ自体のフレキシビリティの向上やより一層の薄型化により、センサと生体とのなじみ度を高めて、各種のウェアラブル計測機器への応用を図る。ラボ期間中に外径300 $\mu\text{m}$ の繊維状センサを開発し、ラボ期間以降数年内に外形100 $\mu\text{m}$ 程度を目指す。基板材質については、生体とのなじみのよい高分子やゴム質表面に高感度の薄膜を形成する技術を確立する。ラボ期間以降において、5mmピッチ以下の圧力分布の分解能を有するアレイデバイスを開発し、これを応用した無侵襲非拘束の生体計測技術を確立する。これらのフレキシブルセンサの特性を活かしたIT社会に必須のユビキタス計測技術および日常生活にとけ込むユニバーサルデザイン技術開発を目指す。

【分野名】計測・標準

【キーワード】フレキシブルセンサ、生体計測、薄膜センサ、窒化アルミニウム、ウェアラブルセンサ、ユビキタス計測

#### 4) フェロー

【フェロー】

(AIST Fellow)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5

概要：

フェローは、理事長の諮問を受けて、研究者の代表として他の研究者の指導にあたりるとともに、特別な研究を行っている。

平成16年度は、2人のフェローを置いている。

機構図

フェロー 立矢 正典

フェロー 大津 展之

## (2) 内部資金

〔研究題目〕 マルチニューロンスパイク信号を用いた  
小脳型運動学習制御に関する研究

〔研究代表者〕 高島 一郎 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 小高 泰、西森 康則 (脳神経情報研究  
部門)、北澤 茂 (順天堂大学)

〔研究内容〕

運動学習に関する新しい理論「小脳ランダムウォーク仮説」を、実際に「人工小脳」を構成することによって検証することが本研究の目的である。小脳ランダムウォーク仮説では、小脳は運動の終点誤差のみに基づいて学習するにもかかわらず、神経信号に内在するノイズの効果で運動指令の時系列全体を自律的に改善していくことが可能である。人工小脳への入力には、小脳へ眼球運動の指令信号を送る大脳皮質の領域からマルチ電極によって記録した実際の神経活動信号を使用する。そしてこのマルチニューロンスパイク信号をもとに、リアルタイムで「眼球ロボット」を学習制御する人工小脳を構築し、能動的な小脳学習理論が実際に機能することを実証する実験を行う。本年度は、ニューロン活動からオンラインで衝動性眼球運動の開始と目標位置を推定するフィルターを作成して性能評価を行った。その結果、衝動性眼球運動開始時刻の推定(幅100ms以内)は成功率82%、8目標のどれか、というターゲット推定の正解率は28%という結果を得た。眼球運動開始のタイミングをかなりの精度で推定できることが明らかになったが、空間的な精度は改善の余地が残った。マルチ電極からの同時記録データが十分個数ではなかったから、人工小脳の構築と眼球ロボットの制御はシミュレーションにより確認し、衝動性眼球運動の最高速度の約7割の速度までの安定動作を確認した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 小脳ランダムウォーク仮説、人工小脳、衝動性眼球運動

〔研究題目〕 TRP チャンネルを用いた単粒子構造解析法によるタンパク質構造決定法の研究

〔研究代表者〕 佐藤 主税

〔研究担当者〕 佐藤 主税、川田 正晃、柳原 真佐子、阿部 幸絵

〔研究内容〕

目標：

TRP(transient receptor potential) channel は細胞膜に存在し、様々な情報伝達物質と結合することにより、Ca イオンを導入する重要なチャンネルである。本研究では、その中の TRPC3の3次元構造を決定し、その遺伝病解明、臨床薬開発に貢献する。

研究計画：

TRP channel は細胞膜に存在し、情報伝達物質と結

合することにより、分子内イオン通路を開いて Ca イオンを導入し、細胞内部へと情報を伝達する。本チャンネルは、温度感受や酸化ストレスおよび浸透圧の検知、発生・分化、味覚等々、様々のセンサー的な役割を担っている。しかし、その構造は全く未知であった。本研究では、その中で最も生理学的に研究されてきた TRPC3の3次元構造を決定する。

年度進捗状況：

TRPC3の負染色電顕像の2次元平均化による可視化に成功し、全体として負染色電顕法により単粒子解析し、隙間だらけの膨れあがった構造を持つことを解明した。このことが3次元的な結合スペースをつくり出し、IP3リセプター等の様々な制御タンパク質を同時に結合することを可能にしている。これは多様な刺激のセンサーである TRP チャンネルとしては極めて理にかなっている。様々の遺伝病の原因遺伝子としてこの種類のチャンネルが同定されており、その分解能を高めることで、関連疾患の治療に貢献したい。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、TRP、transient receptor potential、ion channel

〔研究題目〕 神経ネットワークの構造と機能に基づく  
新たな情報処理技術の開発

〔研究代表者〕 岡本 治正

〔研究担当者〕 岡本 治正

〔研究内容〕

神経ネットワーク構造の形成、機能発現の長期間観察・測定技術の開発

- (1) 一部の神経細胞のみ蛍光マーカーを発現する脳スライス標品を作製し、2光子顕微鏡により、神経ネットワークにおけるシナプス前部バリコシティ構造とシナプス後部スパイン構造を同時にタイムラプス観察できる技術を開発、両構造のシナプス接触面の短期的な安定性を見出した。
- (2) 成熟した海馬神経細胞の分散培養系を用いて、神経ネットワークの再編成が誘導できる条件を検討した結果、神経活動の一時的な抑制によりサイレントシナプスが新たに出現し、これが神経活動の再開に伴い、機能的なシナプスに変換されることを見出した。
- (3) 神経細胞間の機能的結合を視覚化するために、“Connection Map Analysis”を考案、これを用いた解析の結果、培養再構成神経ネットワークにおいては、複数の機能的神経細胞集団に所属し、多数のリンク(機能的結合)をもつハブのような神経細胞が存在していることを見出した。
- (4) モデル生物線虫に変異型 Ca 感受性蛍光タンパク質を導入し、化学感受受容にかかわる神経ネットワーク活動を生体内で可視化・計測する技術を開発した。

報酬を動機付けとする学習に伴う神経ネットワーク活動におけるコード

信号の抽出、解析技術の開発

前部帯状皮質に報酬への期待が高まるにつれて徐々に活動が大きくなる神経細胞の存在することを見出し、強化学習とニューラルネットワークを組み合わせたモデルによって、この神経細胞の活動をシミュレーションした結果、報酬期待の大きさの情報処理をしていることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経ネットワーク、脳スライス標品、2光子顕微鏡、海馬神経細胞、サイレントシナプス、Ca感受性蛍光タンパク質、前部帯状皮質、報酬、強化学習、ニューラルネットワーク

【研究題目】 神経栄養因子 (BDNF) の細胞生存活性を細胞死活性に変換する機能的な塩基多型 (Functional SNP) の研究とその応用展開

【研究代表者】 小島 正己

【研究担当者】 秋山 泰、広川 貴次、富井 健太郎、(生命情報科学研究センター)  
達 吉郎、上垣 浩一、安宅 光雄、田口 隆久、川崎 隆史、清末 和之、藤森 一浩、原 とも子 (セルエンジニアリング研究部門)

【研究内容】

ヒトゲノム上には、「一塩基多型 SNP (Single Nucleotide Polymorphism)」と呼ばれる polymorphisms が高頻度に存在しその出現パターンは各人で異なっている。本研究では、「脳由来神経栄養因子 BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor)」と呼ばれる神経系成長因子の SNP に注目する。BDNF は、前駆体として合成され、プロセッシングによって活性型 BDNF になる。本研究では、この SNP 依存的な神経細胞死のメカニズムを明らかにすると同時に、そのリスクから脳を守るべく創薬を目指した研究を行う。本年度の中心的成果は、SNP-BDNF の遺伝子発現マウスの作製を進めたことである。このマウスは SNP 型 BDNF モデルマウスであり、研究5でバイオインフォマテクスに基づいて複数合成したペプチドの中で SNP 型 BDNF による細胞死を抑制するものを In vivo でスクリーニングするためのマウスでもある。また、SNP 型 BDNF に対する Positive control として正常型 BDNF を発現するマウスを用意する。遺伝子の導入は C57BL/6J マウス由来の ES 細胞を用いて行った。定法に基づいて遺伝子改変マウス用のベクターカセットの部品を C57BL/6J マウスのゲノム DNA から PCR 法によって単離した。現在正常に世代伝播するマウスを現在スクリーニング中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経、蛋白質、一塩基多型

【研究題目】 微生物-昆虫間の遺伝子水平転移の進化過程及び分子機構の解明

【研究代表者】 深津 武馬

【研究担当者】 深津 武馬、今藤 夏子、櫻井 真紀子

【研究内容】

目標:

我々の研究グループは、ボルバキアという共生細菌の大きなゲノム断片 (推定100kb 以上) が、アズキゾウムシという昆虫の X 染色体上に水平転移していることを発見した。この共生細菌から宿主昆虫への遺伝子水平転移現象について、その進化過程と分子機構を明らかにすることをめざす。

研究計画:

アズキゾウムシの X 染色体上に水平転移した共生細菌ボルバキアのゲノム断片の全長をクローニングし、両端の宿主染色体部分を含めたその一次配列構造を決定する。具体的にはアズキゾウムシ全 DNA のコスミドゲノムライブラリーを構築し、既知のボルバキア遺伝子をプローブにしてショットガン配列決定および染色体歩行によって、ゲノム断片の全長を取得、配列決定する。決定されたゲノム断片上のすべての細菌遺伝子を同定して、The Institute for Genomic Research が決定したショウジョウバエのボルバキアのゲノム配列との比較により、水平転移した細菌遺伝子の塩基置換パターンの特徴、特徴的な分子進化などについて探索する。

年度進捗状況:

ボルバキアの遺伝子配列をプローブとして、アズキゾウムシ全 DNA から作成したコスミドライブラリーのスクリーニングをおこなった。これまでに約100kb の領域をカバーする5つのコスミドクローンをショットガンシーケンスで塩基配列決定を終了しており、さらに両側に染色体歩行を進めている。これまでの解析からわかったこととして、転移ボルバキアゲノムはアズキゾウムシ染色体上でさまざまなレトロトランスポゾンにより分断されていた。ボルバキアの各遺伝子の配置は基本的にはよく保存されていた。ボルバキアの全ゲノムを約10kb 毎にカバーする130セット以上のプライマー対を作成して PCR 検出をおこなったところ、ボルバキアゲノムの半分ほどの領域が水平転移している可能性が示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 昆虫、微生物、共生、遺伝子水平転移

【研究題目】 Towards the evolution of genotyping aptamers: Selection of aptamers against sub-types of whole influenza viruses

【研究代表者】 Penmetcha K. R. Kumar

【研究担当者】 P.K.R. Kumar、西川 諭、

川崎 一則、小川 昌克

## 〔研究内容〕

インフルエンザウイルスの新規な検出技術の開発のために、インフルエンザウイルスの亜型を識別することのできるアプタマー（人工核酸リガンド）の作製を目標としている。ランダム配列を含む RNA 分子のプールの中から、特定の亜型のインフルエンザウイルスに結合する分子種を回収し増幅させるサイクルを繰り返すことによって、特異的な RNA アプタマーの選別を行った。昨年度、A 型インフルエンザウイルス（亜型 H3N2）の表面抗原タンパク質であるヘマグルチニン（HA）に対して特異的に結合する RNA アプタマーの選別に成功した。今年度は、表面プラズモン共鳴法によって RNA アプタマーと HA の間の平行解離定数を測定し（188pM）、このアプタマーは HA に対して市販の抗 HA 抗体よりも約15倍の親和性を有していることを明らかにした。HA との結合に必要な共通配列のモチーフを明らかにしたところ、その配列は RNA の一本鎖領域に存在するものと予測された。また、HA の膜融合活性はインフルエンザウイルスの細胞感染に必須であるが、RNA アプタマーにはこの HA 依存的な膜融合に対する阻害能があることを、ウイルス単一粒子レベルの蛍光顕微鏡可視解析によって明らかにした。さらに、A 型インフルエンザウイルスに対して適用したものと同様の選別手法により、B 型インフルエンザウイルスに対する特異的な RNA アプタマーの選別にも成功した。このアプタマーも B 型インフルエンザウイルスの HA に結合し、その膜融合活性を阻害することが判明した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 RNA アプタマー、インフルエンザウイルス

## 〔研究題目〕 配向制御固定型タンパク質アレイ・チップ作製技術の研究

〔研究代表者〕 巖倉 正寛

〔研究担当者〕 巖倉 正寛、広田 潔憲、竹縄 辰行、高橋 尚克

## 〔研究内容〕

タンパク質アレイ・チップ開発においては、①固定化密度の高度化・均一化の問題、②固定化タンパク質の機能検出における感度の問題、③基板に由来する非特異的吸着の回避の問題、④固定化用タンパク質の品揃えの問題、⑤タンパク質アレイ・チップの品質管理の問題、⑥アレイ・チップ作製の自動化の問題、などの問題点がある。我々が開発してきた配向制御固定化技術は、これら問題点の多くを解決できる唯一ともいえる革新的技術である。そのため、固定化密度の高度化・均一化において、固定化密度を、最大約 $2\mu\text{g}/\text{mm}^2$ にまでの高密度固定化の達成とそれを利用することにより、蛋白質の紫外吸収法により、固定化量を検出できることを示した。さらに、

検出系の新システムを開発することにより、アレイ上の個々の蛋白質スポットの紫外吸収スペクトルを測定することに成功した。このことにより、新原理に基づく、蛋白質アレイ・チップシステム開発の道を開くとともに、その利用範囲拡大につなげた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質アレイ、タンパク質固定化、配向制御、紫外吸収スペクトル、高密度固定化、タンパク質-タンパク質相互作用

## 〔研究題目〕 超高速 WDM 用光電子2R 集積回路の試作

〔研究代表者〕 板谷 太郎（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 板谷 太郎、小森 和弘、菅谷 武芳、川浪 仁

## 〔研究内容〕

研究目標は、幹線系の1550nm と超高速近距離通信に適した1300nm 間を繋ぐ超高速 OEO 光電子集積素子の試作を行い、2R 機能の検証を行うことにある。目標性能は、①出力光消光比>30dB ②ジッター<1ps ③入出力光波長：1300nm と1550nm ④入出力光パルス幅<1000fs ⑤スイッチングエネルギー<10pJ である。研究の年度別の進捗に関しては、平成15年度にプロセス技術の開発を行った。プロセス技術としては、シリコン集積回路技術と互換可能な、光電子集積回路プロセスの開発を行った。具体的には、ポリイミド微細加工プロセス・リソグラフィプロセス・ドライエッチングプロセス・AFM ナノ構造形成プロセス・誘電体蒸着プロセス・低抵抗オーミック形成プロセス・実装プロセスの開発を行った。平成16年度には、これらの要素技術を統合して光電子集積素子の試作と動作実証を行った。スイッチング動作に関しては、1500nm と1300nm 間のスイッチング動作を確認し、半値幅800fs の超高速動作の結果を得た。これは、自己相関波形であることから、実際のパルス幅は530fs と推定される。これは、推進目標の1000fs を大幅に上回る結果である。スイッチングエネルギーは、繰り返し周波数50MHz、光導電スイッチへの入力パワーが0.3mW であることから、6pJ と推定される。このスイッチングパワーは、目標の10pJ 以下を達成する値である。消光非に関しては、パワーレベルでの消光比に関しては、ピーク位置でのロックイン増幅器の測定結果から30dB 以上の結果を得た。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 OEO、光導電スイッチ、ポリイミド、EA 変調素子、EO サンプリング

## 〔研究題目〕 光誘起表面レリーフ現象に基づく新しい光情報記録に関する展開的研究

〔研究代表者〕 福田 隆史（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 福田 隆史、琴 昌大

〔研究内容〕

情報記録分野における将来的な新規技術（1TB/inch<sup>2</sup>を越える桁高い記録密度）を創出することを目的として、表面レリーフ形成現象（PSR）の有する“書き換え可能性”や“多重記録可能性”を積極的に利用したユニークな光情報記録方式の考案、ならびに、当該新方式の着想の検証や新規材料の探索を目的とした。コンピュータによる自動制御の光記録評価システムを構築した結果、1ピット上に6つの角度階調・4つの深さ階調を持つ PSR パターンがわずか6 $\mu$ W の光（488nm、600mW/cm<sup>2</sup>）で形成され、読み出し光強度がその表面凹凸構造によって、当初期待したとおり変調されることを確認した。このときの1ピットサイズは約50 $\mu$ m 四方であったので、達成した記録密度は40GB/inch<sup>2</sup>であり、現行の DVD ディスクの記録密度を十分上回り、初期目標を達成することが出来た。また、新規な光異性化高分子材料を探索した結果、従来用いていた材料と比較して1桁以上感度の良い材料が見出され、書き込み時間は1秒/ピット以下となったため、当初の最終目標を大きく越える結果を得ることが出来た。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 光誘起表面レリーフ形成、超高密度情報記録、書き換え可能性、角度・深度階調多重記録、光異性化高分子材料

〔研究題目〕 メディア処理用ネットワークプロトコルに基づく新たな音インタフェース研究

〔研究代表者〕 後藤 真孝（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 後藤 真孝、浅野 太、麻生 英樹

〔研究内容〕

目標：

LAN 上の複数のメディア処理モジュールをリアルタイムに連携させるための技術的基盤を確立することで、高度な要素技術を統合した新しいインタフェースの実装・評価を容易にし、基礎研究と実用研究の間の橋渡しをおこなうと共に、実際に、独創的で使いやすい次世代インタフェースやキラーアプリケーションを生み出すことを目標とする。

進捗状況：

タイムスタンプに基づく時間管理と UDP/IP マルチキャスト通信による効率的な情報共有を特長とするネットワークプロトコル RMCP に基づき、メディア処理モジュールとして、音高推定や有声休止（言い淀み）検出、サビ区間検出等の要素技術を実装し、音インタフェースの構成要素として活用できるようにした。そして、これらを活用した具体的な音インタフェースとして、ユーザが言い淀んだ後だけ音声認識することで雑音の誤検出を防止する音声インタフェースや、マイク入力だけで人間同士の会話中の音声認識対象箇所を同定できる音声イン

タフェース、音声認識の誤認識箇所を容易に修正できる音声インタフェース等の応用システムを実現した。こうした成果を含む前年度からの成果の学会発表において、3件受賞するなど高い評価を得ただけでなく、nature の国内外のニュースサイト等でも報道されて注目を集めた。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 音声インタフェース、音楽理解、ネットワークプロトコル

〔研究題目〕 拡張可能プログラム処理システム

〔研究代表者〕 田中 哲（一杉 裕志）

〔研究担当者〕 一杉 裕志、古川 浩史、田中 哲、戸村 哲

〔研究内容〕

プログラミング言語およびソフトウェア工学と呼ばれる分野の研究者は、ソフトウェアの生産性を向上させるべく、新しい言語機能や言語周辺ツールを開発し続けている。しかし開発には膨大な作業が必要であり、実用レベルには遠い完成度に終わることも多い。我々は、プログラム処理のためのアプリケーションフレームワークを設計・実装することでこの問題の解決を目指している。

本年度は特に、GUI を使って PC で日常的に作業を行っているユーザ（以下エンドユーザ）による生産性向上に目標を絞り、エンドユーザ向けのスクリプト言語「チャミー」を設計した。また、プロトタイプ版実装をインターネット上で公開した。システムの設計においては、初心者にとって習得しやすいプログラミング言語はいかにあるべきかを考察しながら、シンタックス、制御構造、組み込みデータ型、標準ライブラリ、開発環境（エディタ、デバッガ）のすべてを同時並行的に設計する方法をとった。チャミー言語は関数型言語の利点を積極的に取り込んだ手続き型言語である。チャミーの IDE（統合開発環境）は、日本語化された構造エディタ、実行トレースの可視化表示などの機能を持ち、プログラミングに不慣れなエンドユーザによるプログラム開発を支援する。チャミーはファイル処理等の現実世界のデータ処理に用いることができ、それを支援する仮想フォルダ、実行時エラーリカバリと呼ぶ機構を持っている。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 スクリプト言語、エンドユーザプログラミング

〔研究題目〕 界面磁性デバイスに関する研究

〔研究代表者〕 赤穂 博司

（強相関電子技術研究センター）

〔研究担当者〕 川崎 雅司、高木 英典、佐藤 弘、井上 公、澤 彰仁、山田 寿一

〔研究内容〕

昨年度において、磁化誘起第二高調波発生（MSHG）を用いた界面磁性プローブにより明らかに

なった、SrTiO<sub>3</sub>/LSMO 界面における電荷移動による強磁性劣化を克服するため、本年度では、界面にLaMnO<sub>3</sub>層を挿入し、電荷移動効果を相殺する界面デザインを提案した。実際にこのヘテロ接合を作製し、MSHG で評価した結果、バルクに匹敵する強靱な強磁性界面を実現することに成功した。さらに、傾斜組成界面をもつスピントネル接合素子を実際に作製評価した結果、トンネル磁気抵抗 (TMR) 比が飛躍的に増大することを明らかにした。強相関界面エンジニアリング手法がスピントネル接合の特性向上に極めて有効であることを示した。電場誘起抵抗変化効果デバイス機能の研究では、SrRuO<sub>3</sub>/Nb:SrTiO<sub>3</sub>ヘテロエピタキシャル接合において、パルス電圧印加による可逆な抵抗スイッチング動作の発見に成功した。これまでの抵抗スイッチングに関する研究は主に多結晶膜を用いたものであったのに対し、この結果は界面構造の乱れという不確定要素を極力排除したコヒーレント界面での初めての成功例である。酸化物電界効果トランジスタ機能の研究では、SrTiO<sub>3</sub>単結晶の表面において、2.1K という極低温でも「電界によって制御可能な金属絶縁体転移」を実現することに成功した。この成功の鍵となったのは、SrTiO<sub>3</sub>単結晶を用いて「背面ゲートトランジスタ型のデバイス構造」を作製したことである。これまで遷移金属酸化物表面において、このような2次元金属電子系を発現させて、さらに電界によってそれを制御した例は皆無である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ペロプスカイト遷移金属酸化物、界面制御、強相関界面機能デバイス

【研究題目】 スピンおよび電気分極を利用する完全不揮発性 LSI 実現のための基盤技術の開発

【研究代表者】 安藤 功兒

【研究担当者】 斉藤 秀和、酒井 滋樹

【研究内容】

必要な瞬間のみ電源を使用し、それ以外は常に電源をOFF とすることが可能な「不揮発性」LSI が生み出されれば、電力消費の壁は克服され電子情報産業の更なる発展が可能となるはずである。「不揮発性」はメモリに限らずスイッチ、論理素子、表示素子、そしてこれらを動かすソフトウエアなどあらゆる情報通信関連技術を大きく変えていく可能性を秘めている。本研究は、完全不揮発 LSI を世界に先駆けて実現するための基盤技術の構築を行うことを目指している。ナノスケール強磁性の磁化を反転させるスピン注入磁化反転方式を実証した。100nm×200nm の MgO 障壁 TMR 素子においてスピン注入磁化反転を実証した。臨界電流は $1 \times 10^7 \text{ A/cm}^2$ 程度であった。また、希薄磁性半導体 Ga<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>As(001)電極とワイドギャップ半導体 ZnSe(001)トンネル障壁を組み合わせた新型 TMR 素子を作製し、低温で100%の磁気抵抗を実現するとともに、異方性トンネル磁気抵抗

効果 (TAMR 効果) の物理機構の解明にも成功した。

【分野名】 情報通信分野

【キーワード】 不揮発性素子、強磁性体、強誘電体

【研究題目】 多バンド超伝導体の基礎物性

【研究代表者】 田中 康資

【研究担当者】 伊豫 彰、常盤 和靖 (産学官制度来訪者)

【研究内容】

提案者の独創的なアイデアである多バンド超伝導体の成分間位相差ソリトン (*i*-soliton) を捕獲するのが目的。これは、革新的量子位相デバイス創生と複数種の量子テクスチャーの量子重ね合わせ状態とは何か? という、量子力学の基礎への問題提起に繋がる。平成16年度は3年目で最終年度である。

*i*-soliton の確証にはまだ至っていない。

平成15年度に行った、米国の理論グループのソリトン発生装置の提案に我々のアイデアを織り交ぜて「楔形回路」を設計し、ソリトン消滅に付随する電圧の測定を試みた。その結果、通常の超伝導であれば、でるはずのない場所で、1μV~数百 nV のシグナルを観測した。ソリトンに関連した信号である可能性は高いが、電流端子間の電圧の5~6桁落ち程度の信号であり、ソリトン由来と断定できなかった。

研究前は全く暗中模索であったソリトン捕獲法であるが、3年間の研究で、「電圧の出るはずのないところで、ソリトンによる位相流を電圧に変換してその信号の検出をはかる。」という基本的な方法論は確立することができた。今後これをベースに、ソリトンの確証を目指していく。

【分野名】 情報通信分野

【キーワード】 多バンド超伝導、ソリトン、量子情報処理

【研究題目】 ヘテロ化合物の高効率付加反応用触媒系の開発

【研究代表者】 韓 立彪 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 韓 立彪 (環境化学技術研究部門)、

松山 重倫 (計測標準研究部門)、他2名

【研究内容】

本研究は、我々が世界に先駆けて見出した触媒的ヒドロホスホリル化反応 (注: 触媒によるリン-水素結合の不飽和炭化水素化合物への付加による有機リン類の合成) を実用的レベルまで導くための新規な触媒系の探求とプロセスの最適化に関するものである。

ビニルリン類は、難燃剤、金属表面保護・処理剤、歯科用材などとして有用である。しかし、その製造には、有毒な PC13を用いて多段階反応より行われている。収率が低い上、製造過程から HCl などの副生成物も大量に発生する。これらの種問題を原理的に一挙に解決した

のは、我々が見いだした触媒的ヒドロホスホリル化反応であるが、当初の反応条件では、高価な貴金属触媒を使用するために、実用的ではない。

昨年度の研究から、適易の大きさのホスフィン配位子を用いれば、安価なニッケル触媒が Pd、Pt と Rh 貴金属触媒よりも高い触媒活性を示すことを明らかにした。16年度では、この触媒反応の機構解明を行い、触媒活性中間体と思われるヒドリドニッケル錯体の単離に成功した。また、エックス構造解析法により、その構造決定にも成功した。さらに、同錯体とアルキン類との反応を行ったところ、類似の Pd や Pt 錯体に比べ、著しく高活性であることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ヒドロホスホリル化反応、ニッケル触媒、中間体

〔研究題目〕 バイオサーファクタントを活用した高次ナノ組織体の創製

〔研究代表者〕 北本 大（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 井村 知弘

〔研究内容〕

目標：バイオサーファクタントは、微生物によってバイオ資源から生産される環境調和型の機能性脂質である。バイオサーファクタントは、新しい天然系の界面活性剤として利用可能であるばかりでなく、その優れた自己組織化能は、従来困難であったナノサイズの粒子や機能素子の配向制御や階層化を容易にし、革新的な先端材料の創製に貢献できる可能性がある。

そこで、本研究では、バイオサーファクタントの自己組織化特性を詳細に解析し、他の機能素子（有機、無機材料）との分子融合や、コンジュゲート材料等への適用の可能性を明らかにする。さらに、バイオサーファクタントの自己組織化能を活用して、新たな機能を発現する高次ナノ組織体の創製を目指す。

進捗状況：糖脂質型バイオサーファクタント（マンノシルエリスリトールリピッド）が作り出す新たなナノ構造体（コアセルベート、L3相）を利用して、熱力学的に安定なナノカプセル（リポソーム）を簡便に調製する方法を開発した。さらに、表面プラズモン共鳴法等による解析から、上記バイオサーファクタントの単分子膜が抗体タンパク質に対して非常に大きな結合親和性を示すことを明らかにし、抗体のセンシングや分離用の先端材料へ展開できる見通しを得た。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 バイオサーファクタント、ナノ組織体、生体分子デバイス

〔研究題目〕 マイクロバブルの圧壊を利用した高度廃水処理技術に関する研究

〔研究代表者〕 高橋 正好

〔研究担当者〕 高橋 正好、高田 尚樹

〔研究内容〕

マイクロバブル（微小気泡）の特性を明らかにするため、気液界面の帯電性能について調べるとともに、これを物理的に刺激したときのラジカル発生について調査した。物理的な刺激としては放電衝撃波に加えて流体力学的な作用について検討した。まず、気液界面の電位は、電気泳動法によりゼータ電位として定量評価した。この表面電荷は pH などの水質によって大きく変動する特性があるが、一つの気泡においても経時的に増加する傾向が認められた。この原因としては、水中において縮小、消滅というマイクロバブルの特性が大きく関与している可能性が高い。すなわち、表面電荷の原因となっている気液界面でのイオン類の移動速度が十分に遅いため、界面の縮小に伴って余分となった表面電荷（イオン類）がバルク中に拡散できずに気液界面に濃縮していく状況が想定される。マイクロバブルの圧壊時に多量のフリーラジカルが発生するメカニズムとして、この過程で生じた超高濃度のイオン場が関与していることが予測される。次に実際のラジカル発生条件について様々な検討を加えた。測定ではスピントラップ剤として DMPO（5,5ジメチル-1-ピロリン n-オキシド）を利用して、電子スピン共鳴装置により発生するフリーラジカルを観測した。その結果、放電衝撃波もマイクロバブルの圧壊法として利用できるが、パンチング版などの小孔をマイクロバブルが含まれる水が通過するとき生じる物理的な刺激がこれを極めて効果的に圧壊させることを認めた。この現象を利用することにより、実用的な技術として、難分解性を含む有害な有機系化学物質を効果的に分解することが可能である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロバブル、圧壊、フリーラジカル、電子スピン共鳴法

〔研究題目〕 フッ素系界面活性剤およびポリマーの環境リスク削減を目的とした分解・再資源化に関する研究

〔研究代表者〕 堀 久男

〔研究担当者〕 堀 久男、山本 亜理、永長 久寛、忽那 周三

〔研究内容〕

パーフルオロ酸類は多くの産業用途に用いられてきたが、近年これらの一部が環境水や生物中に検出されている。従って環境中の蓄積を抑制し、生態系への影響や健康被害の発生を未然に防止するためにはこれらの固定発生源からの漏洩防止と共に廃棄物の分解・無害化を行う必要がある。今年度は環境残留性や生体蓄積性が特に懸念されているパーフルオロオクタン酸（ $C_7F_{15}COOH$ ；PFOA）の光分解について、直接光分解、過酸化水素（OH ラジカル）、ポリオキシメタレート光触媒の3種の

場合の比較・検討を行った。反応は PFOA あるいはそこに  $\text{H}_2\text{O}_2$  や  $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$  を添加した水溶液に、加圧酸素下で水銀キセノン灯から紫外・可視光照射して行った。液相中の化学変化はイオンクロマトグラフィー、イオン排除クロマトグラフィー、電気伝導度検出 HPLC および ESI-MS で、気相中のそれはガスクロマトグラフィーおよび GCMS で追跡した。PFOA は低級パーフルオロカルボン酸類の場合と異なり紫外光照射のみでも徐々に分解し、気相中に  $\text{CO}_2$ 、液相中に F<sup>-</sup> が生成した。また、液相中には  $\text{C}_6\text{F}_{13}\text{COOH}$ 、 $\text{C}_5\text{F}_{11}\text{COOH}$  等のアルキル鎖が短縮した PFCAs も検出された。 $\text{H}_2$  ( $^{18}\text{O}$ ) を用いた反応解析により生成物中の酸素原子は媒体である水に由来していることがわかった。一方  $\text{H}_2\text{O}_2$  を使用した場合は直接光分解の場合よりも反応性は低かった。 $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$  を用いた場合、PFOA 分解の初期速度は直接光分解の場合の3倍、F<sup>-</sup> の収率も24時間で4.8倍となり、顕著な反応促進効果が見られた。反応が速いことだけでなく、生成物中の全フッ素分のうち、F<sup>-</sup> の割合は97% となり F<sup>-</sup> への選択性が飛躍的に増加することがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、光触媒、ヘテロポリ酸、無害化、パーフルオロカルボン酸

【研究題目】過渡吸収顕微鏡の開発

【研究代表者】加藤 隆二

【研究担当者】加藤 隆二、古部 昭広（職員2名）

【研究内容】

研究目的、研究手段、方法論など

近年、マイクロ・ナノメーター領域で制御された反応場での化学反応の研究開発が急速な勢いで発展しており、ミクロな反応場で進む反応を直接リアルタイム観測する手法の開発が必要不可欠である。

過渡吸収分光は、パルス光で発生する励起状態や反応活性種の光吸収スペクトルを測定するものであり、信号の時間変化から反応の進行を追跡することができる有力な手法であるが、不均一系試料での測定においては、不均一性を平均した情報のみしか得られない問題がある。そこで我々は顕微鏡下での過渡吸収測定を可能にする“過渡吸収顕微鏡”の開発を行った。

年度進捗

明視野型過渡吸収顕微鏡

この方法では、観測光を対物レンズ等の顕微光学系で拡大し、イメージング検出器で顕微画像を得る。そして、励起光が入射したときの画像と、励起光が入射されていないときの画像をそれぞれ測定し、計算機の画像処理によって過渡吸収イメージを観測する。倒立型顕微鏡を改造した顕微光学系を構築し、顕微画像を電子シャッター付き CCD カメラで計測した。装置の性能は、空間分解能約1 $\mu\text{m}$ 、時間分解能5ns、測定波長範囲300-900nm で

あり、測定感度は吸光度として約 $10^{-3}$ であった。この装置を用いて、100 $\mu\text{m}$  以下のサイズの小さな試料における過渡吸収分光、シリコン中の電子の移動過程、励起状態や熱の拡散の検出等の研究を展開した。

レーザー走査型過渡吸収顕微鏡

この方法では、励起光と観測光にレーザーを用い、両方のビームを対物レンズで微小な位置に集光し、その空間点での過渡吸収を計測する。試料を透過した光は別の対物レンズで集められ、分光された後、検出される。試料を3次元の自由度を有するナノ走査ステージに乗せ、3次元画像を得ることができる。装置の性能は、空間分解能約1 $\mu\text{m}$ 、時間分解能100fs、測定波長範囲450-2000nm であり、測定感度は吸光度として約 $10^{-3}$ であった。この装置を用いて、小さな有機結晶を対象として、励起状態の3次元空間分解計測の研究を進めることができた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】過渡吸収、明視野顕微鏡、走査型光学顕微鏡、高速分光、電子移動反応

【研究題目】デバイスクオリティー酸化物薄膜製造のためのハイブリッドプロセス装置の開発

【研究代表者】安田 哲二

【研究担当者】北條 大介、右田 真司、西澤 正泰

【研究内容】

様々な機能を実現する電子デバイス材料として近年、益々重要になっている金属酸化物薄膜の新しい製造方法として、我々は昨年度、気相からの金属原料吸着と液体の水による加水分解を繰り返すハイブリッドプロセスを提案し原理実証した。この方法は、高品質の絶縁膜形成を、室温にて原子層（～1オングストローム）の膜厚精度で可能にするという特徴を持っている。

本研究では、上記ハイブリッドプロセスを自動で行う装置の開発を行う。本装置で製造した金属酸化物薄膜を MOS 型電界効果トランジスタのゲート絶縁膜に適用して評価結果をフィードバックすることにより、装置をデバイス作製に適用できる水準に仕上げることを目指す。

研究計画としては、今年度と来年度の2年間で、(1) 加水分解操作の確立、(2) 装置の設計と組み立て、(3) 成膜実証、(4) ゲート絶縁膜形成への応用による評価と装置の最適化、の4つのステップを順に踏んで進める。今年度は上記(1)および(2)を完了して(3)に取りかかっており、主な成果は以下の2点である。

【加水分解操作の確立】加水分解のために装置内に導入した水を、次の金属原料吸着操作の前に、短時間の内に完全に装置から排出する基本技術を、乾燥用の窒素ガス吹きつけの立体配置やタイミングを工夫して確立した。

【自動化装置による成膜の実証】ウエハーステージと金属原料吸着/加水分解ヘッドから成る装置を試作した。ハフニウム酸化物 ( $\text{HfO}_2$ ) およびハフニウムシリケート ( $\text{HfSiO}_x$ ) 薄膜の原子層成長を実証し、これらの薄

膜が正常な容量－電圧（C-V）特性を示すことを確認した。

【分野名】 ナノテク、材料・製造技術

【キーワード】 金属酸化物、絶縁体、高誘電率（High-k）絶縁材料、ハフニウム酸化物、MOS型電界効果トランジスタ、薄膜製造、原子層成長、多層吸着、加水分解

【研究題目】 極微小プラズモン素子の開発（内部グラント）

【研究代表者】 時崎 高志

【研究担当者】 時崎 高志、小貫 哲平、重藤 知夫

【研究内容】

光導波路の微小化における回折限界を打ち破るため、金属クラッドを有する平面導波路構造、並びに導波路への効率的な光導入法の研究を行った。このような構造では、金属クラッドと誘電体コア間に表面プラズモンポラリトン（SPP）が光伝搬を担う。本研究では、構造を自由に、かつ精密に制御できることから、電子線リソグラフィ加工されたレジストポリマーをコアとすること、また、効率よく SPP を生成するための回折格子状光カップラーを提案した。本年度はとくに SPP の励起効率の向上について研究を行った。導波路は、ガラス基板にコーティングした銀薄膜（膜厚～50nm）をクラッド層上にレジストポリマー（厚さ300nm）を塗布したものを基本構造とし、電子線リソグラフィにより幅10～0.5 μm の導波路と、その両端にピッチ1～2 μm の回折格子構造を作製した。回折格子への入射角を最適化し、入射光・射出光強度の絶対値を測定した。また、導波路長の異なる試料に対して同様の測定を行い、導波路損失の影響を評価し、最終的に SPP 励起効率絶対値16%が得られた。また、扇状の回折格子とテーパ状導波路を用いることにより、2 μm 幅の回折格子と比較して20倍の SPP 励起効率改善を達成した。理論的考察では、実効屈折率を用いた位相整合条件から回折角が得られることを明らかにしたとともに、2次元数値計算（FDTD）により SPP 励起効率と格子形状の関係を調べた。計算で得られた最高効率は実験とほぼ同条件で得られることが分かったが、得られた効率～70%は実験値より遙かに高く、構造製作における誤差と回折格子の3次元構造の影響が示唆された。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 極微小光導波路、金属クラッド、表面プラズモンポラリトン、回折格子、光カップラー、電子線リソグラフィ

【研究題目】 理想連続波光源の開発

【研究代表者】 池上 健（計測標準研究部門）

【研究担当者】 稲場 肇、渡部 謙一、柳町 真也、大嶋 新一

【研究内容】

モード同期レーザーを利用した光周波数計測技術の進歩により、1オクターブ以上にわたる非常に広い波長域で、周波数の絶対値が確定した櫛（コム）状のスペクトルを発生することが可能となった。これを受け、本研究では、連続波光パラメトリック発振器（Continuous-wave Optical Parametric Oscillator=cw-OPO）等を用いた任意波長を発生可能な連続波光源を開発し、この光源を光コムと組み合わせることで周波数の絶対値を確定し、各種の精密計測に応用するための研究を行う。

平成16年度は、まず、昨年度に引き続きモノリシック cw-OPO を分光光源へ応用するための研究を進めた。電気光学変調器を外部周波数掃引素子として利用することで任意の波長を発生することに成功した。開発された cw-OPO を用いて、795nm の Rb-D<sub>1</sub>線、852nm の Cs-D<sub>2</sub>線、894nm の Cs-D<sub>1</sub>線、1520nm のアセチレン R9線、1530nm のアセチレン P9線等、波長域の異なる多数の原子のドップラープロファイルを1個の cw-OPO で観測することに成功し、cw-OPO が分光光源として利用可能であることを実証した。また、この cw-OPO をモード同期レーザーを用いた光コムに位相同期して絶対周波数を確定しその周波数を掃引することで、Cs-D<sub>1</sub>線の飽和吸収線を自然幅で決まる5MHz の分解能で観測することができた。今後の展開として、出力のさらなる高出力化を図り原子の捕捉などに適用する予定である。

【分野名】 標準

【キーワード】 連続波光パラメトリック発振器、固体レーザー、任意波長発生、光周波数シンセサイザー

【研究題目】 地球温暖化予測に関する高度化技術の開発－高精度環境復元とそのデータを用いた高精度シミュレーション技術の発展－

【研究代表者】 川幡 穂高

【研究担当者】 川幡 穂高、鈴木 淳、野原 昌人、松本 克美、山村 充、石崎 維

【研究内容】

現在の地球温暖化は、「自然本来の温暖化」＋「人為起源の二酸化炭素による温暖化」が合わさったものである。現在の温暖化レベルは産業革命以前よりは高いものの、実は数千年前に地球が自然のみの働きで経験した温暖化より低いレベルにある。しかし、その程度がどの位であったのか、高精度の定量的（デジタル）な復元は行われてきていない。そこで、本研究では、日本にとって最も重要度が高い北西太平洋の日本周辺海域に焦点をあてて、現在の分析技術の最高水準で、高時間解像度で、有孔虫殻の安定同位体比・化学組成分析、有機物分析を駆使し、環境復元技術を確立するとともに実際に復元を行う。また、本研究では、このような自然の働きのみで現在より温暖化していた地球がどのような仕組みでもた

らされたのかを明らかにするため、プリンストン大学のモデリング(数値シミュレーション)技術を改良し、復元された環境を氷期から間氷期への各々の温暖化レベルで検証するとともに、モデリング自体の評価の手法を開発した。

日本列島北部の三陸海岸沖のピストンコア試料を用い、過去3万年間の三陸沖における海洋環境の復元を試みた。現在親潮フロントは北緯40度付近に位置しており、本試料は親潮の変動を敏感に記録しているはずである。試料は、約2.2cm 間隔で採取し、乾燥させた後に全有機炭素量(TOC)・C/N比、C37アルケノン量および不飽和結合数(UK' 37)の分析を行った。C/N比は平均8.17でほぼ一定で変動しており、コアを通してほぼ海起源有機物が主に供給されていたと考えられる。氷期(16-30ka)におけるC37アルケノン量および全有機炭素量の平均値は、各々 $1.54 \mu\text{g/g}$ 、1.03%、完新世(～10ka)における平均値は $2.88 \mu\text{g/g}$ 、1.95%の範囲で変動していた。この二つのプロファイルは良く似ており、氷期に比べて後氷期における生物生産が高かったことが明らかになった。

氷期におけるアルケノン SST は平均 $12.9^\circ\text{C}$ を示し、現在と比べ約 $2^\circ\text{C}$ 低く、親潮の影響を強く受けていたと考えられる。約16kaで最小値( $9.4^\circ\text{C}$ )を示し、現在の水温に比べて約 $6^\circ\text{C}$ 低かった。アルケノン SST は融氷期に急激に上昇し、約7kaには $17.5^\circ\text{C}$ まで達する。完新世は比較的環境が安定していたと言われているが約 $3^\circ\text{C}$ の間で変動しており、本研究において三陸沖の海洋環境が微弱ながらも変動していたことが明らかとなった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】温暖化、古海洋学、アルケノン、親潮

【研究題目】骨の細胞を用いて心・血管を再建する

【研究代表者】大串 始

【研究担当者】廣瀬 志弘、町田 浩子、大島 央、池田 悦子、永谷 憲歳

【研究内容】

目標：

我々は骨のなかに存在する骨髄細胞を用いて、種々の細胞へ分化し得る間葉系幹細胞の増殖ならびに分化研究をおこなってきた。特に、この幹細胞を用いての、骨および軟骨再生の基礎研究ならびに応用研究の実績を有する。また、骨髄細胞が骨・軟骨のみならず、神経、肝臓等の思いもかけない細胞に分化し得ることが報告されている。この点において、我々は、骨髄から間葉系幹細胞を培養し、この細胞が血管内皮や心筋細胞へ分化する事を見いだした。このような実績のもと心疾患および血管障害患者に対する新規の治療技術開発確立をめざす。

研究計画：

同意を得た患者骨髄をセルエンジニアリング研究部門に搬送し、骨髄より間葉系細胞をCPC (Cell

Processing Center) 施設で培養増殖をおこなう。この増殖された間葉系細胞を再度国立循環器病センターに搬送して、国立循環器病センター医師で産総研客員研究員の心臓循環器専門医によりカテーテルを用いて患者心臓内へ移植する。

年度進捗状況：

16年度において2名の患者に対してこの移植をおこなった。特に、感染や異所性の骨形成等を示さず副作用は生じていない。さらに、基礎研究では、ラット骨髄より間葉系細胞を増殖し、同系ラットに移植した( $5 \times 10^6$  cells/rat)。また、この移植3時間前にラットの心臓の冠動脈の一本を結紮し人為的に心筋梗塞モデルを作製した。結紮により心筋の壁がうすくなり、心筋梗塞が生じたことがわかる。しかし、間葉系細胞を移植することにより、この梗塞部分は減少した。また、その面積を定量的に測定したところあきらかに間葉系細胞の移植による梗塞部分の減少が確認された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】幹細胞、再生医療、心筋再生、血管再生

【研究題目】ヒト大脳感覚-運動連関機能の可塑性に基づくリハビリテーションシステム開発

【研究代表者】金子 文成(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】横井 孝志、稗田 一郎、菅原 順、小峰 秀彦(人間福祉医工学研究部門)、木塚 朝博、向井 直樹(筑波大学)、山田 洋(東海大学)、増田 正(東京医科歯科大学)

【研究内容】

平成16年度は、新規介入刺激の候補となり得る感覚入力モダリティおよび脳内運動イメージ想起が、巧緻の運動を制御する際に重要な役割を果たす皮質脊髄路(CST)の興奮性にどのような影響を及ぼすかを明らかにした。健康な成人男性44名を対象に、各種感覚入力中のCST興奮性を、経頭蓋磁気刺激による運動誘発電位(MEP)の振幅で評価した。このときのMEPを、ターゲットとした非利き手の第一背側骨間筋(FDI)から表面筋電図によって記録した。安静状態で誘発したMEPを対照とし、各条件下で記録したMEPと比較した。試験条件は、1)筋電気刺激、2)運動イメージ想起、3)筋電気刺激中の運動想起、4)等尺性筋収縮(最大筋収縮の2-3%レベル)の4種類であった。筋電気刺激強度は、示指外転筋力が最大随意収縮の2-3%発揮される強度とした。運動イメージ想起は、示指外転運動について行なわせた。MEPの振幅は、実際の筋収縮、電気刺激中の運動イメージ想起、運動想起、筋電気刺激、安静の順で大きかった。また、全ての試験条件で誘発されたMEPが安静時MEPよりも有意に増大した。これらの結果により、体性感覚入力と運動イメージ想起との組み合わせにより、現実筋収縮させた場合と近いレベルに

まで CST 興奮性が增大することがわかった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リハビリテーション、経頭蓋磁気刺激、感覚入力

【研究題目】 組織再生のためのタンパク担持第3世代生体材料

【研究代表者】 伊藤 敦夫 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 伊藤 敦夫、十河 友、山根 隆志 (人間福祉医工学研究部門)、大矢根 綾子 (ナノテクノロジー研究部門)、植村 寿公 (年齢軸生命工学研究センター)

【研究内容】

本研究の目標は、生体材料表面にタンパク等のシグナル物質を担持し、トンネル感染症の発生しない人工歯根、経皮端子、骨折創外固定具、及び超抗血栓性人工心臓用チタンの4つを開発することである。そのために、コラーゲン/フィブロネクチン含有リン酸カルシウム過飽和水溶液を調製し、アパタイトセラミック上に共沈析出でタンパク-アパタイト複合層を作製した。このようにして作製した、タンパク-アパタイト複合層被覆アパタイトセラミック上での骨芽細胞の増殖と分化、および、動物実験による骨形成評価を行った。親水化処理されたエチレン-ビニルアルコール共重合体 (EVOH)、ポリエチレン (PE)、及びポリエチレンテレフタレート (PET) 基板を、カルシウム及びリン酸溶液に交互に1~3回浸漬した後、ラミニン含有リン酸カルシウム過飽和溶液に浸漬することにより、高分子基板上にラミニン-アパタイト複合層を形成できた。リン酸カルシウム過飽和液を使用し、骨折固定用チタンピンに薄い(数ミクロン)リン酸カルシウム層を結合させた。亜鉛含有リン酸カルシウム上で破骨細胞(骨を溶かす細胞)の培養を行った。破骨細胞の総数とアクチンリングを形成している破骨細胞数は、亜鉛非含有のリン酸カルシウムと比べて差がなかったが、アポトーシスを起こしている破骨細胞数は亜鉛非含有のリン酸カルシウムと比べて有意に減少していた。表面にアパタイト、アパタイト-アルブミン複合層、アパタイト-ラミニン複合層を形成させたチタンは、未処理鏡面研磨チタンに比較して血小板付着数が有意に少なかった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体材料、リン酸カルシウム、コラーゲン、フィブロネクチン、ラミニン、亜鉛、組織再生、抗血栓性

【研究題目】 生体リズムを基盤にした新規時間医療のための基礎的研究

【研究代表者】 宮崎 歴

【研究担当者】 石田 直理雄、大石 勝隆、原 康洋

【研究内容】

多くの疾患発症が時刻依存的であることが知られている。これは、血圧や内分泌物質、増殖因子などの生体日周リズムに大きく左右されているためであると考えられている。一方、生体には体内時計(サーカディアンリズム)が存在し、様々なホメオスタシスの生体リズムをコントロールしている。本テーマにおいて我々は、疾患の発症および治療薬の薬効・副作用を時間生物学的な観点から解明することを目的とする。

1. 疾患発症時間を制御するサーカディアンリズム形成機構の解明

我々の研究室において新しく作出された核移行配列欠失型 PER2 のトランスジェニックマウスの長周期性リズムの形成機構における CRY 分子の関連性を調べた。本トランスジェニックマウスと CRY のノックアウトマウスを交配し、CRY1 ノックアウトおよび CRY2 ノックアウトのトランスジェニックマウスを作成し行動解析を行った。どちらのノックアウトマウスでも核移行配列欠失 PER2 は長周期性を示した。よって、CRY の欠失とは異なるメカニズムにより PER2 が機能していることが明らかになった。

2. 代謝性疾患(高脂血症/糖尿病)と体内時計の関連性の解明

脂肪酸代謝系において重要な役割を担っている転写因子、ペルオキシゾーム増殖剤応答性レセプター $\alpha$  (PPAR $\alpha$ ) 遺伝子の日周発現制御機構の解明を行った。レポーターアッセイ、ゲルシフトアッセイ、クロマチン免疫沈降の解析により、PPAR $\alpha$  遺伝子の日周発現が CLOCK/BMAL1 によって直接的に制御されている可能性が示された (Oishi K *et al.*, *Biochem J*, 2005)。PPAR $\alpha$  は脂肪酸代謝の上流に位置する転写因子であることから、脂質代謝系全体の概日リズム形成に重要な役割を担っていると考えられる。

3. サーカディアンリズムのバイオマーカー開発と臨床評価システムの確立

体内時計分子 CRY1/CRY2 の部分的なリコンビナントタンパク質を大腸菌内で生合成、精製して抗原とし、ウサギに免疫して抗体を作成した。それぞれの抗体は力価高いものが得られており、従来は難しかった体内の内在性時計分子を認識できる抗体である(ノウハウ申請予定)事が判明した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 サーカディアンリズム

【研究題目】 生体膜機能解析のためのパターン化モデル膜(メンブレンチップ)構築

【研究代表者】 森垣 憲一

【研究担当者】 森垣 憲一、安積 欣志、田和 圭子、川崎 隆史、清末 和之、岡崎 敬、小池 真紀(セルエンジニアリング研究

部門)、西井 準二 (光技術研究部門)

## 【研究内容】

膜タンパク質は細胞内において情報伝達・エネルギー変換などの機能を担っており、医薬開発などにおいて重要なターゲット分子である。本研究は、膜タンパク質の高精度・高効率機能解析を実現する人工モデル生体膜デバイス「メンブレンチップ」の開発を行っている。メンブレンチップは、基板上に膜タンパク質を含む人工脂質二分子膜を微細加工技術で形成し、個々の膜タンパク質の機能(例:受容体とリガンドの結合)や膜タンパク質間相互作用を精密に計測する新しいタイプのバイオチップである。メンブレンチップ実現に向けた要素技術として、①パターン化モデル生体膜構築に適した微細加工基板の開発、②パターン化モデル生体膜作製手法の確立、③膜タンパク質の導入手法および機能解析手法の開発を目指した研究を行っている。平成16年度には主に①パターン化モデル生体膜構築に適した微細加工基板作製、②パターン化モデル生体膜作製手法の研究・開発を行い、③膜タンパクの導入手法については、予備実験を行った。また、パターン化モデル生体膜の評価手法として、表面プラズモン共鳴と表面プラズモン蛍光同時計測(SPR-SPFS)によるモデル生体膜の構造、物性の定量的評価技術を開発した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】モデル生体膜、膜タンパク質、脂質二分子膜

## 【研究題目】メダカ胚を用いた有用遺伝子スクリーニングシステム

【研究代表者】弓場 俊輔

【研究担当者】川崎 隆史、藤森 一浩、波佐間 久美子、上崎 頼子、岩永 宝子

## 【研究内容】

目標:

さまざまな組織再生を促す遺伝子をメダカ個体で簡便・高速に探索を行うことで、その候補遺伝子に限ってマウス等の哺乳動物でさらに詳細に評価できるような新しい創薬スクリーニングシステムを医薬産業へ提供する。これによってこれから到来する少子・高齢化社会への貢献を目指す。

研究計画:

メダカはゲノム情報が利用でき、個体が透明で顕微鏡観察にも適した優れた小型脊椎実験動物である。これを生体試料として有用遺伝子のスクリーニングをハイスループットで行なうシステムの開発を行う。具体的には特定組織(神経・血管・心筋・骨等)を生きた状態で蛍光標識したトランスジェニック(TG)メダカを作製し、この胚に対して独自開発した赤外レーザーによる遺伝子発現誘導技術を駆使して、その組織形成に変調を来すか否かによって遺伝子の機能評価を行なう。

年度進捗状況:

メダカにおける神経特異的遺伝子のプロモーター単離に複数成功し、これらに蛍光蛋白質遺伝子を繋いだ外来遺伝子を構築した。さらにこれを導入したTGメダカ作製に入った。外来遺伝子のメダカ胚における一過性発現で神経細胞が蛍光標識できたことを確認し、現在、TGメダカの分離を行っている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】メダカ、組織再生、遺伝子

## 【研究題目】生体分子用ナノカプセル空間アクセスの光制御の研究

【研究代表者】藤原 正浩

【研究担当者】藤原 正浩、祝 迎春、坂倉 郁子

## 【研究内容】

構造の整った微小空間は、新たなナノテクノロジーの「場」として注目されている。提案者は、この微小空間の入口(出口)に光の刺激で開閉自在な有機分子の「ドア」を施すことで、微小空間と外部空間とのアクセスを自在に遮断し、コントロール・リリース機能を持つ材料の開発に成功した。本技術は、潜在的には他分野の技術成果を融合した分野横断型研究へと発展し、新産業創生の起爆剤ともなる可能性を有する。本研究では、長波長紫外線や可視光を用いての、ナノ空間細孔のアクセスの制御を完全に行えるようにすることを目指す。また、細孔径と有機修飾の大きさを調整して、微小空間内に貯蔵できる分子の大きさ等についての基本的知見を得る。さらに、生理活性のあるガス状分子の貯蔵の可能性も明確にする。

平成16年度では、光応答性も速く、繰返し性も良く、長波長紫外線や可視光を用いることができるアゾベンゼン類を用い、クマリンで行ったような光応答性による細孔ナノ空間の開閉制御を試みる。その結果、細孔の開閉機能は実現できるものの、完全に制御することはできなかった。一方、光で励起されたこの分子の運動が、ナノ空間内での分子の拡散に能動的役割を与えることができることを見出した。この結果を受けて平成17年度では、細孔内での光エネルギーの物質アクセスへの積極的利用、およびガス状物質の微小細孔内への貯蔵技術への基礎的技術の確立を試みる予定である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】微小空間、メソポーラス材料、光応答性、ドラッグデリバリーシステム

## 【研究題目】10ギガビットイーサネット・ツイストペア線用物理層データ変復調方式の研究

【研究代表者】樋口 哲也

【研究担当者】樋口 哲也、河西 勇二、高橋 栄一、岩田 昌也、村川 正宏

### 【研究内容】

10ギガビットのツイストペア線等によるイーサネット通信を実現する上で最も技術的に難度の高い、物理層でのデータ変復調方式の研究開発を目的とする。従来、イーサネットの普及は、(1)光通信、(2)同軸ケーブル、(3)ツイストペア線の順で進み、安価なツイストペア線での転送が行えるトランシーバLSIが実現されて初めて爆発的に普及する傾向を見せてきた。現在、10ギガビットイーサは光通信ですらやっとなという状況であるが、IEEEがツイストペア線による10ギガビットイーサの規格化を2002年11月にアナウンスし、激しい研究開発競争が世界規模で行われている。本研究開発はきわめて波及効果が高く、その成功は次世代の通信インフラを世界的におさえることにもなりかねない。

本研究開発では、変調すべき信号の相関を取る信号処理 (Tomlinson Harashima Precoding) の係数を遺伝的アルゴリズムによって最適値に設定し、高い信号品質を保持する方式を開発した。また IEEE 標準化会合において、誤り訂正符号である LDPC の有用性について、技術的有用性の証明が望まれていたが、本グループでは NEC エレクトロニクス、東京電力、および産総研グリッドセンターとの共同で、LDPC の有効性をグリッドを用いた大規模シミュレーションによって証明した。これにより、LDPC が IEEE 規格に採用されることになり、産総研として IEEE 標準化に貢献することができた。なおこの貢献については9月にプレス発表を行った。

#### 【分野名】情報通信

【キーワード】 10ギガビット、イーサネット、メタルケーブル、高速データ通信、LSI、自動調整

### 【研究題目】UNIX/Linux 上の多言語環境整備に関する研究

【研究代表者】 戸村 哲 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 半田 剣一、錦見 美貴子、高橋 直人

#### 【研究内容】

我々は Linux/Unix 上のアプリケーションの容易な多言語化を実現する汎用ライブラリ (プログラム部品集) the m17n library の開発を行ってきている。このライブラリの利便性をさらに高めるため、高次機能を追加開発して公開する。具体的には、多言語化した「GUI (グラフィックインタフェース) ツールキット」ならびに、アプリケーション開発用のスクリプト言語から the m17n library をスムーズに利用するための「言語バインディング」の2つの機能を実現する。

開発者がユーザインタフェースを実現する際には、しばしば GUI 用のツールキットを用いている。このツールキットの多言語化のための調査、主要なツールキットについて the m17n library を使った多言語化の設計ならびに実装、ドキュメント類の整備を行う。また、ライ

ブラリとライブラリを利用するアプリケーションは別々の言語で書かれることが多く、橋渡しのために言語バインディングと呼ばれる機構が必要である。このため、まず言語バインディングの実現対象言語の検討を行った上で、選ばれた言語についてバインディングの設計と実装を行う。

GUI ツールキットに関しては、調査ならびに主要なツールキットについて多言語化を一部実現した。これにより、ツールキット GTK+, Mozilla ツールキット等では入出力 the m17n library を利用できるようになった。言語バインディングについては、the m17n library が多言語テキストを処理の際用いるオブジェクトを、他のプログラミング言語でいかに取り扱うことができるかを主眼に、検討を行った。この結果、言語 Ruby と Python では新しいオブジェクトの追加を自然な形で行うことができるため、まずこれら二つについて言語バインディングの設計ならびに実装を行うことを決定した。

#### 【分野名】情報通信

【キーワード】 Unix/Linux、多言語化、ユーザインタフェース、開発環境

### 【研究題目】「知識分散型ロボット制御」のための一般三次元空間 IC タグシステムの開発と実証

【研究代表者】 大場 光太郎

(産総研 知能システム研究部門)

谷川 民生

(産総研 知能システム研究部門)

金 奉根

(産総研 知能システム研究部門)

丁 洛榮

(産総研 知能システム研究部門)

#### 【研究内容】

目的:

本研究では、一般人間生活環境を動きながら環境を認識し、人間生活を補助するロボットシステムを簡便に実現する可能性を示すために、「知識分散型ロボット制御手法」を用いた一般三次元空間での実証システムを構築し、企業との共同研究、製品化を誘引することを目的とする。

研究計画:

#### (1) 頑強な IC タグシステムの開発

ここでは、読み取り距離が十数 m 程度、かつ、ロボットのモーターから発生される電磁波のある環境に対しても、安定に IC タグを認識するための IC タグシステムの開発を行う。

#### (2) 位置姿勢センシングシステムの開発

ここでは、位置姿勢検出を試みると同時に、三次元画像処理技術を併用し、三次元物体の位置姿勢を、ロボット制御に必要と思われる数 cm 精度以内での検出

を目標としてセンシングシステムの開発を行う。

### (3) 知識分散シミュレータの開発

ここでは、IC タグシステムおよびセンサシステムの開発と同時に、実際ロボットシステムを制御する前に、シミュレータによる動作検証を行いながらロボットの軌道計画アルゴリズムの検証を行うためのシミュレータ、また同時に、知識の有効な分散構成を検討するためのシミュレータを構築し、ロボットを制御するために必要な、物体の知識の構成を検討しながら、その知識の蓄積、更新、配信などのシミュレーションを行う。

### (4) 一般三次元空間実証ロボットシステムの開発

現在の限られた二次元空間での実証システムから、移動台車などを組み込み、一般人間生活環境である三次元空間内で自由自在に動き回れるロボットシステムの開発を行い、より一般的な実証システムの構築を行う。

年度進捗状況：

平成16年度、平成17年度においては、頑強な IC タグ（ネットワークノード）の開発、知識分散シミュレータ、一般三次元空間実証ロボットシステムの開発を行い、プレス発表などを通して成果を公開した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 IC タグ、ロボット

### 〔研究題目〕 集積型蛍光検出システムを用いた Point-of-Care 超並列バイオチップの研究開発

〔研究代表者〕 亀井 利浩

〔研究担当者〕 亀井 利浩、板谷 太郎

〔研究内容〕

目標：

Point-of-care 高速バイオ分析チップを実現する。

研究計画：

電気泳動マイクロチップに実装する a-Si:H フォトダイオードの作製プロセスを確立し、光学干渉フィルターのモノリシック集積に成功し、基本的な動作を確認する。

進捗状況：

電気泳動マイクロチップに実装する a-Si:H フォトダイオードの作製プロセスを確立し、光学干渉フィルターのモノリシック集積に成功し、基本的な動作を確認した。

### 〔研究題目〕 マルチモーダル脳機能可視化技術の開発

〔研究代表者〕 岩木 直（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 岩木 直、国府 裕子、須谷 康一  
（人間福祉医工学研究部門）

〔研究内容〕

目標：

本研究の最終的な目標は、非侵襲的に脳内活動の時間・空間的特性を可視化する技術、および脳内高次処理

に関わる脳領域間の相互作用を定量的に評価する手法の組み合わせにより、高次脳機能障害の病態の定量的な説明や効果的なリハビリテーションの設計に有効な技術を開発することである。

研究計画：

上記目標に向けて、我々は脳波・脳磁界計測および機能的 MRI 計測等の複数の非侵襲脳機能計測モダリティにより得られる膨大なデータを統合的に解析する技術の開発、とくに、MRI で得られる脳の皮質構造情報、および、SPM (statistical parametric mapping) 等の統計的に計算された fMRI による脳活動の空間分布データを、MEG/EEG 逆問題モデルにおける脳内活動分布に関する先見情報として用いることにより、複数の計測モダリティにより得られるデータを統一的な枠組みの中で利用する手法の検討を行った。同時に、MEG/EEG 信号前処理技術の開発を行った。また、この手法の評価を行うための MEG/EEG/fMRI 実測データの取得を平行して行い、実データへの適用可能性について検討した。

年度進捗状況：

我々は、まず独立成分解析を用いた MEG・EEG データのノイズ除去および特定成分を抽出するデータ前処理技術の開発を行い、MEG・EEG データの S/N 比を向上させ、そのデータをもとにした脳活動イメージングの精度の向上が出来ることを示した。また、線形制約・最小分散法に基づいた、MEG データからの脳内神経活動の時空間マップ再構成アルゴリズムの開発と実装、高次視覚処理関連する脳活動の可視化への適用の結果、その有効性を確認した。

また、同一の視覚認知課題に対して、MEG/EEG/fMRI の複数の脳機能計測手段で得られるマルチモーダル脳機能計測データに、我々が開発を進めてきた重みつき最小ノルムアルゴリズムに基づいた統合解析アルゴリズムの適用を行った。これにより、高い時間・空間分解能で高次視覚野における神経活動の可視化が可能であることを示した。これらの結果、我々の提案する非侵襲脳機能統合解析技術が脳内の活動領域間の相互作用を調べる上で有効なツールとなりうることを示した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 脳磁界計測 (MEG)、脳波 (EEG)、機能的 MRI (fMRI)、統合データ解析、マルチモーダル脳機能イメージング

### 〔研究題目〕 水溶性の残留性フッ素化合物の地球環境モデル開発に関する研究

〔研究代表者〕 忽那 周三

〔研究担当者〕 忽那 周三、山下 信義、瀬戸口 修、堀 久男（職員4名）

〔研究内容〕

フロン類など揮発性の残留性フッ素化合物の環境動態が地球温暖化・成層圏オゾン層破壊問題に対応して過去

数十年間広く研究されてきたのに対し、水溶性の残留性フッ素化合物の地球環境動態把握と安全性評価はここ数年間で急速に関心を集めている。水溶性の残留性フッ素化合物には代替フロンの大気中分解生成物であるトリフルオロ酢酸 (TFA) や、フッ素系機能性材料であるパーフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS)、パーフルオロオクタノ酸 (PFOA) 他100種類以上にのぼる化学物質群がある。PFOS 等は地球規模で野生生物に高濃度に蓄積することが明らかになり、人類に対する直接曝露の危険性も懸念されている。

本研究では、PFOS 関連物質等、水溶性の残留性フッ素化合物の高感度分析法開発・実環境データ蓄積、関連する物性と反応性の測定を行い、それらの環境動態並びに大気・海水の動態把握に資すること、また、TFA の環境挙動を通して、代替フロンの環境動態を検証することを目的とする。本研究は、フッ素化合物の地球環境モデル開発を目指して、次の3項目からなる。

- ① 環境試料採取法・分析法を開発し、国際共同観測等に参加して、PFOS 関連物質の海洋濃度の観測を行い、国際機関にデータを提供する。
- ② 水溶性フッ素化合物の輸送過程等に関連して、気液平衡の測定方法を開発し、ヘンリー定数や解離定数等を測定する。
- ③ TFA 等の環境中変換・分解過程を探索する。

①では、ppq レベルの低濃度試料分析法を開発した。従来のシステムブランクは ppb オーダであり極低濃度試料に適用できなかったが、高精度 QAQC (品質保証・品質管理) と分析システムを改良することにより外洋海水にまで適用可能レベルまでブランクを低減することに成功した。この方法を用いて、世界で初めて PFOS 外洋汚染状況を明らかにすることに成功した。多国間国際合同調査航海に参加し、大西洋・太平洋等、地球規模の外洋海水分析データを蓄積し、太平洋中心部に比べて北大西洋の汚染が顕著であることを明らかにした。さらに PFOS 汚染が深海まで及んでいることも初めて明らかにすることができた。

②では、PFOS 等の水溶性が高く、大きい解離定数をもつ物質のヘンリー定数を測定するために、気相中の水溶性フッ素化合物をアルカリ溶液に捕集し、捕集液のイオンクロマト測定結果からヘンリー定数を得る方法を整備・開発した。アルカリ溶液への捕集方法として、インピンジャーを用い、直列に接続したアルカリ溶液に捕集する方法 (捕集時間、約4-7時間) と、ガラスコイルを用い、アルカリ溶液を連続供給して捕集する方法 (捕集時間、約10分) を検討した。解離定数測定方法として、温度コントロール可能な ATR-IR (全反射赤外分光法) 装置により解離イオンと未解離水溶性フッ素化合物を定量する方法を採用した。これらの方法を用いて、TFA について従来推定されていたよりも水への溶解性が低いことを示唆する結果を得た。

③では、環境中の代表的なラジカルについて、TFA との反応性を調べ、室温で、TFA を分解するラジカルを見出した。主生成物はフッ化物イオンと二酸化炭素で、その他に、 $\text{CF}_3\text{O}_2\text{CF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 等の温室効果気体の生成を確認した。TFA 濃度依存性から、これら温室効果気体の生成は環境条件下では有意でないと推定された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PFOS、TFA、地球規模汚染、環境試料分析、気液平衡

【研究題目】生体適合性イオン伝導膜の合成とインプラント型エネルギー変換素子への応用

【研究代表者】本間 格

【研究担当者】周 豪慎、松田 弘文、

Kim Hyun-Jong

【研究内容】

本研究の背景は生体適合性イオン伝導材料の開発をベースにしてエネルギー技術と健康福祉およびバイオ分野の新しい融合領域を開拓することを目標としている。両者の融合技術は重要な境界分野でありながらこれまで十分に開拓されてきたとは言いがたい。しかしながら今後本格的な高齢化社会を迎え、先端エネルギー技術による生体機能補助が産業として育つ可能性があり、生体内で使用可能な機能エネルギー変換デバイスの出現が望まれている。本研究では生体適合性イオン伝導膜を用いた人体内部に埋め込み可能なエネルギー変換素子の要素技術開発を行うことを目的とした。エネルギー変換機能を有する生体適合性材料が合成されれば体内埋め込み型キャパシタ、燃料電池、アクチュエーター素子、イオンポンプ、ドラッグデリバリー等にこれまでの材料技術では不可能であったバイオデバイスが可能になり、医療・福祉分野の新しい先端技術が創生出来る。

【分野名】バイオ・エネルギー

【キーワード】生体適合性材料、遠隔操作、電位制御、超音波、ドラッグデリバリー

【研究題目】平成16年度産総研内部 Grant「光触媒の応用範囲拡大に伴う二次リスク発生予測と抑止技術に関する研究」

【研究代表者】根岸 信彰

【研究担当者】平川 力、佐野 泰三、小池 和英 (職員3名)

【研究内容】

これまでに、 $\text{TiO}_2$ マトリクス作製用に、 $120\text{m}^2/\text{g}$  という大表面積な  $\text{TiO}_2$  薄膜の作製に成功した。これに機能性を持たせる手法として、安定なアルキルシラン修飾  $\text{TiO}_2$  マトリクス調製方法を最適化・確立した。また、摩擦や洗浄にも耐え得るほど強固な金・銀で化学修飾された  $\text{TiO}_2$  マトリクスを作製することができた。さらに、VOCs のこれら  $\text{TiO}_2$  マトリクス光触媒上での分解・吸

着挙動の観測・評価を行なうため、ガスフローや光照射が表面観察中に行なえる多機能密閉拡散反射型(DRIFTS)セルを設計・製作した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 酸化チタン、光触媒、表面修飾、アルキルシラン、金属担持

〔研究題目〕 効率的な環境浄化を可能とする嫌氣的アンモニア酸化活性の検索と集積

〔研究代表者〕 諏訪 裕一

〔研究担当者〕 諏訪 裕一、山岸 昂夫

〔研究内容〕

従来の生物学的窒素除去では、曝気、有機物添加、pH 調整用薬液にコストが掛かるが、ANAMMOX は原則これらを必要とせず、省エネルギーな廃水処理技術のシーズとされる。さまざまな廃水種への適用と技術普及が期待されているが、ANAMMOX 反応を担う微生物の増殖は大腸菌の数百倍以上も遅く、プロセス立ち上げには膨大な時間が要り、また適用性や最適条件検討のためにプロセスの運転条件を変えるのもままならない。したがって現状では有効な「種」(微生物資源)が不明確で集積法は経験に依るところが多く、最適条件や適用廃水種の簡便な検討法が未確立なことが主な問題点となっている。本研究ではこれらの解決をめざし、平成16年度は、これまで困難であった ANAMMOX 活性を簡便かつ迅速に測定する手法の確立、および活性汚泥を中心として高活性試料の探索に着手した。

いまや汎用機器といえる四重極型の質量分析計を用い、基本的には1個の小型バイアルを用いて、準備・測定・データ解析の一連の作業を1日で完了できる方法をデザインできた。この方法をいくつかの環境試料に実際に適用した結果、活性を全く増強していない自然環境の試料の活性を検出するのに十分な感度があった。方法確立のために解決すべき問題点も明らかになったがその解決策も見出し、実証を次年度の課題とした。また活性検索の対象となるべき自然環境および廃水処理系試料種を推定できた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 窒素汚染、アンモニア、硝酸、亜硝酸、嫌気性、アンモニア酸化

〔研究題目〕 ガスハイドレートの省エネルギー連続生成法の開発

〔研究代表者〕 山崎 章弘

〔研究担当者〕 清野 文雄、多島 秀男

〔研究内容〕

ガスハイドレートは、水素結合した水分子によって構成されたカゴ状構造中に様々なゲスト分子が包接された化合物であり、天然ガス輸送、ガス分離、CO<sub>2</sub>の海洋貯留、海水淡水化など広範な技術への応用展開が考えられ

ている。プロセスの実用化にはハイドレートの効率的な生産技術の開発がキーポイントとなる。これまでに提案された攪拌槽などの方法では、エネルギー消費やプロセスの連続化、大規模化等の点で問題があり、これらを解決するための新しいハイドレート生成法として、代表者はスタティックミキサーを用いる方法を提唱している。スタティックミキサーは直管内に混合エレメントを固定した構造の駆動部を持たない混合デバイスである。これまで、ミキサー内を液体 CO<sub>2</sub>と水を「流す」だけで連続的な CO<sub>2</sub>ハイドレート生成が可能であること、その際攪拌槽に比べて大幅な省エネルギー効果が期待できることを確認している。本研究では、より広範囲のゲスト分子に対する省エネルギー高効率ハイドレート生成プロセスの構築を目標として、スタティックミキサーを用いたハイドレート生成実験及び生成メカニズムの解明を行い、実用化に向けての基礎的な知見を得ることを目的としている。

本年度の実験により、スタティックミキサーによるハイドレート形成には層流域でのハイドレート塊の形成と乱流域でのハイドレート微小粒子形成の2パターンが存在することが示された。スタティックミキサーの混合効果のうち、ハイドレート塊の生成には流れの分割作用が、微小粒子形成には流れの反転作用重要な役割を果たすことが明らかにされた。また、予備的検討により本法がハイドレートによるガス分離にも適用可能であることが示された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 クラスレートハイドレート、スタティックミキサー、省エネルギー

〔研究題目〕 ナノ微粒子分散複合膜技術による高選択的物質移動・変換の実現

〔研究代表者〕 須田 洋幸(環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 依田 智、羽田 政明、根岸 秀之

〔研究内容〕

本研究は、ナノ微粒子分散複合膜の調製とその高選択的物質移動・変換機能について検討を行うとともに、当該複合膜技術の実用化プロセスや他分野への波及を見据えた開発基盤の指針を得ることを目的とする。

本年度は、高選択的物質移動(収着・拡散・透過)の挙動に影響を与えうる、ナノあるいはサブナノサイズの微粒子についての可能性を文献等の詳細検討により調査し、その中から抽出された微粒子系をナノ複合膜に制御良く分散・複合化させる技術に関する検討を主に行った。特に分散・複合化技術に関しては、従来の金属錯体溶解法やイオン交換法に加えて、微細構造のより精密な制御が期待される高圧流体利用含浸法を検討した。その結果、幾つかの金属種や複合金属種のナノ微粒子分散によって選択的物質移動性能が向上する可能性が示唆された。また、微細構造の精密制御に不可欠な、ナノ微粒子前駆体

の溶解度、分解挙動を測定するためのツールを整備した。

一方、間接的な物質変換効率の向上に寄与する高選択的物質移動機能を評価するための装置をセットアップするとともに、その間接的物質変換機能の評価を開始した結果、分離・精製した物質の供給によるものと、変換系内からの生成物の引き抜きによるものに関する具体的なモデル物質変換系において、本アイデアの有用性が実証された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ガス分離膜

【研究題目】臭素系難燃剤代替を目的とした層状複水酸化物とプラスチックのナノレベル複合化

【研究代表者】日比野 俊行

【研究担当者】小林 幹男、西須 佳宏、石田 尚之

【研究内容】

プラスチックに用いられる臭素系難燃剤は、ダイオキシン発生懸念から、その代替剤開発が望まれて久しい。本研究では、層状複水酸化物 (LDH) をプラスチックとナノレベルで複合化することによってポリマーの諸特性を落とすことなく、LDH が広い温度領域で熱分解によって水を放出する特長を利用して難燃化を図ることを目的とし、応用に近づけるための発展的検討を行う。具体的には、ナノレベルで複合させるために、層状化合物である LDH を、層間で剥いだナノシート状態にする技術をより環境に優しくかつ効果的に行うための検討、および水溶性ポリマーや親水/疎水コポリマーとの複合化と評価方法の検討を行う。本年度は、アミノ酸含有 LDH がホルムアミド中で薄い層に剥離 (デラミネーション) する反応を発展させて、環境により優しく、かつ蒸発などにも熱量の少ない溶媒での LDH のデラミネーションを検討した。その結果、アミノ酸であるグリシンに加えて乳酸が同時に含有された LDH (グリシン・乳酸-LDH) が、ホルムアミドではなく水を溶媒としてデラミネーションすることを確認した。この系はデラミネーションにかなりの時間が掛かるといった難点があったが、グリシンを省き、乳酸を優位に含有させた LDH ではデラミネーションまでの時間が大幅に短縮されることを見出した。また、水溶性ポリマーとグリシン・乳酸-LDH を溶液中で混合、水溶媒を揮発除去することによって複合物を作製し、凍結切断による試料調整法で複合物断面を原子間力顕微鏡で観察した。その結果、LDH の剥離シートと思われる形状の物質が、均一にポリマー中に分散している様子が観察された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】難燃剤、層状複水酸化物、プラスチック、ナノコンポジット、代替剤

【研究題目】環境適合型省エネルギー照明デバイスの実現

【研究代表者】赤井 智子

【研究担当者】角野 広平、神 哲郎、福味 幸平、北村 直之、田中 慎吾、木内 正人、劉 偉、村上 方貴、松本 佐智子、荒井 富士子

【研究内容】

欧州環境規制などで Hg 使用に対する規制は強まりつつある。照明に使用されている蛍光ランプには微量ではあるが水銀が含まれており、水銀を使用しない水銀フリー蛍光ランプへの要請が強まっている。しかしながら、水銀を使わずにキセノンの発光線の励起によって蛍光体を励起すると、励起波長が短いために現状の蛍光体の輝度が水銀線励起するのと比較して1/3程度となるためにエネルギー効率が悪くなってしまいうために、水銀フリー蛍光ランプは実現していない。水銀フリー蛍光灯を実現するためには、現状の3倍以上の輝度を示す蛍光体を開発する必要がある。本研究はそれを開発することを目的としている。

短波長でも蛍光イオンが発光する適切なマトリックスを探索することと、また、適切な付活材を検討することで、現状の数倍の輝度を示す蛍光体を開発する。その後、色度、劣化性能等の評価を行う。

本年度は、多孔質ガラスを特殊な製法で作製することで、160nm 付近までの短波長の紫外線を通すガラスが作製できることを明らかにした。また、そこへ様々な金属イオン (Cu, Sn, Mn) 希土類イオン (Eu, Tb) を添加して焼成することで160nm で蛍光を呈するガラスを作製できることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】蛍光体、水銀フリー、照明

【研究題目】自立層状珪酸塩配向膜の製造技術の開発と応用

【研究代表者】蛭名 武雄

【研究担当者】蛭名 武雄、南條 弘、増田 善雄

【研究内容】

本研究の目標は、従来材料の耐熱性およびガスバリア性を凌駕する新規ガスバリア材料の開発と実用化である。従来フィラーとしてエンジニアリングプラスチックに少量加えられてきた層状珪酸塩を添加物としてではなく、主材料とし、耐熱性とガスバリア性の飛躍的性能向上を図る。

平成16年度は、ガスバリア材として用いる層状珪酸塩配向膜の製造技術の開発および性能評価を行った。具体的にはピンホール等の存在しない結晶配向性の高い層状珪酸塩膜の合成条件とフレキシビリティを向上させるための添加剤の選定を行った。種々の添加物を選定し作製方法を改良したことにより、膜の引張強度の値は汎用ブ

ラスチック並みまで引き上げられた。また折り曲げ、裁断なども自由にできるなど加工性が向上した。このことからプラスチックフィルムに近いハンドリング性を実現した。

ガスバリア膜の種々のガスに対するガスバリア性能を評価した。室温における空気のガス透過度は $0.1\text{cm}^3/\text{m}^2\text{day atm}$ 未満である(30マイクロメートル厚)。これはアルミホイルと同程度である。このような高いガスバリア性はヘリウム、水素、窒素、酸素、空気ガスに対して観察された。ヘリウムおよび水素はあらゆる無機ガス中で最も小さな気体分子であり、これらが完璧に遮蔽できることから、あらゆる無機ガスに対する遮蔽能が期待される。一方、膜の主原料は無機材料であるため、優れた耐熱性・難燃性を有している。開発されたガスバリア膜は $600^\circ\text{C}$ で24時間処理した後もそのガスバリア性を保つことが実証された。またその酸素指数は94%以上であり、非常に高い難燃性を示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ガスバリア、粘土、耐熱性、難燃性

【研究題目】ナノ結晶ダイヤモンドの低温成長技術の開発(内部グラント)

【研究代表者】長谷川 雅考(ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】長谷川 雅考、中村 挙子、石原 正統、津川 和夫、田家 哲重、古賀 義紀、飯島 澄男(以上、ナノカーボン研究センター)、佐藤 直幸(茨城大学大学院理工学研究科)、遠藤 泰樹(東京大学大学院総合文化研究科)、住吉 吉英(東京大学大学院総合文化研究科)、今城 尚志(日本女子大学理学部)、山崎 聡(ダイヤモンド研究センター)、竹内 大輔(ダイヤモンド研究センター)

【研究内容】

平成16年度では、低温ナノ結晶ダイヤモンド合成に必須である、プラズマの低電子温度化の試みと、基板前処理工程の高度化に取り組み、それぞれ以下のような成果を得た。

①低温におけるナノ結晶ダイヤモンド成長技術の確立には、ナノ結晶ダイヤモンド合成に必要なラジカルの選択的生成手法が必要である。水素とメタンを原料ガスとするプラズマ中において、ナノ結晶ダイヤモンド合成に必要なとされる $\text{CH}_3$ ラジカルの選択的生成のためには、電子温度の制御、特に低電子温度化によるメタン分子の解離の抑制がポイントとなる。そこで、プラズマ中の電子温度測定のためのラングミュアプローブを用い、プラズマの電子温度低下法の開発を行った。その結果、有効な低電子温度化と高いプラズマ密度、および2次元に均

一なプラズマの発生に成功し、 $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ 以上の大面積ガラス基板への均一なナノ結晶ダイヤモンドコーティングを実現することができた。現在この指針に基づき、ナノ結晶ダイヤモンドのさらなる高品質化と高い成長速度を目指して、より低い電子温度と高いプラズマ密度の達成を目指して研究を進めている。

②マイクロ波プラズマ CVD によるナノ結晶ダイヤモンド膜の合成における、CVD 処理前に行う基材表面のシーディング工程の高度化に取り組んだ。この基材表面のシーディング工程は、本研究での主目標である、より低温での合成を試みにおいて、ナノ結晶ダイヤモンド成長の出発点となる核の発生の高密度化、容易化のキーとなる技術である。さらにこのシーディング工程が、ナノ結晶ダイヤモンド膜によるコーティングの品質を左右する。本研究では、これまで試みられなかった手法も含めてさまざまな試みを繰り返し、ナノ結晶ダイヤモンドの低温析出にたいへん有効な手法を見出すことができた。その結果、本研究で新しく開発したシーディング技術を用いて作成した、大面積のホウ珪酸ガラス上のナノ結晶ダイヤモンド膜は、膜厚の不均一性を示す干渉縞もほとんどなく、基板全面にわたって均一なコーティングを実現することができた。また従来と比較して透明度も高く、表面の平坦性も著しく向上することができた。さらに、成長温度が $450^\circ\text{C}$ 以下と基材のホウ珪酸ガラスのひずみ温度よりも十分に低いため、基材面からはく離もまったく生じておらず、密着性も非常に高いコーティングを得ることができた。このように、CVD 処理前に行う基材表面のシーディング工程の高度化により、ガラスの保護膜として光学的な応用が十分に可能なナノ結晶ダイヤモンドコーティング技術へと発展させることができた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノ結晶ダイヤモンド、プラズマ CVD、低温、大面積

【研究題目】単一分子分析用新規ナノデバイス構築のための研究

【研究代表者】二又 政之(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

【研究担当者】二又 政之、松田 直樹、清水 敏美、増田 光俊、小木曾 真樹

【研究内容】

(1) 手法の確立 1)メカニズムの解明：弾性散乱や発光スペクトルと表面増強ラマン散乱(SERS)活性の相関、局所電場解析により、励起波長付近に吸収を持つ分子が近接する金属ナノ粒子の接合部に存在するとき、巨大な電場増強が形成され、単一分子 SERS 感度が得られることが明らかになった。2)金属ナノ構造形成：①ナノ粒子リソグラフィにより、2次元配列した金属三角柱構造を構築した。それが単一分子感度 SERS を与えることを確かめた。3)超解像振動分光：

①自立型 AFM/倒立型顕微鏡による近接場ラマン分光装置を構築し、空間分解能50nm で2000倍以上のチップ増強ラマン信号検出に成功した。②FT-IR ベースの全反射型チップ増強赤外分光装置を構築し、プリズム上のポリマーなどの試料に金コート近接場プローブを近接することで、その赤外吸収強度が増大することを発見した。

(2) 脂質ナノチューブ内壁・外壁の存在状態分析：SERS 活性を有する金及び銀ナノ粒子を脂質ナノチューブに導入した。632.8nm 励起では LSP による大きな SERS 増強が得られ、かつスペクトルが488nm 励起とは大きく異なっていることから、この方法によりナノ粒子近傍の糖分子等の存在状態が分析できることが明らかになった。

(3) 脂質ナノチューブを利用した超高感度分析デバイス化のための検討:タンパク質などの生体巨大分子を一次元上にかつ選択的に一次元ナノ空間内に配列させることを目的に、脂質ナノチューブ内へのタンパク質の包接を検討した。その結果、毛細管力によって、内核に鉄のコアを持つたんぱく質「フェリチン」を脂質ナノチューブの有する円柱状ナノ空間に包接することに成功した。

[分 野 名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 単一分子分析、表面増強ラマン、近接場ラマン、表面プラズモン、脂質ナノチューブ

[研究 題目] ポリマー反応場を利用した VOC フリー有機合成プロセスの開発

[研究代表者] 藤田 賢一（環境化学技術研究部門）

[研究担当者] 村木 孝仁、櫻井 貴之

[研究 内容]

本研究では、均一系触媒をポリマーで固定化した水中有機合成用のナノカプセル型触媒の新規設計と実用的触媒プロセスの水中プロセス化を目指し、特に平成16年度は新規耐水性ナノカプセル型触媒の開発を目標とし研究を行った。

本研究開発では水中有機合成に適した新規ポリマー支持体として、樹木状高分子である dendrimer に着目し、dendrimer の内部に疎水性骨格を、また最外殻に親水性官能基を導入した両親媒性層ブロック dendrimer のコア部に有機金属触媒を固定化した新規耐水性ナノカプセル型触媒を合成し、これらの水中での触媒活性を検証した。

dendrimer の内殻部の骨格を検討したところ、ベンジルオキシ型の dendrimer が水中反応に最適であることが分かった。本結果から dendrimer をポリマー支持体とした場合、水中での反応基質や触媒等の有機物の凝集により有機反応が大きく加速されることが示唆される。さらに触媒の耐水性化と水中での触媒活性の向上を目指

し、dendrimer の最外殻にカルボキシル基等の親水性官能基を導入したところ、水中での高い触媒活性が明らかとなり、水溶媒下での有機合成に相応しい耐水性新規ナノカプセル型触媒を開発することができた。

[分 野 名] ナノテク、材料・製造技術

[キーワード] dendrimer、有機合成、有機金属触媒

[研究 題目] 非鉛系圧電セラミックスを用いたマイクロアクチュエータの製造技術開発

[研究代表者] 加藤 一実

(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 三木 健、西澤 かおり、木村 辰雄、鈴木 一行

[研究 内容]

非鉛系圧電セラミックスの MEMS への適用を図り、界面反応を抑制するための集積化温度の低温化、膜厚が1 $\mu$ m 以上の厚膜形成、集積体の圧電定数  $d_{33}$  の向上を目標として、非鉛系圧電セラミックスを金属箔やシリコン半導体上に集積し、マイクロアクチュエータとして機能発現させるために必要な技術開発を行った。その結果、平成16年度は構造を制御した原料溶液を用いて白金箔両面上に700 $^{\circ}$ Cで合成した膜厚0.5 $\mu$ m の非鉛系圧電セラミックス膜について、圧電定数  $d_{33}$ =180pm/V を示すことと、バイモルフ型アクチュエータの挙動を確かめることができた。

[分 野 名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 非鉛圧電体、マイクロアクチュエータ

[研究 題目] ローエミッション粉体プロセスによる粉体形状・構造の制御技術の実用化

[研究代表者] 高尾 泰正（サステナブルマテリアル研究部門）

[研究担当者] 高尾 泰正

[研究 内容]

粒状物質のうち、市場規模の見込める球状フィラーや球状粉体分野において、非酸化物の球状フィラーや、形状異方性粒子（板状など）を球状化したフィラーが要望されている。本研究では、アークロケットを応用した低酸素雰囲気中の燃焼技術などを材料開発に応用し、新製法の理論構築、装置開発、サンプル出荷を行う。本年度は、生成物の熱エネルギー計算と燃焼計算ソフト（NASA 製）より、駆動原理の設計と、特殊な電極と燃料ガス導入構造の設計を考案した（還元バーナー）。求める温度とガス雰囲気を、W-Re 熱電対とガスクロマトグラフィー法で確認した結果、従来の還元雰囲気限界を破る、還元比 R 値（酸素比）のチャンピオンデータが達成された。また、火炎法に噴霧法を組み合わせ、絹雲母（マイカ）を例に劈開性粒子の球状粉体や、チタニアを粒状・膜状・針状に均一被覆した新規複合粒子を合成し、劈開性粉体の球状フィラーのサンプル出荷（有

償)を開始した。来期(最終年度)は、開発した還元バーナーにより、放熱シートや半導体用封止・プリント基板原料用の窒化アルミニウムや、耐熱・光学材料用の酸窒化アルミニウムなど、市場の要望の大きい材料を試作すると共に、絹雲母(マイカ)を例に開発した噴霧法を組み合わせ、独自性と再現性のバランスのとれた高競争力の製品(粉体&装置)を開発する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 火炎法、還元バーナー、噴霧法、球状粒子、窒化アルミニウム、酸窒化アルミニウム、絹雲母(マイカ)

【研究題目】 結晶性 SiC 薄膜の多形制御技術の開発

【研究代表者】 楠森 毅

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 楠森 毅、武藤 八三、堤 綾子、堀 剛大、佐藤 路夫、入合 淳也

【研究内容】

炭化珪素(SiC)はSiに替わる高出力・高温・高周波数や省エネルギー半導体素子の基礎素材として注目されている。本研究ではパルスレーザー蒸着(PLD)法を用いてSiCとは異なる基板上に様々な結晶構造(多形)のSiC結晶性(エピタキシャル)薄膜を作り分ける技術の開発を目標とする。

PLD法でSiCのエピタキシャル薄膜を作製するとき、レーザービームの空間的な強度分布の不均一が多形の生成に大きく影響し、また積層欠陥の原因となることが分かってきた。そこで本研究では均質な強度のビームプロファイルを得ることができるエキシマレーザーを導入し成膜条件の最適化を進めている。

また多形制御技術の開発には作製した膜の結晶構造を同定する必要がある。結晶構造を解析する有力な手段としてX線回折(XRD)測定があるが、多形の同定にはこの方法はほとんど用いられていなかった。これはSiCエピタキシャル薄膜の場合、通常のXRDによる測定では回折ピークが重なってしまい多形を分離することができないからである。そこで逆格子マッピング測定を行うことでエピタキシャル薄膜の多形の同定をより簡便に行う方法を構築した。

SiC薄膜には多くの結晶欠陥が入りやすいという問題がある。これらの欠陥の生成原因の1つに基板表面の凹凸がある。そのため高品質なエピタキシャル薄膜を作製するには、格子の整合性について考慮するだけでなく基板の表面が清浄でしかも原子レベルで平滑になるように処理する必要がある。そこで成膜に用いるサファイア基板の新たな表面処理方法を開発した。市販のサファイア基板の表面には通常メカノケミカル研磨により生じた研磨傷などがある。これらのダメージ層をウェットエッチングで取り除き、その後アニールを行うことにより原子レベルで平坦な基板表面を得ることに成功した。

今後はこれらの装置や基盤技術を使い、作製条件の最適化を行うと共に、SiC薄膜の成長過程と多形制御について研究を進めていく。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 炭化珪素、パルスレーザー蒸着、結晶構造

【研究題目】 結晶粒形態制御法による高耐熱 Mg 合金の開発

【研究代表者】 千野 靖正

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 千野 靖正、Lee Jae-Seol

【研究内容】

本研究では、粒界析出型耐熱合金(MACS1:Mg-6mass%Al-1.5mass%Ca-0.5mass%Mn合金に少量のSrを添加した合金)を対象とし、熱間加工を利用して結晶粒の形態(アスペクト比)を制御する手法を開発する。さらに、結晶粒を制御したMg合金の高温強度・クリープ特性を調査し、粒界すべりを起こしにくい組織的条件を究明する。本方法では一方向凝固法を利用することなく結晶粒の形態が制御可能であり、高い生産能力を有した製造プロセスを構築する可能性を有している。

H16年度の調査では、熱間加工が粒界析出型耐熱Mg合金の結晶粒形態に及ぼす影響を調査し、結晶粒を伸長するための加工条件、熱処理条件を導出した。また、常温・高温での引張り試験を実施し、機械的特性を評価するとともに、常温・高温において鋳造材よりも機械的特性が向上するための結晶形態について調査を行った。

一連の実験結果より、粒界析出物のネットワークを壊さない程度の熱間加工(溝ロール圧延法)を当該Mg合金に印加することにより、アスペクト比2程度の結晶粒を作り込むことができること、アスペクト比を制御した圧延材は常温・高温(473K)いずれでも高い耐力を保持することを明らかにした。また、アスペクト比を高くし過ぎると(約3以上)、加工中に動的再結晶が起こり、材料の高温強度が減少することを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム合金、結晶形態制御、耐熱特性

【研究題目】 応力-光変換ナノ粒子を用いた微小動的応力計測技術の開発

【研究代表者】 徐 超男

【研究担当者】 今井 祐介、古賀 淑哲、大庭 英樹

【研究内容】

マイクロ～ナノメートルレベルの極微小な領域における、局所的な応力分布の情報は、マイクロマシンや、細胞工学などの分野において重要であり、その計測技術の開発が強く望まれている。本研究では、応力-光変換ナノ粒子を動的応力検知プローブとして利用することにより、マイクロ～ナノメートルレベルの領域における微小

動的応力の二次元分布を in-situ（実環境中）で瞬時に可視化する「応力-光変換方式微小動的応力計測システム」の構築に必要な基盤技術を開発することを目標としている。

本研究では、1) 高結晶性で高輝度のユーロピウム添加アルミン酸ストロンチウム (SAO:Eu) ナノ粒子の合成法の開発、2) ナノ粒子への耐水性付与技術の開発、3) 微粒子における、応力-光変換能の定量的評価法の開発、4) 細胞における動的力学特性の計測について、統合的に研究開発を進めている。

平成16年度においてそれぞれ、次の結果を得た。1) 化学組成、反応温度、雰囲気、表面欠陥制御処理等の合成条件を検討することで、平均粒径約100nm のナノ粒子の合成に成功した。2) ピロリン酸でナノ粒子表面を処理することで、耐水性の大幅な向上に成功した（水中で1週間以上、全く発光特性に変化がないことを確認）。3) 単一粒子への力印加を原子間力顕微鏡のカンチレバーで行う、力-光変換能評価装置を試作した。4) 細胞膜中に添加したナノ粒子の分散性・吸着性制御条件について調べ、表面修飾処理を施した、粒径の大きなナノ粒子が細胞に吸着しやすいことを確認した。

平成17年度は、各課題をさらに推進するとともに、これらの研究成果を統合的に解析し、「応力-光変換方式微小動的応力計測システム」の構築に関し検討を行う。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 応力発光体 ナノ粒子 表面修飾 原子間力顕微鏡

【研究題目】 直接通電を利用した省エネルギー型連続焼結技術の開発に関する研究

【研究代表者】 多田 周二

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 多田 周二、橋本 等、孫 正明、

松本 章宏、尾崎 公洋、庄司 いつみ

【研究内容】

本研究では、加圧焼結法における生産性の向上をめざし、棒材の連続的な製造を可能とする新しい成形加工プロセスの開発を目的とする。すなわち、粉末を加圧しながら連続的に焼結を行うため、①荷重の負荷方法、②通電方法、③組織制御、④雰囲気制御および⑤特性評価の各項目について、2ヶ年計画により検討を行う。研究の1年目である平成16年度は、まず比較的焼結温度の低い原料粉末から開始し、荷重の負荷方法や通電方法を中心に検討して、連続加圧焼結法の基本技術を確立する。2年目の平成17年度には、確立した焼結技術を基に、金属間化合物等の高融点軽量材料に対して、良好な特性を発現させるための原料粉末の組織制御や焼結部分の雰囲気制御に関する研究を実施するとともに、強度や組織など得られた材料の特性評価を行う。本年度は、まず、連続的な加圧焼結を可能とする荷重の負荷方法として、一端を

開放した型の内部に段差をもうけ、原料粉末がこの段差を通過するときの絞り抵抗を利用する方法を考案した。このアイデアにそって装置を試作し、錫粉末を原料として本方法の有効性を検証した。その結果、内部に段差を有する型の中へ原料となる粉末を押し込むことにより、その一端を開放した状態でも原料粉末を連続的かつ安定的に加圧できることが確認できた。段差部分を焼結に適する温度まで加熱しながら上述のプロセスを繰り返すことにより、緻密な棒材の連続的な製造に成功した。これにより、連続加圧焼結法における基本技術を確立することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 加圧焼結、連続プロセス、緻密成形

【研究題目】 超気孔率発泡材料の製造技術

【研究代表者】 清水 透 (先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 清水 透

【研究内容】

基礎技術の開発：

金属粉末、水溶性高分子バインダーから発泡材料作製のための基礎手法の開発を行った。基礎的な手法として、高気孔率の達成が可能な(1)ゲル化法、微細気孔のオープンセル発泡体の作製が可能な(2)LPG法、自在な気孔率、気孔径の発泡体作製が可能な(3)スペースホルダー法、さらに自在に気孔構造の構成が可能な(4)金属粘土法、の4手法を考案した。また、ゲル化法においては、発泡構造の微細化、発泡状態の安定化を図るため、発泡剤の検討、金属粒子径の検討を行った。

発泡材料の評価：

ゲル化法によりステンレス鋼発泡材料（気孔率90-98%）の作製、及びその機械特性の評価を行った。また、金属粘土法によりチタン発泡金属（気孔率0-80%）の作製し、強度、ヤング率の評価を行って、生体インプラント材料としての利用可能性を検討した。

大寸法化の試み：

ゲル化法による超高気孔率発泡材料の実用化を目指して、その作製可能寸法の大規模化のためのプロセスを検討した。また、その目的で大型真空炉の設計、作製、導入を行った。そのための大型炉の仕様は以下のとおりである。炉容積460×510×450mm、最高加熱温度1250℃、到達真空度 $10^{-2}$ Pa、ヒータ：グラファイトカーボン、消費電力250kW。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 発泡金属、超高気孔率、水溶性高分子バインダー、粉末

【研究題目】 薄膜 UV モニタシステムの実装技術と多機能化

【研究代表者】 一木 正聡

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 森川 泰、野中 一洋、古江 治美、  
田中 久美子、前田 龍太郎

〔研究内容〕

本研究では、誘電体の縦型積層膜構造による UV センサの UV モニタリング機能の実装技術と多機能化の確立を通じたプロトタイプの試作を目標として、光起電力効果による UV モニタリング機能の応用と光起電力特性のメカニズムの解明を研究内容とする。誘電体の光起電力特性は、既存の手法とは異なり、非バイアス型の出力を得られることから、簡素で低コストな高性能光センサの基本構造を提供することが可能である。

平成16年度は UV モニタの基本設計を検討し、数種の基本構成を確立した。この UV モニタの試作に際しては小型化と高性能化を両立させるために、制御回路の一部をチップ化し安定した出力性能を維持できるようにした。また、多機能化の観点からは単純な照射線量の他に、蓄積線量表示法を検討し、演算回路の試作を行った。これにより、半導体製造ラインにおけるシリコンウエハへの蓄積線量のモニタリングへ適用することが可能になる。また、センサ出力の向上を目指して、センサ材料の高性能化に取り組んだ。その結果、高配向性膜を用いることで、従来の膜と比べて20倍の出力向上を実現した。また、この配向膜による特性向上に関しては、光学的特性の現象解析に基づく光学的異方性のキャラクタリゼーションを明らかにした。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 薄膜、誘電体、光起電力効果、UV

〔研究題目〕 ナノ粒子の高速開発とバイオ計測への応用に関する研究

〔研究代表者〕 中村 浩之

〔研究担当者〕 中村 浩之、前田 英明、町田 雅之、  
玉野 孝一、上原 雅人、王 宏志

〔研究内容〕

ナノ粒子は、たとえば量子サイズ効果などのバルクには見られない特異な特性を与え、現在も多様な材料のナノ粒子の合成が進んでいる。この様なナノ粒子はバイオ計測への応用も期待されているが、この目的に応じた適切なナノ粒子を合成する必要がある。一方で、ナノ粒子の合成は、原料の種類および濃度、反応温度、反応時間など様々な条件を最適化する必要があるが、これには多大な時間と労力を要する。

本研究では、小型で合成条件の制御が行いやすく、連続反応装置であるマイクロリアクターを利用することで、ナノ粒子の迅速な開発が可能にすることを目的とした。

ここでは、バルクの特性から推測し、特に規制の高い元素を使わずに、蛍光波長が近赤外・赤外領域の蛍光を発するナノ粒子材料、および、蛍光寿命が ms の燐光体ナノ粒子材料、さらに、適切な多層被覆構造を行う必要のある QDQW 型ナノ粒子の開発を目的として研究を進

めた。本年度は、マイクロリアクターを利用するシステムを利用し、迅速な開発をおこない、以下の結果を得た。

- 第一原理シミュレーションにより、CuInS<sub>2</sub>の格子定数、バンド構造の予測を行った。それに基づいて、低毒性で規制の少ない Zn-Cu-In-S 系ナノ粒子の合成を行った。粒子半径1.5-3.5nm のナノ粒子が合成可能であり、可視光から近赤外の範囲で蛍光波長を制御可能なことを示した。
- 直径5nm 程度、厚さ2nm 程度の円盤状 Y2O<sub>3</sub>リン光ナノ粒子の合成法を開発し、波長615nm、蛍光寿命1-2ms の蛍光を得ることができた。
- 励起波長950nm、蛍光波長1500nm の LaPO<sub>4</sub>ナノ粒子の合成に成功した。
- ZnS/CdSe/ZnS 型複合ナノ粒子を合成し、複合構造制御による物性制御の可能性を示した。

さらに、以前合成を行った、CdSe ナノ粒子を利用して生体分子担持法の検討も行い、以下の果を得た。

- 生体分子と蛍光ナノ粒子の結合を定量的に評価する方法を開発し、ナノ粒子の表面処理法が、バイオタグとしての利用のしやすさに大きな影響を与えることを示した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロリアクター、ナノ粒子、製造プロセス、コンビナトリアルプロセス、複合粒子、量子ドット、蛍光体、燐光体、生体分子マーカー

〔研究題目〕 内陸活断層の新しい評価手法に関する研究

〔研究代表者〕 桑原 保人

〔研究担当者〕 木口 努、今西 和俊、佐藤 凡子、  
武田 哲也、水野 高志

〔研究内容〕

本研究は、内陸活断層での地震発生予測精度向上のため、微小地震活動が活発な活断層をテストフィールドとして、断層周辺、断層近傍の応力場を得るために多数の微小地震のメカニズム解決、多点での地震波速度の異方性評価、多点での地表付近の主応力方位の分布を得るための技術開発・実観測、それらデータの統合による断層の応力場の推定を目的とする。今年度は、跡津川断層近傍に稠密な微小地震観測網を展開し、極微小地震のメカニズム解、S 波異方性、速度構造トモグラフィ解析を行なうことで、深さ15km 程度までの断層近傍の詳細な速度構造、断層にかかる応力の評価を行なった。ここで断層深部の低速度層の存在、定常的な断層深部すべりと1858年飛越地震の履歴が残っている可能性が示された。また、地殻応力によるボーリング孔のクリープ変形を測定し、応力方位を測定するという新しい応力測定法を提案した。本原理による、深さ20m 程度までの応力方位測定の技術開発のため、レーザー変位計を用いた孔径変

化測定装置を試作した。分解能はほぼ $0.1\mu\text{m}$ の孔径変化測定装置を実現し、筑波山近傍で応力方位測定の実証実験を行なった。これにより、措置としてはほぼ所定の仕様を満たす装置が完成し、また、本原理による応力方位測定が可能であることを示した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地震発生、活断層、地殻応力

〔研究題目〕パルス地電流観測による地震予測に関する研究

〔研究代表者〕佐藤 隆司

〔研究担当者〕白井 信正、雷 興林、村上 裕

〔研究内容〕

地質情報研究部門では、旧機械技術研究所が独自に開発し、1996年より開始したパルス地電流センサーを用いたネットワーク観測を引き継いで運用している。北海道大学襟裳地殻変動観測所構内の観測点においてはこれまでに、2000年3月に始まった北海道有珠山の噴火および2003年9月26日の十勝沖地震のそれぞれ約1ヶ月前から顕著な異常信号が観測されている。本研究の目的は、(1)これらの異常信号の原因を考察するために必要なパルス地電流センサーの設置状態での特性を把握すること、および、(2)震源域でパルスの電磁気異常が発生するメカニズムを解明するための室内岩石破壊実験を行うことである。

平成16年度は、(1)産総研の筑波センター構内に設置されているパルス地電流センサーを用いて、システム全体の特性評価を行うための実験計画を策定した。また、襟裳地殻変動観測所に出張し、特性評価のための送信線の配置計画を作成した。策定した特性評価法を平成17年度は襟裳観測点で適用する計画である。(2)高圧三軸岩石破壊実験において微小破壊に伴って発生する電磁波を計測するための予備実験を行った。大気圧下で使用するアンプの選定を行った後、粗粒の稲田花崗岩の三軸圧縮試験を行った。実験では31個のAEセンサーを取り付け、AE波形の初動到達時刻を読み取ることにより、微小破壊の発生時刻、位置を求めることができる。電磁波（電界）の計測にはコイル型（磁界）及び版型（電界）の電極を用いた。震源が決定された約6000個の微小破壊のうち約20%で電磁波の放射が確認された。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕地電流、地震予測、岩石破壊

〔研究題目〕地球電磁気学的手法による良質な粘土鉱物の探査および評価技術の開発（内部グラント）

〔研究代表者〕高倉 伸一

〔研究担当者〕高倉 伸一、石戸 恒雄、須藤 定久、村上 浩康、安川 香澄

〔研究内容〕

本研究では地球電磁気学的手法を用いて、地下深部にある良質な粘土鉱物の探査とその性状を評価する技術の開発を目指している。平成16年度は愛知県北設楽郡東栄町振草地区にあるセリサイト鉱山をモデルフィールドとして、文献調査・地質調査や岩石サンプリングを行った後、高密度電気探査、鉱体流電電位法、3次元電気探査、IP法、SP法、AMT法電磁探査など各種地球電磁気学的手法による地表探査実験を行った。そして、得られたデータを解析し、その結果を地図上に重ね、地質データやサンプル測定で得られた物性データなどと比較・検討した。その結果、セリサイト脈が低比抵抗異常や充電率異常として捉えられること、鉱山直下の深度1km前後に昔の熱水溜まりと考えられる独立した低比抵抗域が存在すること、鉱化作用の強弱の差と自然電位分布とに関連がありそうなことがわかり、地球電磁気学的手法が当該地区の粘土鉱床探査に有効であると判断できた。また、坑内において精密な電気探査やIP法を実施することを目的に、非分極性電極を坑壁に設置する方法を開発した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕電気・電磁探査、粘土鉱床

〔研究題目〕加振に対する地盤の電氣的応答を利用した動力学的強度計測手法の開発（内部グラント）

〔研究代表者〕神宮司 元治

〔研究担当者〕神宮司 元治、光畑 裕司、中島 善人、横田 俊之、Hyoung Seok Kwon、内田 利弘

〔研究内容〕

本研究は比抵抗振動貫入（ER-VPT）プローブの開発と原位置実験、および、発破液状化実験における地盤比抵抗マッピングを行う。比抵抗振動貫入（ER-VPT）プローブの開発では、プローブを試作し、軟弱地盤地域（トルコ国アダパザル近郊サファンジャ湖畔）において現地実験を行った。実験はトルコのパムッカレ大学の協力を得て実施した。当地点の地盤の貫入抵抗はあまり大きくなく、CPTによる液状化指数の解析結果でも、当地点の地盤が液状化しやすいことを示している。比抵抗振動貫入試験で計測されたプローブの加速度は深度によって異なり、周面摩擦が小さな砂層と推定される深度区間では、地盤の液状化に伴いプローブの加速度が増加し、最大で1Gに達した。また、同時に地盤の比抵抗変化率の増加あるいは減少を確認した。周面摩擦が比較的大きく貫入抵抗も小さい砂質シルトおよび粘土質シルトと推定される深度区間では、加速度の上昇および比抵抗の変化は認められなかった。定性的ながらも本プローブによって砂層の液状化予測が可能であることを実証することができた。液状化モニタリングのための地盤比抵抗マッピング技術では、(株)佐藤工業の協力を得て、人工的

な発破によって地盤を液状化させて締め固める工法の実験場において、高密度電気探査および電磁探査法による比抵抗マッピングを実施した。その結果、高密度電気探査による比抵抗モデルでは、発破（液状化）の前後で地盤の比抵抗が変化することを確認した。電磁探査法でも高密度電気探査と同様な比抵抗断面図を得ることができた。本手法は、平面的なマッピングと共に深度方向の比抵抗分布も推定可能である。

【分野名】地質・海洋、環境・エネルギー

【キーワード】液状化、現位置計測、物理探査、電磁探査

【研究題目】地質・ライフサイエンス分野融合研究  
地圏・海洋における微生物のメタン生成・消費プロセスの解明

【研究代表者】坂田 将

【研究担当者】坂田 将、金子 信行、竹内 美緒、  
吉岡 秀佳、鎌形 洋一、花田 智、  
関口 勇地、布施 博之、山崎 哲生

【研究内容】

メタンの安定同位体比から天然ガス鉱床の成因を評価するための基礎データを取得するため、自然条件を模擬した共生系でメタン生成菌 *Methanobacterium thermoautotrophicus* ΔH を培養し、生成されるメタンの安定同位体比を測定した。また、水溶性天然ガス鉱床中に生息するメタン生成菌の存在とその分子遺伝学的情報を取得するため、千葉県（茂原）、新潟県（東新潟、中条）の水溶性天然ガス田の鹹水試料を採取、全 DNA を抽出し、古細菌（メタン生成菌を含む微生物群）に特異的なプライマーを用いて、SSU rRNA 遺伝子を PCR により増幅、大腸菌に常法に従ってクローン化、塩基配列を決定し、分子系統解析を行った。さらに、海洋におけるメタン消費プロセス解明のため、その主要な担い手であるメタン酸化細菌を海底堆積物から分離する方法を検討し、新たな菌の分離を進めるとともに、既分離の株を用いて、そのメタン消費に与える温度・圧力の影響の検討を行った。これらの分離株や類似の細菌の遺伝子を解析することにより、海洋中のメタン酸化細菌の検出・定量法の開発に必要な情報の取得を進めた。また、メタン消費モデルを構築するため、海水柱、海底近傍、及び堆積層生態系によるメタンの固定・消費メカニズムをモデル化し、基本数値シミュレーションを行った。

【分野名】地質・海洋、ライフサイエンス

【キーワード】メタン生成、メタン消費、微生物、天然ガス、海洋

【研究題目】海岸沿岸域の高精度・高時間分解能沖積層解析技術に関する研究

【研究代表者】七山 太

【研究担当者】七山 太、村上 文敏、齋藤 文紀、

田村 亨、渡辺 和明

【研究内容】

地中レーダー（GPR）は、地面に電波を発信し、その跳ね返りを受信することで、地下の堆積物の構造を明らかにする物理探査装置である。この反射面は、堆積物の密度、粒度、鉱物などの物性を反映することが知られていた。そこで、沿岸都市地質研究グループでは、2ヶ年計画で地中レーダーを用いた沖積低地の調査手法の確立を行う予定である。今年度は、千葉県九十九里浜平野において、完新世の海浜堆積物のイメージングを予察的に行った。測線は、現世海浜付近（作田測線）と海岸線から約3km 内陸にある浜堤平野地域（西野測線）で設定した。調査には、Sensors & Software 社製の pulse EKKO100を購入して用い、周波数の異なる3種類のアンテナを併用してイメージングすることによって、調査地域、調査震度や調査対象ごとの GPR 装置の仕様の適正を検討した。西野測線での検討の結果、海浜堆積物に相当する深度から、海側に傾斜する複数の反射面を得ることが出来た。反射面の勾配は、2° 以下で、現世海浜である作田測線の調査でも同様のものが見られた。現在の九十九里海岸の海浜の勾配は1~2° と同程度であることから、これらの反斜面は、過去の海浜堆積物の堆積面を表していると考えられる。さらに、西野測線における海浜堆積物の反斜面は、測線方向で50~100m の幅ごとのユニットに束ねることができ、隣り合うユニットどうしでは反斜面の勾配が若干異なり、境界は不連続面になっている。反斜面は、不連続面に対して陸側ではオンラップし、海側ではそれに削剥されたような関係を示す。反斜面が海浜堆積物の堆積面を示すなら、それぞれのユニットは一時的な海岸線の前進に対応し、それらを区切る浸食面は海岸線の後退や停滞に対応する。すでに知られているこの地域の平均的な海岸線の前進速度、1.5m/year から、この測線で認められる前進-停滞周期は、平均40年程度と見積もることができる。来年度は、これらの測線上において5~10m 長の浅層ボーリング調査を複数実施し、詳細な堆積相解析と14C 年代測定を併せて実施し、過去の海岸線の100年より短い周期の変動を検出することを試みる予定である。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】地中レーダー、九十九里浜、海浜、海岸、堆積相

【研究題目】海水中で持続的に使用可能な銀系抗菌剤の開発

【研究代表者】槇田 洋二

【研究担当者】槇田 洋二、小比賀 秀樹、梅野 彩

【研究内容】

塩化物イオンを含む水環境で長期間使用でき、かつ安全な抗菌剤は、レジオネラ症の発症防止、水産養殖における感染防止など多くの分野で要望されている。無機系

の銀系抗菌剤は抗菌スペクトルが広く人体に対して安全であるが、水環境中では溶存する塩素イオンと即座に反応し抗菌性が失活するという致命的な欠点がある。そのため、銀系抗菌剤を現状のまま水環境中に適用することは困難である。本研究では、水環境中における抗菌作用の持続的発現のために、銀イオンの錯形成による塩化銀生成反応の抑制及び銀イオン錯体の徐放性制御を行い、海水中で1年以上の抗菌性を発現する銀系抗菌剤の開発を目指す。本年度は、(1) 海水系で安定な銀錯体の探索と抗菌性評価、(2) 銀イオン錯体の担持体の探索、(3) 付着微生物の評価法の検討及び評価装置の作製、の研究課題について検討した。異なる濃度の塩化物イオンを含む水溶液を用いて、20種類のアミノ酸の銀錯体について溶解度を調べた結果、メチオニン及びヒスチジンの銀錯体のみが、銀イオン単独の場合と比べて、塩化物イオンを含む水溶液で安定なことが分かった。また、これら2種類の銀錯体を、粘土鉱物（モンモリロナイト、ヘクトライト、スメクタイト化合物）に担持し、海洋性付着細菌の一種である *Pseudoalteromonas carrageenovora* を用いて、海水中における抗菌性を調べた結果、いずれの銀錯体担持体も、海水中において優れた抗菌作用を示した。さらに、染色法を用いる抗菌剤の微生物付着防止効果の評価法を確立するとともに、評価装置を試作した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造分野

【キーワード】 抗菌剤、銀錯体、海洋生物付着、塩水

【研究題目】 極低雑音サファイア発振器の開発

【研究代表者】 渡部 謙一（計測標準研究部門）

【研究担当者】 池上 健、柳町 真也

【研究内容】

液体ヘリウム温度で動作するサファイア共振器を用いたマイクロ波発振器は、マイクロ波から光領域を含めた全ての電磁波領域において、現在の技術レベルで到達できる最も低雑音かつ長期連続運転可能な発振器となり得るものである。本研究では周波数安定度が平均時間1秒から1000秒において約 $10^{-16}$ のマイクロ波を定常的に供給できる発振器を開発し、更に、その周波数安定度を低下させることなく任意の絶対周波数を出力できる周波数合成回路を製作し、これらを組み合わせることにより極低雑音局部発振器を実現させるものであり、時間周波数計測における基盤技術の向上に大きく資するものである。また、その応用として、原子泉方式一次周波数標準器用の局部発振器及び光周波数計測用モードロックレーザーの参照信号に適用することを目的としている。

平成16年度は、まず、液体ヘリウムクライオスタットを用いたサファイア冷却システムの設計・製作を行い、サファイア共振器を約6K に冷却し、無負荷  $Q$  値約 $10^9$  を達成させ、更に、約1mK の温度制御を実現させた。また、その冷却したサファイア共振器を用いて Pound型周波数安定化回路を構成し、約11GHz での発振及び

サファイア共振器への周波数同期を行うことができた。更に、周波数合成回路の開発を行い、セシウム原子の遷移周波数である9.192GHz に同調することに成功し、平均時間1秒から300秒までは測定系で参照信号として用いた水素メーザーの周波数安定度を測定し、600~1200秒まで $6 \times 10^{-15}$ の安定度を達成した。

【分野名】 標準

【キーワード】 マイクロ波、発振器、サファイア、周波数合成回路、低雑音

【研究題目】 金属-炭素共晶点の計測技術応用

【研究代表者】 山田 善郎（計測標準研究部門）

【研究担当者】 笹嶋 尚彦（H17.6まで長期海外出張中で不在）、齋藤 輝文、新井 優、小倉 秀樹

【研究内容】

当部門は1999年に世界に先駆け金属-炭素共晶を用いた1100°C以上の高温度標準を提案し、実用化に取り組んできた。しかし、本技術は温度標準にとどまらず、長期安定性を有する参照放射源としてランプ光源を代替するなど、広い用途が期待される。2500°C以上の黒体放射源として技術が確立できれば、安定紫外光源としての活用が見込まれる。セル大型化ができれば高温域の熱電対などの温度センサ開発・評価用の参照温度源としての活用も期待できる。本年度は下記を行った。

(1) 2500°C以上への高温化技術の確立

熱分解黒鉛を使用することで3200°Cまで使用可能にした大口径炉がロシアで開発されており、この炉を導入した。本炉開発責任者であるロシア光学・物理学測定研究所（VNIIOFI）の光放射標準研究室長および、本炉改造・使用の実績が有るドイツ物理工学研究所（PTB）の研究実務担当研究者を招聘した。本炉の立上げと性能向上等を担当する。

(2) セル大口径化・大型化技術の確立

るつぼ破損の問題克服手段として融解しても流動しない過共晶多孔質インゴットを利用したセルを製作・性能試験した。Pt-C 共晶（1738°C）を用いて新たに試作した過共晶インゴットセル（小型）は従来の共晶セルと温度値が一致した。さらに、過共晶多孔質体が融解しても流動しないメカニズムも解明した。

(3) 高温度センサ評価基礎技術の開発

熱電対など高温度センサに適用可能なセルを使用可能な炉を得る目的で、放射温度計用に開発した3ゾーン制御高温炉（最高温度2500°C）を改造した。来年度から材料試験を開始できる体制が整った。

【分野名】 標準

【キーワード】 参照放射源、放射計、安定紫外光源、参照温度源、温度センサ

**〔研究題目〕 シリコン単結晶の結晶評価技術に関する研究**

〔研究代表者〕 藤井 賢一（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 早稲田 篤、倉本 直樹、水島 茂喜、東 康史

**〔研究内容〕**

半導体産業では薄膜やその基盤となる結晶を評価するために薄膜物性を直接測定する技術や、より小さな欠陥を定量的に検出する技術など、新たな分析評価技術の確立が求められている。本研究で新たに開発する表面分析技術は、シリコン単結晶上の薄膜の密度と膜厚の直接測定を可能にするものであり、また、現在の赤外線散乱や陽電子実験等の結晶評価技術では、10～50nm の大きさの欠陥量を定量的に検出することができず、このスケールでの欠陥評価技術を確立することが求められている。本研究では高輝度放射光を用いたナノスケール欠陥の実像観察を実現し、新たな結晶評価技術を確立することを目標とする。

これらの新たな結晶評価技術は、7桁から8桁レベルでの固体密度差を極めて高い感度で計測する技術が基盤となっている。これらの超精密な密度計測技術は SI 単位の中で人工物によって定義されている唯一の基本単位キログラムを再定義し、原子質量標準を実現するためのアボガドロ国際プロジェクトなどにおいても重要な評価技術として注目されている。

平成16年度はシリコン基板上に堆積させた厚さ約10nm の薄膜を用意し、圧力浮遊法による密度比較測定と質量差測定により、得られた薄膜の密度と膜厚を測定した。また、シリコン結晶のバルク密度の測定精度を向上させるために、レーザー干渉計によるシリコン球体の直径計測に用いる画像処理技術の改良を行った。薄膜密度については測定精度3～4%が得られた。シリコン球体の直径測定についてはダークフリッジ法による測定原理を開発し、量子ノイズ限界に迫るピコメートルオーダーの精度を得るための装置を整備した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 結晶評価技術、薄膜密度、欠陥

**〔研究題目〕 ポストカラム反応系を用いた有機化合物の定量技術の開発に関する研究**

〔研究代表者〕 渡邊 卓朗（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 加藤 健次、松本 信洋、前田 恒昭

**〔研究内容〕**

水素炎イオン化検出器付ガスクロマトグラフは、有機化合物の分析においてよく使用される分析機器の一つである。従来の分析手法では分析対象の各成分に対してそれぞれの標準物質を使用して分析機器の校正を行うが、本研究の方法は分析対象の成分に対して一種類の標準物質のみを用いるだけで、それら分析対象全成分に対する分析機器の校正を行うことを可能にするのが目的である。

本年度は、化学反応によって分析対象成分をメタンへ化学変化させるポストカラム反応部の設計と組立を行った。これをガスクロマトグラフの分離カラムと検出器の間に接続させた。条件の最適化を行った後、メタン・一酸化炭素・二酸化炭素が混合された試料およびメタン・プロパンが混合された試料を調製し、目的を達成できるかどうか検討した。その結果、メタンのみを標準物質として使用する本研究の方法で、一酸化炭素、二酸化炭素、およびプロパンいずれの化合物においても、それぞれの分析濃度と調製濃度とが良く一致した。このことから、検出器で検出される化学種が同じであり、一種類の標準物質のみを用いて複数の分析対象成分の機器校正が可能であることが確認された。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 標準物質、ガスクロマトグラフ、有機化合物、定量技術

**〔研究題目〕 超低消費電力・デジタル対応フィールドエミッション TV の試作開発**

〔研究代表者〕 長尾 昌善

〔研究担当者〕 松川 貴、長尾 昌善、田村 祐一郎、山内 洋美、佐長 裕

**〔研究内容〕**

目標：

単結晶シリコンエミッタを搭載した低消費電力・高精細の次世代 CRT (FE-CRT) の開発

研究計画：

シリコン電界放出電子源を CRT に搭載する際に課題とされている電子源動作の寿命、放出電子の高電流密度化、CRT 作製工程と電界放出電子源の適合性について検討し、フルカラーフィールドエミッション TV の試作を行った。

進捗状況：

寿命に関しては、シリコンエミッタに HfC 被覆を行うことで、約1万時間の DC 連続動作に成功した。

シリコンフィールドエミッタアレイの作製プロセスを見直し、エミッタの集積度を従来の20倍に向上させることに成功した。また、真空中でのフィールドエミッタアレイのクリーニング手法を確立することで、動作率を2倍程度に向上することにも成功。さらに、シリコン電子源表面を超高融点の HfC (融点：3800℃) で被覆することにより大幅な電流動作が可能になった。これらの技術を組み合わせることにより従来比1桁以上のアップ、昨年度に比べても3倍以上の大電流密度を達成した。

従来の熱電子源用のレンズから、フィールドエミッタに特化したレンズ系を新たに設計することにより、目標のスポット径縮小にもめどが立った。

これらを組み合わせさせた結果、10インチのフルカラーのフィールドエミッション TV を試作し、フルカラー動画表示に成功した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕フィールドエミッタ、次世代 CRT

〔研究題目〕酸化物のナノ細孔制御と半導体及び光導波路との融合による高感度・高選択的な環境検出素子技術の開発と実証

〔研究代表者〕周 豪慎

〔研究担当者〕周 豪慎、本間 格

〔研究内容〕

従来の分析機器は、高価であるうえに大きな設置スペースが必要であり、データ取得に手間や時間がかかるなどの問題点がある。本研究は周期的なナノサイズの細孔構造と高い比表面積を有するナノポーラス酸化物を半導体デバイスと光近接場技術との融合により、NO<sub>x</sub>、VOC、アンモニアなどを広い濃度領域（ppm-ppb）において高選択性のあるコンパクトで持ち運び可能、かつ簡便・迅速な環境検出素子を開発する。高秩序で周期的なナノサイズの細孔構造と高い比表面積を有し、ナノサイズの骨格（フレームワーク）に触媒効果を有する遷移金属酸化物（SnO<sub>2</sub>、ZnO、WO<sub>3</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> etc）を導入したナノポーラス金属酸化物を用いて、金属（M）-ナノポーラス酸化物膜（I）-シリコンウェーハ（S）のような MIS 構造を有する SPV センサーを試作し、数百 ppb オーダーで、NO<sub>2</sub>を検出することを確認した。また、複合ナノポーラス薄膜を用いて、数百 ppm オーダーのベンゼンとトルエンでも SPV 型で検出することが確認された。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕ナノ構造、MIS 構造、ナノポーラス酸化物膜

〔研究題目〕3次元ステージチップの作製

〔研究代表者〕安藤 泰久

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕藤澤 悟、三宅 晃司、池原 毅、松本 壮平

〔研究内容〕

既存の走査型プローブ顕微鏡（SPM）の PZT スキャナーの代替技術として、あるいは位置決め用のステージとして、高速・ノーヒステリシス動作を可能にするマイクロ3次元ステージを開発することを目標とする。

MEMS（micro electromechanical systems）技術において一般的に用いられている楕円形静電アクチュエータを用いて、ステージを支えるサスペンションの形状を一部変更することで、基板に対して垂直方向の動作を容易に実現する技術を開発した。それを3次元に拡張することで、数ミリ角のシリコン基板上に3次元動作を実現するステージを作製することが可能になる。研究課題としては、ステージの構造の最適化、AFM（原子間力顕微鏡）への組み込みと AFM を用いた性能の評価、プラズ

マエッチングを利用した傾斜構造体の作製技術の開発などがある。

マイクロ3次元ステージの基本構造は、3組の楕円型アクチュエータが基板上に直交して配置されている。そのため、移動テーブルを大きく変位させようとする、楕円同士が干渉する問題があった。そこで、楕円を独立して支えるサスペンションを新たに導入し、弾性梁を利用して移動テーブルと楕円との間を接続する構造を考案した。その結果、最大8μmの水平変位を得ることができるようになった。次に、3次元マイクロステージを市販の AFM に組み込み、走査デバイスとして用いて、グレーディングを測定し、ノーヒステリシスで AFM イメージが得られることを示した。また、マイクロ3次元ステージの性能をアピールするために、専用の SPM ユニットの試作し、展示会でデモを行った。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕MEMS、走査型プローブ顕微鏡、静電アクチュエータ、位置決めステージ

〔研究題目〕糖鎖を活用した有害蛋白質検出技術の実証

〔研究代表者〕箕浦 憲彦

（バイオニクス研究センター）

〔研究担当者〕鶴沢 浩隆

〔研究内容〕

生体の感染機構を巧みに利用したセンサー開発の一環として、本年度は、植物由来の有害物を、高感度に迅速に検知可能か検討した。本検知法の原理は、これらの有害物が生体の細胞表面に存在する糖鎖と結合することに基づいている。まず、細胞表面に存在する天然糖鎖を模倣した人工糖鎖を化学的、酵素的に効率よく調製した。次に、この合成糖鎖をセンサーチップ上に高密度に固定化して、糖鎖チップを作成した。当該有害物を用いて、この糖鎖チップの有効性を表面プラズモン共鳴（SPR）装置により評価した。その結果、再現性よく高感度に有害物を検出できることがわかった。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕有害物、SPR、センサー、糖鎖

〔研究題目〕光制御バルブを集積化した高度ゲノムアッセイチップの実証

〔研究代表者〕脇田 慎一

〔研究担当者〕脇田 慎一、岩橋 均、永井 秀典、入江 隆（職員4名）

〔研究内容〕

シンプルなスイッチングバルブ機能をオンチップ化したゲノムアッセイチップを試作し、従来の DNA マイクロアレイでは原理的に困難な迅速なアッセイの実現を目的にして、オンチップ化光制御スイッチングバルブ技術を開発した。

まず、光制御スイッチングバルブにおける基板表面の疎水化機構を解明し、微小バルブのぬれ性制御の迅速化及び高レスポンス化を実現した。シリコン系のポリジメチルシロキサン (PDMS) チップの射出成形用の鋳型について設計・開発を進め、256個の光制御バルブを集積化したプロトタイプチップを作製した。また、DNA マイクロアレイによる植物病原菌検出の実証を検討した結果、特異的プライマーを使用した PCR 増幅産物をアガロースゲル電気泳動で分離・検出する場合に比べて検出限界が低いことが明らかとなり、多数の対象微生物の一次スクリーニングに十分使用可能であった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マイクロ流体デバイス、ラボ CD、光流体制御、DNA アッセイ

〔研究題目〕 多層ナノレイヤー干渉プロセス技術による超高温圧力センサの開発

〔研究代表者〕 秋山 守人

〔研究担当者〕 秋山 守人、上野 直広、野中 一洋、立山 博

〔研究内容〕

本 PJ では、企業との共同研究も同時に行い、自動車エンジン用燃焼圧センサを作製するために、半導体プロセスに適した電極上における高配向性 AlN 薄膜の作製および超高温用電極の作製、ピコ ( $10^{-12}$ ) メートルレベルにおける圧電性の評価技術の確立、AlN 薄膜の化学エッチング技術の検討、マイクロセンサ素子の試作、圧電定数の温度特性の測定を行った。

その結果、半導体プロセスに適した電極上でも配向性を示し、クラックフリーの AlN 薄膜を作製することに成功した。また、多層ナノレイヤー干渉プロセス技術によって、1450°C以上まで耐えうる超高温用電極の作製にも成功した。ピコメートルレベルにおける圧電性の評価技術は、レーザードップラー振動計を用いて行い、信頼性の高いデータを得ることに成功した。更に、化学エッチング技術も確立しつつあり、マイクロセンサ素子の試作の実現が可能となり、温度特性を評価したところ良好な結果が得られている。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 窒化アルミニウム、薄膜、燃焼圧センサ

〔研究題目〕 有機無機ハイブリッド材料による VOC センサデバイスの作製

〔研究代表者〕 松原 一郎

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 村山 宣光、申 ウソク、伊豆 典哉、王 俊中

〔研究内容〕

無機層状化合物である酸化モリブデン ( $\text{MoO}_3$ ) の結晶層間にポリピロール (PPy) がインターカレートした

有機無機ハイブリッド材料 ( $\text{PPy}_x\text{MoO}_3$ ) は揮発性有機化合物 (VOC) ガスに対して高い選択性を示すセンサ材料である。本研究開発の目標は、上記有機無機ハイブリッド材料を用いた VOC センサデバイスの構築である。

$\text{PPy}_x\text{MoO}_3$  のデバイス化に向けて不可欠な課題である、1)  $\text{PPy}_x\text{MoO}_3$  の薄膜化技術の開発、2) 薄膜の微細構造制御による高感度化、3) シリコン基板上への薄膜化技術の開発、4) ガス濃縮チップとの融合技術の開発、に取り組んだ。1) については、有機材料と無機材料の分解温度等の物性が大きく異なるため、これまでインターカレーション型有機無機ハイブリッド材料の高品質薄膜の作製プロセスが開発されていなかった分野であり、独自に試行錯誤を重ねた。その結果、ホスト化合物である  $\text{MoO}_3$  の高品質薄膜の作製プロセスが開発できたことを突破口に、1) の課題をクリアすることができた。高感度化については現在も研究を進めているところであるが、薄膜を構成する結晶粒の微細化により数倍の高感度化が実現した。さらに実用化を目指して、3) について取り組んだ。1) で開発したプロセスを直接シリコン基板上に適用すると良好な薄膜は形成できなかったが、シリコン基板上に適切なバッファ層を形成することで、この問題を解決することができた。VOC センサの大きなニーズの一つは室内の空気室モニタリングである。しかしこの用途のためには ppb オーダーのガスを検知できる感度が必要である。そこで、小型・省消費電力型のガス濃縮チップを導入することで、極低濃度の VOC ガスにも対応可能であることを示した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 有機無機ハイブリッド材料、ガスセンサ、揮発性有機化合物

〔研究題目〕 室内低消費電力空間測位通信装置の開発と実装

〔研究代表者〕 伊藤 日出男 (情報技術研究部門 ユビキタスインターフェイスグループ)

〔研究担当者〕 伊藤 日出男、西村 拓一、森 彰、車谷 浩一、山本 吉伸、中村 嘉志、林 新、中島 秀之

〔研究内容〕

本研究プロジェクトはプライバシーとセキュリティに配慮した位置に基づいた双方向情報サービスの実装の研究として、ユーザの位置、方向、属性に基づく、適切な質と量の情報サービスを適切なタイミングで与えることを可能とした、電子回路を最適化した無電源携帯情報端末とその基地局ネットワークシステムを構築することを目標とした。本研究では、各種センサを豊富に装備した重厚長大な情報端末との対極をなす軽薄短小な情報端末として、無電源で多重化された光音声情報を聴取できる端末およびアクティブ RFID による利用者位置測位システムを開発した。また、この端末のための空間光通信制

御装置の研究開発を行った。

本研究開発成果である光音声配信システムは、2005年3月から半年間開催された愛・地球博で採用され、グローバルハウスおよび日本庭園の展示施設で来館者への情報提供を行った。この展示において、無電源で言語や興味対象などの属性が遠距離から取得でき、その属性に応じた情報提供ができる本技術を紹介し、実用化していくことは、従来の微弱無線通信技術やRFIDタグ技術を補完する自由空間通信技術のひとつとして新たな応用分野と市場を開拓すると期待される。

【分野名】情報通信

【キーワード】位置に基づく通信、セキュリティ、情報端末、空間光通信、RFID

【研究題目】アクティブ・ターゲティング用新規DDSナノ粒子の作製

【研究代表者】山崎 登

【研究担当者】山崎 登、大黒 伸行、鶴嶋 英夫、小島 周二、大塚 晴美、庄田 美保、松田 千尋

【研究内容】

目標：

本技術の対象は、生体内の各種組織の細胞表面上に存在する多様なレクチン（糖鎖認識蛋白質）である標的分子に対して特異的な結合活性を有する糖鎖を導入したリポソーム複合体ナノ粒子である。本研究では、該ナノ粒子の各種疾患組織へのアクティブ・ターゲティング（能動的・標的指向性）機能を実証する。

研究計画：

本課題で目指すプロトタイプは、①死亡率第一位である各種の癌疾患の治療に有効な薬剤を封入した能動的・標的指向性 DDS ナノ粒子と、②中高年者の罹患率が高い各種の自己免疫疾患の治療に有効な薬剤を封入した能動的・標的指向性 DDS ナノ粒子である。

年度進捗状況：

本研究では、能動的・標的指向性を有する DDS ナノ粒子内に、癌や自己免疫疾患治療用の薬剤を封入して、各種のアクティブ・ターゲティングナノ粒子製剤のプロトタイプを作製した。そして、これらの各種疾患（固形癌、ぶどう膜炎、関節リウマチ）治療への有効性をモデル動物を用いた薬効試験によって実証した。「アクティブ・ターゲティング DDS ナノ粒子製剤」用の本技術は、癌や炎症性疾患、並びに、続発的に炎症を引き起こす各種の疾患の治療に応用できる可能性がある。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ドラッグデリバリーシステム（DDS）、アクティブ・ターゲティング、DDS ナノ粒子

【研究題目】超臨界二酸化炭素を代替溶媒にしたリポソームの実用化大量調製装置の開発

【研究代表者】大竹 勝人

【研究担当者】大竹 勝人、井村 知弘

【研究内容】

クロロホルムなどの人体に有害な有機溶媒の代わりに超臨界二酸化炭素を用いて、薬剤や化粧品の基材となるリポソーム（脂質二分子膜マイクロカプセル）を作成する。従来からのリポソーム調製法として、クロロホルムなどの有機溶媒に脂質を溶解した溶液にカプセル化する水溶液を滴下し、その後に有機溶媒を蒸発除去する逆相蒸発法があるが、本法は有機溶媒の代替として超臨海に酸化炭素を用いるものである。逆相蒸発法と大きく異なるのは、調整条件によりリポソームを構成する脂質二分子膜の枚数や粒径が制御できる点である。

本法は、本来は二酸化炭素に溶解しない脂質を水中に分散しリポソーム前駆体として CO<sub>2</sub>-in-Water 型エマルションを形成するところに特徴がある。従来法では有機溶媒を使用するのは、リポソーム前駆体として脂質の規則構造（膜）を構成しなければならないのに対し、本法では動的に前駆体を構成するため、短時間で調製が可能である。

2L 規模のベンチ装置を作成し、200CC 程度のリポソーム懸濁液を1時間程度で調製することが可能になった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】リポソーム、超臨界二酸化炭素、ドラッグデリバリー

【研究題目】「高性能光検出膜による有害化学物質の簡易計測技術の実証」

【研究代表者】鈴木 敏重

【研究担当者】鈴木 敏重、長瀬 多加子、高橋 由紀子

【研究内容】

本研究は、大型分析機器依存から“だれでも・安く・その場でできる”といった環境計測のニーズに対応するため、有害化学物質の高性能簡易検出膜の開発を図るものである。本プロジェクトでは、検出試薬のナノ粒子化、ナノ繊維化による簡便な薄膜作成法を提案し、これを用いた有害金属イオンの簡易膜検出システムを実証する。

1) リン酸セリウム繊維を用いた鉛イオン検出膜の開発  
硫酸セリウム {Ce(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>} とリン酸との反応条件の最適化によるリン酸セリウム結晶繊維の合成、セルロース繊維ブレンド強化により、鉛イオン選択捕集性に優れ、機械強度と良好なる過性を兼備した鉛イオン検出膜（プロトタイプ）を作製した。検水を通液後に硫化物として発色させ、色の濃淡から鉛イオン濃度が判定できることを明らかにし、共存イオンの影響を取り除く条件を得た。鉛含有の実試料（鉱山水、鉱山河川水、水道水）により、本方法の有用性を確認した。

## 2) ナノ粒子による有機検出試薬の薄膜化法

分析試薬を用いた検出膜の作製技術を一般化する手法として、分析試薬のナノ粒子分散溶液をメンブレンフィルターでろ過することで薄膜化する方法を提案した。さらにナノ粒子の新たな作製法として“ネブライザー法”を見出した。有機試薬のアセトン溶液を霧状の微小液滴（エアロゾル）として水溶液に噴霧するもので、極めて分散のよい粒径分布の揃った粒子が得られることを見出した。様々な試薬について薄膜化を試み、特にピリジルアゾナフトールを担持したものでは亜鉛イオンを ppb レベルで、バソフェナントロリンを保持したものでは、鉄(II)イオンを ppb レベルでかつ特異的に検出することに成功した。

【分野名】環境保全技術

【キーワード】有害金属イオン、簡易計測、検出膜

【研究題目】高温高压マイクロリアクター／マイクロ熱交換器の開発

【研究代表者】鈴木 明（超臨界流体研究センター・プロセスチーム長）

【研究担当者】畑田 清隆、増田 善雄、若嶋 勇一郎

【研究内容】

高温高压下で使用可能な新規なマイクロリアクター構造を提案し、製作方法（接合方法、集合方法、微細孔溝加工等）の検討を含めて汎用的な高温高压マイクロリアクターを確立することを目的とする。研究は2年計画（平成16、17年度）であり、初年度に、製作方法の検討を行うと同時に高温高压マイクロリアクターのプロトタイプを複数製作し、流動特性・伝熱特性等の基本性能評価を通して最適な構造を決定する。次年度では、前年度において決定されたマイクロリアクター構造を基に、生産量拡大のためのナンバリングアップ形態についての検討を行い、最終的にコンパクト化学反応システムとして装置を完成させる。

平成16年度においては、最新の金属微細加工技術（マイクロ放電加工、レーザ加工）、高压細管形成技術、高強度金属接合技術（真空ブレージング、電子ビーム溶接、拡散接合）など種々の製作加工技術について検討と選択を行い、300MPa-600℃級の反応条件に耐える多方継手を用いた高压細管群で構成される高温高压マイクロリアクター、マイクロ熱交換器の試作に成功した。それらの耐圧性能を確認したのち、純水を用いた流通加熱冷却試験システムを構築し、エネルギー面での性能評価を主体とした評価試験（流体処理量～5kg/h）を行った。その結果、極めて高速な温度制御が可能（例：常温から400℃までの必要加熱時間<0.01 s）であること、流体加熱に用いている電力が通過流体の熱エネルギーに高効率転換され、熱効率が極めて高いこと（75-95%）など、望ましい装置性能が得られていることが明らかになった。さらに、リアクタを通過する流体流量・発生する圧力損

失・伝熱能力の3者のバランスから適切な流量範囲が分かり、次ステップで想定する、ナンバリングアップによるコンパクトプラント設計に有用な基礎データを構築できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロリアクター、マイクロ熱交換器

【研究題目】高温高压二酸化炭素-イオン性液体による新規複合反応場の構築およびCO<sub>2</sub>固定化（文部科学省 科学研究費補助金）

【研究代表者】川波 肇（超臨界流体研究センター有機反応チーム）

【研究担当者】

【研究内容】

高温高压（最高圧力70MPa、最高温度300℃）に耐えられる超臨界二酸化炭素-イオン性液体反応容器（流通式に対応可能）の作成を行なった。反応容器は、1段目（50mL）に超臨界二酸化炭素と反応基質を混合させ、2段目（50mL）のイオン性液体を入れた反応管中に混合基質を導入する2段構成の容器を製作した。材質は、再度強度計算により、SUS316でも十分高温高压（最高圧力70MPa、最高温度300℃）に耐えられると判明し、加工のし易さから材質をインコネル624から SUS316に変更した。

一方、反応検討は計画に則り、まずプロピレンイミンと二酸化炭素を用いた環状ウレタン合成を検討した。結果、超臨界二酸化炭素-イオン性液体多相系反応場において、アルキル基置換イミダゾール塩系イオン性液体を用いたところ、反応温度40℃であるのにも拘らず、わずか5分で最高収率56%、選択率96%に達した。また、イミダゾール塩系イオン性液体の溶媒極性の二酸化炭素圧力依存性を  $E_T(30)$  値により検討した。結果、アニオンが  $BF_4$  塩の場合、圧力上昇に伴い  $E_T(30)$  値が50.4から減少し、臨界圧力近傍で49.9と最も極性が低くなることが分かった。またこれより高压の場合は、極性が逆に大きくなることが分かった。更に極性の圧力変化と反応収率の変化との相関関係を考慮した場合、極性が最も低い臨界圧力近傍において最も収率の増大が見られた。そこで、反応収率・選択率の更なる向上を目的に、 $E_T(30)$  値が小さいアルキルアンモニウム塩系イオン性液体の利用を試みた。結果、テトラオクチルアンモニウム塩イオン性液体を用いた結果、収率98%選択率100%となり、TOF 値にして、従来の有機溶媒を用いる方法に比べ254倍、超臨界二酸化炭素中のみを用いる方法に比べ116倍であることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超臨界二酸化炭素、有機合成、二酸化炭素固定化、イオン液体

〔研究題目〕セキュア・オープンソースシステム開発  
環境基盤

〔研究代表者〕戸村 哲（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕中村 章人、田中 哲

〔研究内容〕

本研究は、Linux をベースとしたオープンソースソフトウェア環境のセキュリティ向上を目指し、次の二つに貢献することを目標としている。

(A) オープンソースソフトウェアを利用したコンピュータのセキュリティレベル向上

(B) オープンソースソフトウェアの品質向上

(A) は、動作中のシステム及びソフトウェアの状態をセキュリティ上の観点から常に正確に把握し、必要に応じてその更新（パッチの適用やバージョンアップ）を自動的に行う等、システム管理者のセキュリティ対策プロセスを支援することで達成する。

(B) は、ソフトウェアの欠陥（バグ）を迅速に同定する手法を確立し、修正後のテストを自動化して新たなバグが混入しないことを保障するシステムを開発してソフトウェア開発プロセスを支援する。

平成16年度は、主に目標(B)の達成に重点をおき、ソフトウェアのバグを高速に同定し修正結果を簡単にテストできるシステムとして Couya を開発し、試験運用を通じて有効性を検証した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕オープンソースソフトウェア、システム管理、ソフトウェア脆弱性、バグトラッキングシステム

〔研究題目〕ヒューマノイド・ロボット型知能ブースタープラットフォーム開発

〔研究代表者〕原 功（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕浅野 太、原 功、麻生 英樹、緒方 淳、山本 潔（情報技術研究部門）、比留川 博久、金広 文男、横井 一仁、富田 文明、吉見 隆、河井 良浩（知能システム研究部門）、加賀美 聡（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究内容〕

目 標：

「ときめきと安心」の IT 社会を目指した産総研情報通信分野研究戦略において、人間の知的能力を拡大させる「知能ブースター」は、その大きな方向性のひとつである。この知能ブースターを実現するためには、ユーザの状態を知覚し、その行動・心理などを推測するヒューマンインターフェースの高度化技術が重要である。本テーマは、そのヒューマンインターフェース高度化技術開発として、産総研で開発を進めているヒューマノイド・

ロボット HRP-2に対して、知能情報処理研究、高度ヒューマンインターフェース技術開発、人間の知的活動支援等のために必要なセンシング機能を追加・統合し、知能ブースター研究を加速させるための実証プラットフォームの確立を目的とする。

研究計画：

産総研が中心に開発を行ったヒューマノイド・ロボット・プラットフォーム HRP-2に対し、音響・音声センサを実装し、それぞれの制御・機能モジュールを統一的に取り扱う枠組みを開発し、HRP-2の汎用性・利便性を高めるために、次の研究開発を行う。

1. 音響・音声センサとしてマイクロフォンアレイシステムを用いた音響モジュールの開発とその実装。
2. カメラのカラー化、デジタル化等による視覚システムの改良とその機能拡張。
3. 視覚システムとして、既に搭載済みの VVV のみならず、顔認識、相関ビジョンなどの他の機能を容易に追加統合するための枠組みを開発。
4. 多様な実世界環境を安全かつ安定に行動するために狭隘な空間を、視覚などのセンシング機能と連携して移動するために必要な機能の開発。（知覚情報を円滑に伝送する体内ネットワークの高度化を含む）
5. 人間とのインタラクションを容易にするためのマン・マシン・インタラクション用操作・教示システムの開発。

年度進捗状況：

ヒューマノイド・ロボット HRP-2に対し、人間と自然なコミュニケーションを実現するために、マイクロフォンアレイと頭部カメラを用いた音声インターフェースを実装し、対話によって動作指令と情報家電を操作するシステムを開発した。そして、実機による実験によりその有効性を確認した。

視覚機能の高度化のために、高速・高解像度の4眼デジタルカメラシステムへの改造を行い、従来の高精度3次元視覚システムと広視野の視覚システムの共存を可能にした。また、環境および操作対象となる物体の計測精度の向上のために、対象画像をテキスト・非テキスト領域にあらかじめ分離し、それぞれの領域に応じたステレオ画像処理を適応し、より正確な3次元距離計測を行う手法を開発するとともに、3次元物体認識技術および3次元環境計測技術を開発し、それらの情報を用いた HRP-2の自律的な行動および行動計画との連携を実現した。

多様な実世界環境を安全かつ安定に行動するため機能強化として、ステレオ画像処理の結果に基づいて、多様な狭隘部を移動するために、開口部分に応じたロボットの移動形態を選択する手法を開発した。

さらに、ヒューマン・インタラクション用遠隔操作・教示システムとして、高速なストリーミングによるロボットの視野画像の提示手法を実装し、強化現実

(augmented reality) 技術に基づくヒューマンインターフェースの構築を行った。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ヒューマノイドロボット、ヒューマンインターフェース、知能ブースター

〔研究題目〕 光デジタル再生技術の研究

〔研究代表者〕 土田 英実 (光技術研究部門)

〔研究担当者〕 土田 英実、秋本 良一、鈴木 真生

〔研究内容〕

伝送や交換処理により波形劣化した光デジタル信号を、全光学的に3R再生 (re-amplification : 増幅、re-timing : タイミング再生、re-shaping : 波形整形) する技術を開発することを目的として、光クロック抽出技術、光ゲートスイッチモジュール、これらを統合したビットレート40-160Gbit/sの光デジタルサブシステムの構築を行った。前年度に開発した電気光学発振器による光クロック抽出装置の改良と高度化を行い、高品質、高安定の40Gb/s光クロック抽出、および160Gb/s信号からの40GHzサブハーモニッククロック抽出を実現した。開発した40Gb/s光クロック抽出技術と、半導体光増幅器の相互位相変調効果を利用した光ゲートスイッチを組み合わせて、40Gb/s光デジタルサブシステムを構築した。これを用いて光信号再生実験を行い、Q値4.726、タイミングジッター1.879psの劣化信号から、Q値7.423、タイミングジッター579fsの再生信号を得た。ドライエッチング技術を開発し、低挿入損失 (<3dB@TE 偏波) の光導波路型光ゲートスイッチデバイスを実現した。作製したデバイスにおいて、サブピコ秒パルスに対する低エネルギー (5.1dB@10pJ) の吸収飽和を実証し、光ファイバ入出力を備えた小型モジュールを試作した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 超高速光信号処理、光3R再生、光クロック抽出、光ゲートスイッチ

〔研究題目〕 XMOS回路技術を用いた新世代FPGA : (FP)2GAチップの開発

〔研究代表者〕 和田 敏美

〔研究担当者〕 (エレクトロインフォマティクス G)

小池 汎平、日置 雅和、中川 格、  
関川 敏弘、河並 崇、堤 利幸  
(職員5名、他1名)

(先端シリコンデバイス G)

鈴木 英一、石井 賢一、柳 永勲、  
昌原 明植、遠藤 和彦、細川 新一、  
高嶋 秀則、(職員6名、他1名)

〔研究内容〕

4端子駆動 XMOS の持つ電氣的なしきい値電圧調整機能の実現という特長を巧妙かつ有効に活用し、

XMOS トランジスタの画期的なキラーアプリケーションとなることを目標としたチップとして Flex Power FPGA ((FP)2GA) チップの提案を行うとともに、研究ツール Flex Power VPR を開発し、これを用いて、Flex Power FPGA において、リーク電流による電力消費が30分の1以下に低減できることを解明した。

産総研提案の XMOS デバイス技術に関しては、XMOSFET の CMOS 回路应用到必須の、p チャネルトランジスタ、および、TiN メタルゲート作製技術を開発しデバイス試作を行った。XMOS デバイスのモデル化のために、試作 XMOSFET からのパラメータ抽出を行うと共に、XMOSFET 動作の詳細検討の結果、電源電圧が1V以下と小さくなると4端子 XMOSFET が通常のゲート共通の3端子動作よりも有利となり4端子 XMOS の特徴を発揮することができることが判明した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 FPGA、低消費電力、リーク電流、しきい値電圧調節、XMOSFET、4端子駆動

〔研究題目〕 分散型エネルギー大規模導入の実証研究

〔研究代表者〕 大和田野 芳郎

〔研究担当者〕 石井 格、村田 晃伸、山口 浩、  
安芸 裕久、近藤 潤次、大谷 謙仁、  
嘉藤 徹、後藤 新一、小熊 光晴、  
赤井 誠、伊藤 博、前田 哲彦

〔研究内容〕

目標 :

分散型エネルギー源の協調運用等によるシステム全体の高効率利用法を開発する。

研究計画 :

SOFC を核とする燃料電池ネットワーク、3エネルギー系システムの最適化、固体酸化物形燃料電池システムの性能解析、DME エンジンコージェネレーションシステムの開発・評価、水素エネルギートータルマネジメント手法、等の研究を行う。

年度進捗状況 :

SOFC を核とする燃料電池ネットワークについて、特性の異なる複数種の小規模燃料電池 (PEFC および SOFC) の併用により、熱電比の改善 (電気出力の向上) やエネルギー効率の改善を図るシステムを提案し、システムとして成立する事を明らかにした。また、熱エネルギー、電気エネルギー、化学エネルギー (水素など) の3つのエネルギー系からなるエネルギーネットワークの挙動を模擬し、最適化計算を行うためのシミュレータを開発した。

固体酸化物形燃料電池システムの性能解析について、多チャンネルインピーダンス解析装置、高精度ガス供給・分析装置からなる SOFC システムテストベンチを用い、出力制御システムを付加した1kW SOFC モジュールを被試験体に同テストシステムの性能を向上させ、

過渡状態を含む SOFC システムの性能解析試験方法の開発を行った。

DME エンジンコージェネレーションシステムの開発・評価について、DME エンジンによりコージェネレーションシステムパッケージを製作した。また、DME ディーゼルエンジンから排出された PM の成分分析から PM の生成要因の調査を行った結果、DME ディーゼルエンジンから排出される PM は、その大部分がエンジンオイルに起因する PM であることが示唆された。

水素エネルギートータルマネジメント手法について、9時間の水電解により生成した水素を水素吸蔵合金タンクに貯蔵し、これを用いて13時間の発電を行い、トータルシステムとして安定運転が可能であること、また、総合エネルギー利用率を、45.8%から52%へと向上させることが可能なことを実証した。電極面積250cm<sup>2</sup>の可逆単セルのスタック化を行い、10スタックでの出力1kWを確認した。

【分野名】 エネルギー

【キーワード】 エネルギーネットワーク、固体酸化物形燃料電池、DME エンジン、水素貯蔵、可逆セル、水素システム

【研究題目】 技術の社会受容性研究ーリスク（便益）解析支援による環境リスク受容型へー

【研究代表者】 富永 衛（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】 東海 明宏、山口 治子、米澤 義堯、（化学物質リスク管理研究センター）  
佐藤 浩昭、田尾 博明（環境管理研究部門）

【研究内容】

#### 1. 研究の目的・概要

プラスチック難燃剤の開発は、国の産業政策と安全政策、国際競争の面で極めて重要である。従来の臭素系難燃剤が、環境影響やリサイクルへの対応不適で、禁止又は忌避されつつあり、精力的な代替物開発（「新規難燃剤競争」）が行われているが、臭素系難燃剤を越えるものは未だ見つかっていない。他方、環境規制の厳しい北欧ではテレビ等の火災が、米国に比べ50倍も多いと言われているし、我が国も米国並みであるが、火災による総死亡者数は、圧倒的に多く、年間2000人で、交通事故死のほぼ5分の1と極めて大きなリスク要因である。その意味で、我が国における難燃剤の開発の意味は大きい。さらに、国際競争市場で未だ勝者がいない状況にあり、国際競争の面でも重要である。このため、臭素系難燃剤及びその代替難燃剤の新規物質についてリスクと効用の評価を行い、今後の難燃剤開発の方向性を提供する。

臭素系難燃剤が禁止または忌避されている理由は、環境影響とリサイクル性能であるが、確かに疑いは持

たれているが、本当にどの程度リスクがあるのかは、判然とはしていない。また、新規代替物質の候補はかなり開発されているが、それらも現在は、難燃特性の面からのみ調べられているだけで、“非臭素系”ならいいというような、稚拙な考え方で、開発が進んでいる。したがって、臭素系難燃剤の環境リスクがどの程度の大きさか、また、臭素系の中でも、すべてが駄目なのか、或いは、一定の条件を満たせば良いと判断されるのか、など、もっと積極的に検証される必要がある。また、開発されている代替品も、環境リスクの評価を早急に求められる。本プロジェクトは、当初は代替品開発も視野に入れたものであったが、既に NEDO プロジェクト等で、多くの代替品候補物質が上がってきている現状を考えると、この候補物質の中から選んで、リスクと効用の両面から比較をすることで、十分初期の目的を達成できると考えている。

本プロジェクトの研究領域としては、次の2つをあげることができる。第1に、臭素系物質の一部は今でも使われているので、環境動態解析では現状のモニタリングも有効だが、候補物質や新規物質については、ほとんどを予測に頼らねばならない。そのためには、構造活性相関などを積極的に利用するしかない。リスク評価手法の点でも、この研究は、新しい領域の開拓に踏み切ることになる。第2として、環境影響やリサイクル特性が key となっている物質の開発に、貢献できる。どちらかと言えば、事後評価に終始しているリスク評価から、先行リスク評価への移行を意味する。すなわち、事後評価のためのリスク評価から、事前代替品選択のためのリスク評価の手法を構築することとなる。

このためには、多くの関連部門との共同が必要となるが、すでに産総研内の環境管理、環境調和、エネルギー利用研究部門などで得られた研究知見を活用することで、大きな成果が期待できる。3年間を通じての検討領域は以下の通りである。

- ・評価対象物質（新規、候補を含む）の選定。臭素系物質についての、環境動態、特に室内汚染と、野外では鳥類等への濃縮を対象。候補物質の物性値収集。
- ・臭素系物質のリスク評価。候補物質のリスク評価のためのモデルの構築。
- ・臭素系の中の使用可能物質の選定、臭素系と、新規物質とのリスクと効用の評価。今後の方向性の明確化。

平成15年度においては、研究の枠組みの明確化と評価候補物質としてデカプロモジフェニルエーテルの予備評価を中心に検討を行った。

平成16年度においては、平成15年度での検討を踏まえ、以下の内容を重点課題として取り組んだ。

#### 2. 平成16年度研究成果概要

- (1) デカプロモジフェニルエーテルの詳細リスク評価  
排出量解析に用いたデータを精査するとともに、生

産、使用、廃棄の個々の段階からの DBDE 排出量の推定をおこなった。屋内空間を含んだ多媒体モデルをもちいて暴露解析をおこない（モデル A）、経路ごとの摂取量を推算し、MOE は十分低いレベルにあることを確認した。また、代替品 EBPBP（エチレンビスペンタプロモフェニル）を同様に暴露解析し、MOE でみた場合のリスクが上昇し DBDE と逆転するプロフィールを時系列的に明らかにした。

(2) リン系難燃剤、無機系難燃剤のリスク評価の着手と暴露解析

DBDE で構築した暴露解析モデルを援用し、データ作成支援法を導入した方法（モデル B）をリン系難燃剤、無機系難燃剤に適用し、同様に経路別摂取量を求めた。リン系物質は、室内空気からの摂取量が大きく、アンチモンは魚食経由の摂取量が多いことが分かった。

(3) 生体試料バンクを活用した暴露実態を反映する試料の分析

食餌、血液は、母乳に関しては日本全国を対象に、3時代区分の試料を分析した。食餌に関しては、80年初頭から95年前後にかけて濃度上昇後、2000年代においては、低減の傾向を読み取れた。全血に関しては、地域間のばらつきが大きかった。京都市内在住者を対象とした20年間にわたる血清中濃度の推移をみると、全サンプルで20～40%デカが占めており、血清脂肪重量あたりの濃度は、経年的に増加傾向が見られた。20年間（1983から2003年）で血清中 PBDE 濃度は、約7倍程度に上昇していた。

(4) 代替品選択のプロトタイプモデルの構築

日本で現在使用されている代表的難燃剤に関し、モデル B と簡単な QSAR を導入した推算をおこない、代替品選択のための暴露、有害性に関する基礎データを整備した。

(5) 臭素系難燃剤を中心とした代替動向の調査

臭素系難燃剤の代替動向について、業界等へのヒアリングをベースに、代替品の動向を調査し、脱臭素化の進展具合、2000年を境に急激にリン系への移行が進展して居る様子を把握した。

[分野名] 環境・エネルギー分野

[キーワード] 難燃剤、臭素系難燃剤、リスク評価

[研究題目] 持続可能社会構築のためのフロン代替化合物の評価に関する研究

[研究代表者] 関屋 章（環境化学技術研究部門）

[研究担当者] 徳橋 和明、田村 正則、杉江 正昭、内丸 忠文、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、権 恒道、松川 泰久、水門 潤治、近藤 重雄、池田 まなみ

[研究内容]

1) 目標

京都議定書は2010年前後を達成年とする短期的な評価により、温暖化抑制を目指している。しかし、現在の環境課題では最終的な目標である持続可能社会の構築に向けた科学的な評価基準への取り組みの重要性が学会、産業界など各方面から強く要請されている。この最終目標に合った評価手法を確立し、持続可能社会構築を目指したフロン代替物の国際基準となりうるレベルにある総合的選択指針の構築に必要な要素技術の高度化と、総合評価のあり方を示すことを目標とする。

2) 研究計画

持続可能社会の構築を目指した新しい温暖化評価軸の下、温暖化の直接効果と間接効果、安全性評価、毒性評価、必要に応じて使用方法による温暖化の差の評価、他の環境影響の評価、回収・破壊技術等の消費エネルギー、省資源性、経済性等を種々代替物の評価に広く盛り込む。これらの要素技術の完成度を高め、さらに、持続可能社会達成のための総合評価にこれらの要素技術の活用を試みる。

3) 本年度進捗状況

持続可能な開発を維持するためには関係のある全ての評価項目を効率よく表現し、分かり易い指標の下に技術の優劣を表現する必要がある。そこで、代替フロンの必要な評価項目を資源、環境、受容性に分類し、その評価要素技術、評価方法等を分類した。本年度は、IWE (Integrated Warming Effect) を補強した新指標 CWP (Composite Warming Potential) を提案した。この指標は、大気放出された化合物の温暖化効果 (WEDC) と大気放出された化合物が生成するオゾンの温暖化効果を足し合わせた指標であり、時間変化に対しても評価できることから、持続可能性の評価に対応する。フロン代替物の燃焼に由来の安全性評価の一環として、ISO 等でも評価項目として取り上げられている燃焼速度の測定を行った。また、個々の評価要素技術についても、種々の化合物の測定・予測値を行い、評価データを提供した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 代替物、総合評価、選択指針

[研究題目] 大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究

[研究代表者] 木村 克己

[研究内容]

大都市圏の地質災害軽減・環境保全に資するため、首都圏等の大都市圏の平野地域をモデルフィールドとして高精度の地質・地球科学・地盤工学・情報科学による総合研究を実施し、平野地下地質・構造の解明、総合地下地質データベースの開発、地震動の増幅特性の評価を行う。本研究は1) 平野地下地質の調査・研究、2) 地質情報の標準化と高度化による総合地下地質データベースの研究、3) 大都市圏平野地下の不整形地盤に関する地震

動評価、の3課題から構成される。本年度は3年計画の2年目にあたる。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】大都市圏、首都圏、平野、地下地質、データベース、標準、地震動

【研究題目】大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究

【中項目】大都市圏平野地下地質の調査・研究

【研究代表者】木村 克己

【研究担当者】稲崎 富士、石原 与四郎、植木 岳雪、内山 美恵子、岸本 清行、木村 克己、駒澤 正夫、斎藤 文紀、佐藤 秀幸、高橋 雅紀、田辺 晋、中島 礼、中里 裕臣、中澤 努、中西 俊典、中山 俊雄、八戸 昭一、林 宏一、宮地 良典、柳沢 幸夫、渡辺 真人

【研究内容】

本研究は、首都圏東部の沖積低地において、沖積層の層序・構造と物性標準の構築、浅層地盤構造の3次元モデル化、中新統～更新統の標準層序と地質モデルの構築を目標に研究を進めている。本年度は以下の研究を実施し所定の成果を得た。中川・荒川低地の2地点（GS-AMG-1：東京都足立区本木、GS-MHI-1：埼玉県三郷市彦成）で沖積層のオールコアボーリング調査・コア解析、PS 速度検層、ボーリング資料の収集・整備を実施し、中川低地南部から東京低地中部にかけての沖積層層序・堆積システムとその堆積モデルを詳細化し、堆積相と物性・化学特性の対比を行うことができた。また、4500本の土質ボーリング柱状図のデータセットを整備し、沖積層基底面の3次元復元図を作成した。埼玉県草加市・吉川市において S 波ランドストリーマー（以下、S 波 LS）探査手法による浅部 S 波速度構造探査を実施し、草加市東部域の浅層地盤に関する2次元および3次元の S 波速度構造モデルを作成した。大宮図幅調査で掘削した既存コア及び H15年度末に新規掘削したコアの検討により、大宮台地の地下に分布する下総層群の層序をほぼ明らかにすることができた。地表地質の年代層序学的対比に基づいて、従来の三浦層群とされていた先上総層群を“N.8層”と“post N.8層”に二分する層序モデルを構築した。この視点を地下地質反射断面に適用し、関東平野西部において未解決であった朝霞一鴻巣地震波断面の地質学的解釈を試みた。埼玉県草加地域で、測点間隔50～100m 程度の重力の精密調査を追加的に行い、深度が数100m 以浅の微細構造を抽出した。また、つくば市谷田部地域の高重力帯周辺で、微動の H/V 構造と重力異常との関連を検証するため微動観測を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】首都圏、沖積層、埋没谷、浅層地盤構造、ボーリング調査、検層、堆積システム、微動アレイ、S 波速度、N.8層、下総層群、重力

【研究題目】大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究

【中項目】地質情報の標準化と高度化による総合地下地質データベースの研究

【研究代表者】村田 泰章

【研究担当者】稲崎 富士、川畑 作、兼子 尚知、木口 努、木村 克己、古宇田 亮一、斎藤 英二、阪口 圭一、菅原 義明、杉山 雄一、中野 司、名和 一成、西村 昭、長谷川 功、牧本 博、宮崎 純一、村上 裕、村田 泰章、脇田 浩二、渡辺 和明、渡部 芳夫、Bandibas Joel

【研究内容】

本研究は、地質情報メタデータの整備と検索システムの開発、地質図データのデータモデル標準・凡例の標準化、多様な地質情報を総合化し網羅的な検索・表示・解析を可能とする地質情報のインデックス情報システムの開発、3次元地質構造のモデル化手法の開発を目的にして、本年度は以下の研究を実施し所定の成果を得た。1) 昨年度開発した地理情報メタデータ規準 JMP2.0に準拠した地質情報総合メタデータ・クリアリングハウスのプロトタイプシステムを用いた外部公開システムを開発するために、RIO-DB としての公開システムの開発作業を実施・公開した。2) アジア多言語辞書プロジェクトにおいて、約6000語の地球科学用語を日本語化し、多言語辞書の作成に貢献した。3) ジオメトリデータの画像化、クエリー機能（範囲指定・ポイント指定）等の地質情報の表示部分の開発を行い、イントラネットでテスト公開を開始するとともに、100万分の1日本地質図等をシステムに登録した。4) Geo\_3D と称する地質構造シミュレーションソフトウェアに改良を加え、地層の堆積、傾動、侵食、断層ずれを考慮できるようになった。このシステムを利用して、新潟県中越地震被害域の3次元地質構造モデルを作成し、WEB に公開するとともに、つくば地域、鹿児島県鹿屋地域の地下地質情報を収集・数値化し、予察的な3次元地質構造モデルを構築した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】メタデータ、統合地質図、インデックス・システム、3次元地質構造モデル

【研究題目】大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究

【中項目】大都市圏平野地下の不整形地盤に関する地震動評価

【研究代表者】 関口 春子

【研究担当者】 関口 春子、堀川 晴央、吉田 邦一

【研究内容】

1923年の関東地震の際には、沖積層に埋積された埋没谷において、周囲よりも大きな被害が生じたことが指摘されている。本研究では、地震観測と詳細な地盤構造調査に基づく地震動シミュレーションにより、その地震動応答を明らかにすることを目的としている。課題1（研究番号：A-106-1）において詳細な浅層地盤構造調査が行われた首都圏東部の中川低地帯にある埋没谷の谷壁（埼玉県草加市付近）周辺に、昨年度、6台の地震計のアレイ観測網を設置し自然地震の観測を開始した。今年度、複数の中規模地震の波形記録が得られた。埋没谷の外側または埋没谷壁近くと考えられる観測点では2Hz弱辺りにスペクトルのピークが現われ、埋没谷内部へ移るに従って、埋没谷の外側に比べピークが低周波数側シフトする一方、より高周波数側にも小さなピークが現われる、という特徴が複数の地震の記録に共通に見られた。一方、このサイトによる地震応答の違いと地盤構造の関係を調べるため、課題1で行ったS波反射法探査により求められたS波速度構造の断面をもとに、2次元差分法で平面入射のSH波場を計算した。2Hz弱付近のピーク、および、埋没谷内へ入ると低周波数側が強くなるという特徴は、観測と定性的に合致しており、地震動応答の差異をこの浅層構造モデルでおおよそ説明できることがわかった。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 中川低地、埋没谷、地震計、地震動応答特性

【研究題目】 細胞・組織情報統合化技術の開発

【研究代表者】 三宅 淳

【研究担当者】 三宅 正人、藤田 聡史、太田 英史、ダニエル P フネリオ。共同実施機関として、秋山 泰、富永 大介（生命情報科学研究センター）、多比良 和誠、加藤 義雄（ジーンファンクション研究センター）、平野 隆（生物機能工学研究部門）

【研究内容】

本研究提案は、産総研が有する細胞トランスフェクションアレイ技術とバイオインフォマティクス技術を融合し、トランスクリプトーム、プロテオーム、遺伝子発現調節ネットワーク情報をIT技術により統合した、新しい精密細胞診断技術を開発する。新しいユビキタス医療システムを実現するための、細胞等の精密自動診断装置などへ応用することを目指す。本目的を達成させるための研究開発として平成16年度は参加研究センター、部門連携のもと1) ヒト細胞転写調節ネットワーク解析用トランスフェクションアレイシステムの開発、ヒト細胞情

報統合化システムの開発、ヒト細胞転写調節ネットワーク解析用RNAiの網羅の開発、ヒト細胞トランスフェクション用高輝度高解像度画像計測システムの開発を行うこととした。

平成16年度では、平成15年度に開発した要素技術（細胞解析ツール、細胞解析デバイス、細胞情報化、細胞情報解析）を統合したシステムの開発を行い、ゲノム、プロテオーム、トランスクリプトーム、フェノーム情報の統合化を可能にした。一方で、各研究ユニットの専門性を生かし、細胞解析ツール、細胞解析デバイス、細胞の情報化とデータベース化および細胞内ネットワーク解析技術の高度化を推進した。これにより、完全に科学的・情報オリエンティッドな医療システム構築のための基盤を創出し、2年以内に実用化の段階に達することを目指す体制が整った。バイオ・ITを実質的に融合し、新しい産業を生み出す本連携体制は国内外で新規である。細胞・組織の不均一な状態を時系列、大規模網羅的に解析、情報化する技術開発は国内外含め初めてであり、新しい産業創出に向けて産総研がリーダーシップをとるべき課題であると考えている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 精密細胞診断、細胞情報統合、トランスフェクションアレイ

【研究題目】 「AIST バイオインフォマティクス・イニシアティブ」

【研究代表者】 秋山 泰

【研究担当者】 秋山 泰、諏訪 牧子、浅井 潔、熊谷 俊高、金 大真、本野 千恵、広川 貴次、富井 健太郎、野口 保、関嶋 政和、塚本 弘毅

【研究内容】

産総研の「総合」研究所たる強みを十分に活かして、分野間融合（情報通信分野＋ライフサイエンス分野）および分野内融合（ライフサイエンス分野内の4部門間、提案時点では3部門間）の積極的推進により、バイオインフォマティクス技術に関して国際的にも例を見ない先行研究事例を作ることを目指す。研究課題は、大きく分けて次の2つから成る。(1) 情報通信分野での活動実績を活かしたバイオインフォマティクス研究向けの高度コンピューティング環境の開発、(2) 産総研内のライフサイエンス系ユニットで実施されている先端研究へのバイオインフォマティクスの実応用・評価。

平成16年度進捗状況は以下の通り。

(1) は、3つのサブテーマに分かれ、A1) バイオインフォ向き並列計算環境の構築、A2) バイオインフォ向き並列データ環境の構築、A3) 実応用並列ライブラリ・プログラム集の開発、として提案した。A1, A2は初年度のみで打ち切りとし、今年度はA3のみを実施した。タンパク質間の並列相互比較、並列モデリン

グなどのプログラム群を開発した。

(2) は、ライフサイエンス系ユニットとの協調によるもので、予算を実験系と折半して先端研究向けバイオインフォマティクスの実証開発を行った。3つのサブテーマ、B1) 糖転移酵素発見、B2) 麹菌遺伝子発見、B3) 次世代ハイスループット質量分析システムに分かれている。今年度の進捗としては、B1においては遺伝子発見技術と糖転移酵素特異的フィルターとの融合等が進んだ。B2においては麹菌全遺伝子の発見とアノテーション付けが進み、国際協調により比較ゲノム解析も実施した。また当該成果等をシーズとしてベンチャー企業を起業した。B3については大規模プロテオミクス向け質量分析ソフトウェア CoCoozo をほぼ完成するとともに、測定サイクルを高速化するための質量分析機器の改良研究などを実施した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子発見、タンパク質構造解析、糖鎖、麹菌、質量分析、並列処理技術

〔研究 題目〕 運動蛋白質を用いたナノバイオマシンの構築

〔研究代表者〕 湯元 昇

〔研究担当者〕 達 吉郎、茂里 康、森垣 憲一（セルエンジニアリング研究部門）、  
上田 太郎（ジーンファンクション研究センター）、西井 準治、金高 健二（光技術研究部門）、  
久保 泰（脳神経情報研究部門）、  
芝上 基成、小高 正人、小川 昌克（生物機能工学研究部門）

〔研究 内容〕

目 標：

本研究では、日本のナノバイオロジーの高いポテンシャルを活かして、世界に先駆けて新しい産業基盤を形成することを目的として、ナノテクノロジーで大きな課題とされているナノ機能素子の運搬、配置を行うことができる微小マシン機能素子を開発する。

研究計画：

運動蛋白質を開発してきたジーンファンクション RL と、それを微小マシン機能素子としてシステム化するための要素技術をもつ各グループが融合化して、運動蛋白質に望みの動きをさせるための基板修飾、運動蛋白質に運ばせる「荷物」（ナノ機能素子）の開発と運動蛋白質との結合方法の開発、運動制御機構の開発を行う。

年度進捗状況：

本年度は、ナノバイオ輸送システムのプロトタイプとして自走式ナノバイオマシンを完成させた。当研究チームが考えるナノバイオ輸送システムは微小管にナノ粒子等の機能性ナノ構造体を担持させ、これを運搬し、適当な場所でこれを切り離すというシステムである。本年度

は異方性高分子微粒子を微小管に結合させ、異方性高分子微粒子上に固定化している酵素を使ってエネルギーを自己供給するキネシンモーターナノバイオマシンの開発を行った。ナノバイオマシンには、①大きさとして分子がアッセムブルしたレベル、②異種分子がシステムを形成している、③生物原理に基づいて動く、という三つの因子が要求されているが、今回開発した自走式ナノバイオマシンはこの要件を満たす初めてのシステムである。また、本システムは、基質ホスホエノールピルビン酸濃度に依存して運動するので、ナノバイオマシンシステムとしての機能も兼ね備えていると考えられる。

さらに、システムに組み込むための要素技術として、(1) 荷物を担持するために、シクロデキストリンを結合した微小管の調製(2) 荷卸しのための光解離性のリンカーの合成、(3) 光照射による運動制御のためのペプチドの調製、(4) ナノバイオマシンに行わせるリアクターとしての仕事としての種々の反応系の検討、などを行った。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ナノバイオ、運動蛋白質、ナノマシン、機能素子

〔研究 題目〕 AIST グリッド

〔研究代表者〕 関口 智嗣（グリッド研究センター）

〔研究担当者〕 建部 修見、川田 正晃、小島 功

〔研究 内容〕

本研究では、AIST グリッドの実現とこれを用いた応用システムの研究開発に関し、AIST グリッド広域仮想ファイルシステムの設計と実現、膜タンパク機能解明システム、グリッドサービスに基づくデータベース資源統合の研究開発の3課題を実施した。

AIST グリッド広域仮想ファイルシステムの設計と実現においては、10ペタバイト級の大容量データ処理を可能とするシステムの実現を目標に、クラスタ技術とグリッド技術を統合し高速性、高信頼性、利便性を実現するシステムの研究開発を目的とし、AIST グリッド広域仮想ファイルシステムのための実証用ソフトウェアを完成させ、環太平洋規模の実験環境において、高エネルギー物理学アプリケーション、及びバイオインフォマティクスアプリケーションによる実証実験を実施し、効率よく安定に動作することを確認した。

膜タンパク機能解明システムにおいては、脳神経情報研究部門と共同で、AIST スーパークラスターの数百プロセッサを用いたシステムの実証実験を成功させ、単粒子解析による立体構造解析での実用化試験を行った。また、グリッド PSE を用いて単粒子解析ポータルを構築し、PSE の実用化試験を行うと共に、システムの本格普及に向けグリッド上にユーザ環境の整備を行った。

グリッドサービスに基づくデータベース資源統合の研究開発においては、OGSA-WebDB の応用分野への適用可能性について、遺伝子データベースを対象として検

証するとともに、グリッドに持ち込まれる Web 資源が膨大になった場合のデータベース発見の手法を開発した。また、性能や機能の向上のための改良作業を実施した。

【分野名】情報通信

【キーワード】グリッド、アプリケーション、広域仮想ファイルシステム、タンパク質単粒子解析、OGSA-WebDB、データベース資源統合

【研究題目】**土壤汚染共同研究 土壤汚染調査・評価・管理手法の開発**

【研究代表者】松永 烈

【研究担当者】松永 烈、駒井 武、徳永 修三、杉田 創、今井 登、木村 克己、丸茂 克美、御子柴 真澄、太田 充恒、岡井 貴司、辰巳 憲司、福嶋 正巳、飯村 洋介、澤田 章、田尾 博明、中里 哲也

【研究内容】

重金属類を中心とする有害化学物質の地圏環境における環境リスクを客観的に評価し、操業サイトおよび工場跡地の適切なリスク管理を実施するため、汚染調査、サイト評価および人への健康影響などを反映するリスク評価システムを開発し、一般に公開、普及を図る。さらに、地質調査、汚染状況の把握、最適な浄化・修復技術の適用、リスク低減効果などの各プロセスのデータ、パラメータを統合化し、包括的に解析するためのリスク管理システムの開発について検討する。本年度は、土壤・地質汚染調査地の調査、モニタリング技術、浄化対策の技術開発を進め、これら一連の研究から得られる情報を活用し、浄化技術のリスク低減効果を付加したリスク管理システムの開発を行った。土壤の調査からは過去の影響が認められる高濃度の重金属が存在することが分かった。原位置簡易測定法の開発では、環境基準値の評価が可能なることを実証し、土壤中の重金属を結合状態別に簡便かつ迅速分析できる技術を開発した。浄化処理技術の開発では、界面動電法電解槽の pH 制御が土壤内のイオン濃度差と電位勾配に与える影響について評価した。植物を用いる浄化法の開発では、カドミウムを含有する実汚染土壤を用いてハイパーアキュムレーターの有効性を確認した。リスク管理手法の開発では、サイトモデルの設計および作成を行った。また、汚染土壤からの有害化学物質の溶出、土壤への吸着性などに関する環境パラメータを取得した。作成したサイトモデルを用いて、実際に汚染されたサイトの評価を行い、曝露とリスクの解析および修復効果の定量的な評価を実施した。

【分野名】環境・エネルギー、地質・海洋

【キーワード】土壤汚染、地下水汚染、調査技術、浄化技術、リスク管理、地質調査

【研究題目】**多次元情報飛行時間質量分光法 (Super-TOF) の開発**

【研究代表者】大久保 雅隆

【研究担当者】齋藤 直昭、浮辺 雅宏、黒河 明、茂里 康、絹見 朋也、久志野 彰寛、陳 銀児、一村 信吾  
(職員6名、他2名)

【研究内容】

原子からたんぱく質のような巨大分子 (10Da-1MDa) を100%の検出効率でカバーでき、定量性をもった質量分析装置を構築することを目的とする。

従来の飛行時間質量分析装置 (TOF-MS) では、コンポーネントの精密な定量的特性を知ることができない。これは、イオン源、イオン光学系、イオン検出器の定量的特性を知る手段がないためである。超電導検出器は、原理上分子量に依存しない100%の検出感度を達成可能である。この検出感度が保証された分子検出性能を基に、(1) 価数制御可能なエレクトロスプレー型 (ESI) イオン源、(2) そのイオン源の特性に最適化した加速部とイオン光学系、(3) 分子量に依存しない検出特性の超電導検出器から成る飛行時間型質量分析装置を開発する。

マトリクス支援レーザー脱離イオン源 (MALDI) と超伝導検出器を接続したプロトタイプ Super-TOF 装置の性能試験のために、NIST デザインの3種の標準ペプチド (SRM2397) を合成した。また、産総研独自の標準ペプチド創製のために、122種類の異なる配列を有するペプチドを合成した。さらに、様々なたんぱく質機能のオン・オフを司る、翻訳後修飾 (リン酸化、酸化等) たんぱく質およびペプチドの検出技術を開発した。超伝導検出器を搭載したプロトタイプの質量分析装置にて、実際に上記標準ペプチド (1563-2950Da) に加えて、金属クラスター (200Da-100kDa)、牛血清アルブミン (66.4kDa)、ポリスチレン (200kDa) といった高分子の分析実験を行い、600kDa まで100%の検出効率が達成できることを実証した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量分析、高分子、ペプチド、たんぱく質、超電導

【研究題目】**バイオメディカル計測標準の先導開発**

【研究代表者】千葉 光一 (計測標準研究部門)

【研究担当者】高津 章子、加藤 健次、石川 啓一郎、清水 由隆 (計測標準研究部門)、金川 貴博、川原崎 守、陶山 哲志 (生物機能工学研究部門)、田尾 博明、鳥村 政基、清野 晃之、孫 麗偉、稲垣 真輔、關根 朝美 (環境管理研究部門)、茂里 康、達 吉郎、湯 元昇 (セルエンジニアリング研究部門)、絹見 朋也 (ヒューマンストレスシグナ

ル研究センター)、横山 憲二、  
平塚 淳典、宮地 寛登、木下 英樹  
(バイオニクス研究センター)、  
篠原 康雄、石川 満、馬場 嘉信(単  
一分子生体ナノ計測研究ラボ)

【研究内容】

バイオメディカル計量標準物質として、コレステロール(純物質)認証標準物質(純度の認証値99.9%±0.1%)を開発し、NMIJ 認証標準物質(NMIJ CRM 6001-a)として認証して供給を開始した。次世代 DNA 定量法の開発と標準化としては、国際的な DNA 測定の標準化研究(国際度量衡委員会主催国際比較)に対応して、日本国内における DNA 測定の標準化を目的に比較実験を企画・実施した。また、新規 DNA 標準として、遺伝子をコードしないランダムな配列という条件を満足する600bpの標準を試作した。細胞の分離・同定法の開発と標準化としては、「電気泳動細胞分離」と「MALDI-MS 細胞同定」を融合するためのインターフェースとして、泳動分離した細胞をオンラインでマトリックス溶液と混和して MALDI 用プレートに塗布するシステムを構築し、電気泳動法で得られた分解能を損なうことなく MALDI-MS 測定を可能とするものとして、特許出願を行った。標準ペプチド配列の開発では、122種類の異なる配列をもつペプチドのマスパターンを MALDI-TOF で調べ、等電点が高いにも関わらずイオン化強度の低いペプチドや、等電点が高いがイオン化強度の高い値を示すペプチドの存在を確認した。二次元電気泳動やプロテインシステムチップ測定における等電点および分子量の指標となる標準タンパク質の開発では、システイン(Cys)残基を1個有するタンパク質を大腸菌からクローニングして大量発現系を構築し、タンパク質精製後に蛍光色素 Cy5-マレイミドで Cys 残基を修飾して、蛍光色素を一箇所のみ標識したタンパク質を4種類作製した。遺伝子発現レベルの規格化と標準化では、36B4遺伝子の5'領域に観察された高度に保存された領域を用いることによって、動物の種を超えて36B4遺伝子の発現レベルを定量的に比較することができることが明らかにした。

【分野名】標準

【キーワード】バイオ標準、臨床検査標準、メディカル標準

【研究題目】輸送機器軽量化によるパッシブ型省エネルギー技術の開発

【研究代表者】鳥山 素弘

(サステナブルマテリアル研究部門長)

【研究担当者】上野 英俊、山崎 淳一、佐藤 富雄、  
恒松 絹江、恒松 修二、三輪 謙治、  
安江 和夫、阪口 康司、田村 卓也、  
山田 康雄、下島 康嗣、伴野 巧、  
千野 靖正、細川 裕之、斎藤 尚文、

今井 恒道、重松 一典、鈴木 一孝、  
渡津 章、池山 雅美、斎藤 和雄、  
増田 晴穂、中尾 節男、崔 竣豪、  
朝比奈 正、加藤 清隆、園田 勉、  
全 仁秀ほか(職員28名、他28名)

【研究内容】

LCA 解析によれば自動車が消費する全エネルギー(生産、使用、廃棄に要するエネルギー)の90%が走行時に消費されるガソリン等の石油燃料に由来することから輸送機器の軽量化に焦点を当て、マグネシウム等の軽量金属を輸送機器の構造部材とするために必要な要素技術の開発を行う。また同時に、素材メーカー、素材製造機メーカー、自動車会社ならびに特殊技能を持つ中小企業と協力して、軽量金属部材を用いた軽量自動車を試作し、その省エネルギー効果を実証する。

その際のアウトカムとしては、乗用車の軽量化で1250万トンのCO<sub>2</sub>削減を図ることにより地球温暖化を阻止することを目指す。

また、研究方法としては、①耐熱 Mg 合金の開発、②マグネシウム合金の連続鋳造技術の開発、③セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化技術の開発、④塑性加工プロセスによるマグネシウム合金の部材化技術の開発、集合組織制御によるマグネシウム合金の面内異方性低減圧延技術の開発、高機能マグネシウム合金継手作製のための接合技術開発、⑤マグネシウム合金の耐食性向上のためのコーティング技術の開発、⑥自動車用軽量材料化を図るための材料技術の開発などを行う。

平成16年度の進捗状況は下記の通りである。

①AM60B 合金において溶解・鋳造プロセスを改善した合金開発を行い、従来法に比べて150%の押出し速度7m/minを得た。②連続鋳造機を中心とするミニプラントの設計・導入・立ち上げを行った。また、電磁振動プロセスによる金属ガラス創製技術の開発を行い、マグネシウム合金についてはより形成能を向上させる条件を求めると共に、他合金に対しても可能であることを明らかにした。③一方向凝固法により高アスペクト比の結晶粒を有するマグネシウム合金を作製した。また、結晶粒の形態を制御することにより、高温強度および常温強度が鋳放し材と比較して著しく向上することを確認し、それが粒界すべりの抑制に起因していることを明らかにした。④AZ91D マグネシウム合金に対して母材強度の90%以上の継手強度を有する接合部材作製のための摩擦攪拌接合条件を導出した。また、摩擦攪拌現象を利用すると、AZ91D の特性を向上させることが可能であることを明らかにした。⑤マグネシウム合金への DLC コーティングを行い、前処理の最適化により、56時間の塩水噴霧試験後でも表面がほとんど荒れないコーティング条件を見出した。⑥ポーラス構造を形成する数多くのパラメータを整理し、構造を制御したモデルの創製とその評価によ

り、開発すべき構造体の指針を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 軽量合金、マグネシウム、耐熱合金、塑性加工

【研究題目】 **ダイヤモンド紫外発光デバイスの開発**  
(内部資金)

【研究代表者】 藤森 直治

【研究担当者】 大串 秀世、山崎 聡、朴 慶浩 他  
(職員5名、他8名)

【研究内容】

ダイヤモンドの励起子の非線形紫外線発光を利用した、発光デバイスの開発を目標に、非線形現象に関連した励起子のボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) の可能性の検証から、(111) 面を用いた p 形・n 形の合成、pn 接合の製作、微細加工技術の開発、デバイス構造の設計とその作製を行い、紫外線発光デバイスを試作している。発光波長が235nm と蛍光灯における水銀の発光波長に近いことから、高効率・水銀フリーの蛍光灯への応用を、また、BEC の結果生じる超放射光の応用を視野に入れている。

平成16年度の進捗としては、以下の通りである。

- ・BEC の特徴である化学ポテンシャルがゼロになる領域を励起子系のガス温度と格子温度が一定な40K 付近で見出すことに成功し、非線形現象が BEC と強く関連することを明らかにした。
- ・n 形アモルファスシリコンによるヘテロ pn 接合およびホモ pn 接合を製作し、これらに接合特性と EL 特性を評価した。
- ・フォトレジスト、電子ビーム露光により微細加工技術の向上をはかるとともに、その計測技術の開発に着手した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、励起子、紫外線発光、ナノデバイス

【研究題目】 **カーボンナノチューブとバイオ・IT 融合化技術の開発 (分野戦略)**

【研究代表者】 飯島 澄男

(ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】 (ナノカーボン研究センター)

湯村 守雄、畠 賢治、斉藤 毅、  
大嶋 哲、山田 健郎、岡崎 俊也、  
水野 耕平、Don Futaba  
(生物機能工学研究部門) 平野 隆、  
町田 雅之、角田 慎一、M.Gad  
(セルエンジニアリング研究部門)  
三宅 淳、中村 徳幸、中村 史、  
若山 樹

(ナノテクノロジー研究部門)

徳本 圓、片浦 弘道

【研究内容】

① カーボンナノチューブ超精密成長制御技術の開発

CVD 法における触媒の活性時間及び活性度を大幅に改善し、ナノテクノロジーの中核素材として期待される SWNT の合成において、従来の500倍の長さには達する超高効率成長、従来の2000倍の超高純度の合成技術 (スーパーグロース技術と命名) の開発に成功した。さらに、配向性も極めて高く、マクロ構造体の作製にも成功した。本研究成果は、米国科学誌サイエンス2004年11月19日号に掲載された。また、高純度 SWCNT を用いて、C60をはじめとして、水分子や各種塩等の SWCNT 内・外へのドーピングを行い、それによる SWCNT や内包分子の構造や物性を調べた。

② カーボンナノチューブの IT への応用技術 (カーボンナノチューブ電子デバイス) の開発

カーボンナノチューブを基板上からプラスチックの表面に埋め込み転写し、表面層のみで高い導電性を付与し、かつ高い透明性を持つ透明フィルムの合成に成功した。また、シリコン基板上に CVD 成長させた単層カーボンナノチューブ (SWNTs) へ直接 C60および Gd@C82フラレンをドーピングすることに成功し、Gd@C82ピーポッド FET のデバイス特性を調べたところ、p 型、n 型特性が同時に現れる両極型特性を示すことがわかった。

③ カーボンナノチューブのバイオへの応用技術の開発 (カーボンナノチューブとバイオ分子と組み合わせ技術の開発)

バイオ分子デバイスの構築を目的として、本年度は、バイオ分子デバイスの構築を目的として、本年度は、カーボンナノチューブ (CNT) とバイオ分子のカップリング技術として、光合成微生物由来の光合成タンパク質、ヒドロゲナーゼを用いて、CNT 表面への固定化等に関連する研究を進め、その組織化および配向等の制御に関して検討した。また、カーボンナノチューブ (CNT) とバイオ分子のカップリング技術として、光合成微生物由来の光合成タンパク質、ヒドロゲナーゼを用いて、CNT 表面への固定化等に関連する研究を進め、その組織化および配向等の制御に関して検討し、安定した構造の形成に成功した。また、高性能アクチュエータに使用するナノチューブフィルムの製造を目的とするナノチューブ合成方法 (直噴熱分解合成法) を開発し、このナノチューブフィルムを用いたコンポジットアクチュエータの開発を行い、アクチュエータ型湿度センサーの試作に成功した。

【研究題目】 **通信機器向け MEMS スイッチとフィルターの研究開発**

【研究代表者】 前田 龍太郎

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕池原 毅、張 毅、小野寺 和正、  
曹 俊杰、亀田 省三

〔研究内容〕

現在、我々が利用可能な携帯電話のような携帯型移動通信端末は音声通話と同時に300~500kbps程度の伝送速度をもったデータ通信が実現し、いわゆる移動体通信の第3世代が到来した。既に市場には累積数として700万台の携帯電話が普及し、従来に比べて遥かに社会生活の利便性は向上した。しかしながら、ここに来て携帯型移動通信端末（携帯電話、PDA、携帯型パソコンなど）の開発は2010年を目指した新たな展開を模索し始めた。すなわち、今後の通信端末は従来の音声通話主体から画像など大量のデータを瞬時に送受信できるデータ伝送端末への変貌を余儀なくされている。直近では2006年頃を完成目標に、現状の第3世代の通信速度400kbps程度から第3.5世代通信速度30Mbpsへ、更には2010年ごろの完成を目標に第4世代の通信速度100Mbpsの大量のデータ伝送機能向上に向けて、携帯型移動通信端末の開発競争が開始された。

本研究開発では第3.5世代の通信端末に搭載される電子部品のうち、アンテナに直結する通信機器の高周波信号を処理するいわゆるフロントエンド（Front End）に使用される重要部品であるフィルターとスイッチを、本研究ユニットで長年蓄積された成果であるPZT材料技術とMEMS技術を応用して研究開発する。

本年度はMEMSタイプのスイッチについて、圧電素子で駆動するタイプのスイッチを微細加工により試作し、以下の成果を得た。

- ・低挿入損失（0.2dB以下）
- ・高絶縁性（40dB）
- ・超広帯域（1~50GHz）
- ・高信頼性（1~10年、従来は数時間）
- ・低電圧駆動マイクロ波スイッチ（7Vで駆動、従来は30V程度）

スイッチは全体として高機能ではあるが、問題点としては圧電素子と電極等の多層膜の残留応力が原因で、スイッチのブリッジ部が変形している部分が散見されることで、全体の歩留まり向上が今後の技術的な課題である。今後はデバイスの信号線路の形状を最適化することにより、更に良好な特性が得られることが期待される。フィルターについてはスパッタ装置の改造を行い、AIN等の膜厚のウェハ内均一性および膜厚精度の向上を図った（ウェハ内で5%以内）。また各種熱処理を検討し、電気特性の向上を試みた。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕RF-MEMS、ミリ波スイッチ、フィルターバンク

〔研究題目〕先進バイオプロセス・パイプラインの開発

〔中項目〕新規遺伝子資源の開発

〔研究代表者〕中村 和憲

〔研究担当者〕生物機能工学研究部門 生物資源情報基  
盤研究グループ 花田 智、関口勇地  
〃 生物共生相互作用  
用研究グループ 深津 武馬  
〃 酵素開発研究グ  
ループ 宮崎 健太郎、望月 一哉、  
矢追 克郎、末永 光

〔研究内容〕

「新規遺伝子資源の開発」（中項目1）においては、環境等から直接遺伝子を取得することを目的として以下の研究を行った。

（1-1）特定標的遺伝子の探索

コークス炉ガス廃液処理活性汚泥をDNA資源に選び、効率的な抽出方法を確立し、メタゲノムライブラリを構築した。ターゲット酵素としては糖分解酵素、シトクロムP450、酸化ストレス応答に関わる遺伝子群を材料とし、スクリーニングを行った。しかしながら、検出感度が低く、ポジティブクローンを得るには至らなかった。今後、活性感度を向上させる方法を検討する。

上記方法とは別に、メタゲノムを鋳型にPCRにより遺伝子を増幅・クローニングする方法についても検討し、ある程度集積培養を行った微生物群から抽出したDNAを鋳型にPCRを行った場合、ポジティブクローンを得ることができた。

（1-2）環境ゲノム塩基配列解析に基づいた有用遺伝子の探索

未培養細菌である「巨大鎌形細菌」含む温泉微生物マットから抽出されたDNAからFosmidライブラリを作成し、「巨大鎌形細菌」に由来するプラスミドをショットガン・シーケンシングし、約8Mbpの配列を決定した。解析の結果は「巨大鎌形細菌」ゲノムの約半分が解読されたことを示唆した。

次に、ショウジョウバエに共生すると子孫がすべて雌になってしまう「雄殺し male-killing」という、生殖操作能力を持つ共生細菌スピロプラズマについて、高純度のゲノムDNA試料を宿主体液から回収する手法を確立し、全ゲノムショットガン塩基配列決定を試みた。これまでに全ゲノムの約1/4程度の概要配列を決定した。

（1-3）標的遺伝子探索基盤技術の開発

環境試料には膨大な微生物のゲノムが存在するが、特定の遺伝子を含む細胞やDNAを選択的に取得するための有効な方法は、未だ確立されていない。そこで、フェージディスプレイ法を利用した未培養微生物群の高濃度回収技術の開発を中心に研究を行った。未培養微生物として *Gemmatimonas aurantiaca* をモデル生物として利用し、本微生物菌体表面に特異的に結合するペプチドを選別した。そのペプチドを利用し、*Gemmatimonas* 菌体の選択的回収が可能であることを明らかにした。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 遺伝子探索、環境ゲノム塩基配列、ファージディスプレイ

[研究題目] 先進バイオプロセス・パイプラインの開発

[中項目] 植物および微生物を用いた有用物質生産

[研究代表者] 水谷 文雄

[研究担当者] ゲノムファクトリー研究部門 植物分子工学研究グループ

松村 健、田坂 恭嗣、松尾 幸毅、森山 裕允、安野 理恵

ゲノムファクトリー研究部門 遺伝子発現工学研究グループ

田村 具博、中島 信孝、三谷 恭雄、Sallam Kahlid、田村 範子、影井 亜貴子

ゲノムファクトリー研究部門 分子発現制御研究グループ

扇谷 悟、佐原 健彦、川崎 公誠、森田 直樹、合田 孝子、堤 尚信、

栃木 裕貴、菅野 陽平、林 純司、笠原 貴大

[研究内容]

「植物および微生物を用いた有用物質生産」(中項目2)では植物、微生物を用いた有用タンパク質、特に機能性食品、医療用タンパク質、環境保全用酵素等を低コスト、低エネルギー、高効率で生産するプロセスを確立するため以下の研究を行った。

(2-1) 植物による有用物質生産

植物型糖鎖修飾をジーンサイレンシングを利用して抑制する目的で、数種の植物種から植物特異的糖鎖修飾関連遺伝子(群)を単離した。これらの遺伝子をジャガイモ X ウイルス (PVX) ベクターに導入し、糖鎖修飾抑制用のウイルスベクターを構築、*in vitro* 合成した transcripts をタバコに接種して、その感染能を確認した。さらに、植物より糖蛋白質糖鎖を抽出・精製し、その構造を TOF/TOF で分析、植物由来糖蛋白質/糖脂質の糖鎖構造解析系を確立した。

(2-2) 微生物を利用した高効率発現系の構築

放線菌を宿主として微生物由来チトクロム P450と共役する還元系の酵素(フェレドキシンとフェレドキシンレダクターゼ)を共発現することで、モデル基質による変換活性が確認された。更に、培地中に有機溶媒が混入していても触媒反応が可能であることが確認され、同様の系が大腸菌では困難であったことから、大腸菌と比較してロドコッカス属細菌の優位性が確認された。HiCEP 改変法を開発し、リアルタイム PCR と併用・比較して微生物の遺伝子発現解析に利用出来るか検討を開始した。

酵母のタンパク質分解酵素欠損株を網羅的に用いて、分解に関わる主たるタンパク質分解酵素のいくつかを同定した。さらには融合タンパク質としての発現や膜タンパク質における配列の改変によって、以前確立した発現系では発現できなかったヒトタンパク質の多くが生産可能となった。これらの検討の結果、発現成功率はおおよそ9割となった。これまでに開発した酵母低温誘導発現系は、東洋紡績株式会社にライセンスされ、同社は同発現系を利用した受託発現サービスを平成16年度に開始した。また、新規酵母高感度レポーター系を構築し、ロボットによる自動化が可能なハイスループットアッセイの構築に着手した。現在、企業および産総研セルエンジニアリング研究部門との共同研究により本レポーター系を実用化する研究を進めている。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 組換え植物、放線菌、酵母、発現系、タンパク質生産

[研究題目] 分野別戦略を実現するための予算「バーチャルタイムマシンに関する研究」

[研究代表者] 坂上 勝彦

[研究担当者] 坂上 勝彦、喜多 泰代、浅野 太、麻生 英樹、緒方 淳、佐土原 健、佐宗 晃、蔵田 武志、興梠 正克、依田 育士、佐藤 雄隆、車谷 浩一、和泉 潔、幸島 明男、山下 倫央、増井 俊之、江渡 浩一郎、大場 光太郎、樋口 哲也、高橋 栄一

[研究内容]

3種類のバーチャルタイムマシンプロトタイプについて、データ取得システム開発、アーカイブ実験を実施した。また、音声データを題材に、メディア情報をデジタルコンテンツとして資源化してコンピュータに取り込む手法として、音素片のカーネル主成分分析を用いたトピックセグメンテーションの実験を行った。さらに、第2回体験記録とその応用シンポジウム(3/4)を開催し114名の参加者を集めた。

・VTM オフィス：小規模会議収録のための入力デバイスであるカメラアレイ・マイクアレイのプロトタイプ及び収録用ソフトウェアを開発し、マーケットリサーチで使われるグループインタビュー6回等の収録とデータベース化を行った。会議の状態推定を行うアルゴリズム等を開発した。

・VTM ウェアラブル：加速度、ジャイロ、地磁気を統合したデッドレコニング(推測航法)とGPSとの連携による世界初のパーソナルポジショニングのプロトタイプシステムを試作し、屋内外で被験者6名の1週間程度の長期データを収集した。取得された大量のログデータの有効性の評価を行った。

・VTM パブリック：ユビキタスステレオビジョンのた

めの FPGA 実時間ステレオボードおよびそれに対応したステレオカメラを開発した。このカメラ3台及び既存ステレオカメラ4台を、愛・地球博グローバル・ハウスで半年間にわたり人の行動ログを無線 IC タグと共通に解析可能な形で設置した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕時空間情報処理、音声技術、画像技術、マルチエージェント

〔研究題目〕産総研における知的情報基盤の構築に関する研究

〔研究代表者〕橋田 浩一

〔研究担当者〕橋田 浩一、和泉 憲明、小島 功、高橋 孝一、木下 佳樹、赤穂 昭太郎、栗田 多喜夫、神畷 敏弘、本村 陽一

〔研究内容〕

情報システムと業務の全体を最適化するには、システムと業務あるいはシステム間の擦り合わせによる現場での改善を集積する必要がある。産総研の次期情報基盤システムの基本設計とそれに基づくさまざまな研究支援機能を対象とし、その成果を次期情報基盤システムに反映させることを目指す。

設計グループにおいては、ワークフローエンジンのプロトタイプと、それと連動する XML データベース XMLDAO を開発した。これに対するリッチクライアントとしてのセマンティックオーサリングシステムの開発を進めた。さらに、産総研全体のデータベースと研究用のデータベースとの連携をグリッド技術によって連携させる方法を示した。

検証グループにおいては、 $\pi$  計算で書かれた仕様を検証する論理体系を設計して設計グループによるワークフロー設計方式の基盤を提供した。また、その性質を証明する論理体系を設計した。さらに、状態遷移をグラフによって直接に記述する再帰関数を定義し、グラフと論理式と  $\pi$  計算の式という相互に変換可能な3種類の表現を状態遷移に与えた。

分析グループにおいては、情報基盤システムのアクセス履歴の統計的分析により、ユーザビリティを検証し、ニーズを分析した。これに基づき、アクセスログ分析をより高度に行なうための枠組である Autonomous Data Miner (ADM) の構築を開始した。また、産総研の研究の全体像を把握するため、研究成果発表 DB に基づいてキーワードや発表論文誌などのデータからユニット間の相関構造などを抽出し、さまざまな解析法が適用できるようにした。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕セマンティック Web、グリッド、検証、ADM

〔研究題目〕分野戦略実現のための予算「データストレージ用薄膜材料の光学及び熱定数の計測に関する研究」

〔研究代表者〕富永 淳二（近接場光応用工学研究センター）

〔研究担当者〕深谷 俊夫（兼務）、桑原 正史（兼務）、馬場 哲也（計測標準研究部門物性統計科）、竹歳 尚之（計測標準研究部門物性統計科）、八木 貴志（計測標準研究部門物性統計科）（職員6名、非常勤職員2名）

〔研究内容〕

近接場光応用工学研究センターの保有する薄膜技術と計測標準研究部門が保有する精密計測技術を融合し、重点的にデータストレージ関連企業が必要としている次世代光ディスク及び磁気ディスクの開発・設計に必須となるナノメータ薄膜の光学物性および熱物性を精密に測定し、そのデータベースを構築すると共に、データブックとして外販することを目的とする。H16年度は分光エリプソメトリー装置にサンプル加熱ステージを設置し、室温から300°Cまでの範囲で光学定数測定を測定した。光ディスク材料としては、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 $\text{Ag}(6.0)\text{In}(4.5)\text{Sb}(60.8)\text{Te}(28.7)$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{ZnS}(85)\text{-SiO}_2(15)$  をサンプルとして、これらの薄膜の屈折率温度依存性を測定した。また、熱伝導度に関してはバナジウムで挟む3層構造を採用し、計量標準研究部門の熱物性標準研究室にあるピコ秒サーモリフレクタンス型薄膜熱物性測定装置を用いて、標準物質となるバナジウム薄膜の熱伝導率として  $18.3\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  の値を得た。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕ナノテクノロジー、先進光技術、光ストレージ

〔研究題目〕データストレージ用薄膜材料の光学及び熱定数の計測に関する研究

〔研究代表者〕富永 淳二（近接場光応用工学研究センター）

馬場 哲也（計測標準研究部門 物性統計科）

〔研究担当者〕桑原 正史（近接場光応用工学研究センター）

竹歳 尚之（計測標準研究部門 物性統計科 熱物性標準研究室）

八木 貴志（計測標準研究部門 物性統計科 熱物性標準研究室）

深谷 俊夫（近接場光応用工学研究センター）

〔資金名〕分野戦略実現のための予算

〔研究内容〕

光ディスクの超解像再生現象には、レーザー照射で発

生する熱が重要な役割を担う。超解像再生時は、ディスク内温度は数百℃に達すると言われており、その機構解明には高温でのディスク材料の光学および熱物性を知る必要がある。しかしながら、高温時での物性の報告は少なく、不十分である。本研究では、熱伝導率、比熱、光学定数といった熱的・光学的な物性値の温度依存性を求め、超解像再生解明、シミュレーションへの値導入、求めた値のデータベース化を目標とした。なお本研究は熱物性標準研究室との共同研究である。熱伝導率測定では、熱物性標準研究室で開発されたナノ秒サーモリフレクタンス装置を用いて、200℃までの熱伝導率を Ag-In-Sb-Te(AIST)、Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub>(GST) の材料について測定した。比熱の測定では、GST に対し400℃までの値を求めた。光学定数測定では、AIST、GST、Sb-Te 系といったカルコゲンについて、300℃までの温度依存性を求めた。今後は、400℃までの物性、他のカルコゲンについて研究して行く予定である。

【分野名】情報通信

【キーワード】熱伝導率、比熱、光学定数、サーモリフレクタンス

【研究題目】PM2.5測定装置

【研究代表者】吉山 秀典

【研究担当者】吉山 秀典、白波瀬 雅明（職員2名）

【研究内容】

大気中に浮遊する微粒子の中で2.5 μm 以下の微粒子を選択的に捕集する装置の標準（JIS）化を目指した研究である。この研究では微粒子の分粒特性、流量計の特性及び捕集した微粒子を計量する方法などを検討しなければならない。

本年度は実際の気象条件に対して作動と捕集性能の確認のため、2台のサンプラーによるフィールドテストを行い、測定値を比較検討した。また、テフロンフィルタの静電気影響を検討するため、電子天びんを用いて試験をした。これらの結果を踏まえて、PM2.5サンプラーの検討会を開催して JIS 素案の作成を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PM2.5、微粒子、JIS、採取装置

【研究題目】PM2.5測定装置

【研究代表者】吉山 秀典（環境管理研究部門）

【研究担当者】吉山 秀典、白波瀬 雅明（職員2名）

【研究内容】

大気中に浮遊する微粒子の中で2.5 μm 以下の微粒子を選択的に捕集する装置の標準（JIS）化を目指した研究である。この研究では微粒子の分粒特性、流量計の特性及び捕集した微粒子を計量する方法などを検討しなければならない。

本年度は実際の気象条件に対して作動と捕集性能の確認のため、2台のサンプラーによるフィールドテストを

行い、測定値を比較検討した。また、テフロンフィルタの静電気影響を検討するため、電子天びんを用いて試験をした。これらの結果を踏まえて、PM2.5サンプラーの検討会を開催して JIS 素案の作成を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PM2.5、微粒子、JIS、採取装置

【研究題目】有効視野と視認性評価法

【研究代表者】佐川 賢（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】佐川 賢、伊藤 納奈（人間福祉医工学研究部門）

【研究内容】

目標：

本研究では、視覚における有効視野（検出や認識などの視機能に応じた視野の広さ）を心理物理的計測によって高齢者群及び若年者群に対して計測し、そのデータベースを作ると共に、それらのデータに基づいて視覚表示物の検出確率を定量的に求める手法を開発する。

研究計画：

全体計画は、(a) 輝度差を検出するための有効視野、(b) 色差を検出するための有効視野、(c) 実風景画像における輝度及び色差の異なる指標を検出するための有効視野、をそれぞれ求め、それらのデータを基に、視野周辺に提示された指標を検出する確立を求める実験式を開発する。これらのデータや式は、JIS や ISO に提案する。

年度進捗状況：

3年プロジェクトの3年目にあたる H16年度は、前年度に引き続き心理物理実験により、指標と背景の色差を変えた時の有効視野のデータ、及び、道路環境などの実画像を用いた時の有効視野の広さを実験的に求めた。これにより、前年までに行った輝度差の刺激を検出するデータと合わせて、一般に輝度や色差を基にした視野周辺刺激を検出する視野の広さを推定できる式を開発した。また開発した式を検討するため、実画像を用いたシーンの任意の位置に指標を出して検出する式を開発した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】視野、色差

【研究題目】火薬類及び火薬原料危険物の火災等に対する安全性評価試験方法

【研究代表者】藤原 修三

【研究担当者】岡田 賢、秋吉 美也子、松永 猛裕

【研究内容】

本研究は、火薬類及び火薬原料危険物が火災等にあつた際の安全性を事前に評価できる試験法を開発することを目標としている。特に、近年、普及しつつある硝酸アンモニウム系爆薬の中間体（以下、爆薬中間体と略す）を大量輸送することを想定し、国内で実施可能な安全性評価試験法を開発することを目的とする。現状では、こ

のための試験法を国連危険物輸送専門家委員会が検討しており、米国は約40Lの試料量を要する試験法を提案している。これに対して、多くの国は実施できないため、より少量の試験法の開発が期待されている。そこで、最終的には1L程度の試料量で行う試験法をJIS化・国際化することを目指している。このために、段階的にスケールアップし、計測技術および項目の標準化を検討する。今年度の主な成果は以下の通りである。①爆薬中間体をラボスケールで調製する技術を確立した。②爆薬中間体の熱分解挙動をmgスケールで詳細に調べた。③米国提案では試験中に爆薬中間体の状況を観測することができない。そこで、ガラス製容器を用いて実際の試験に近い条件下で実験を行い、爆薬中間体の状況を観測することに成功した。④200mLおよび1.5L容量の試験容器を作成し、火災状況下を模擬した加熱下での状態計測（温度、圧力、化学変化等）を行うことができる試験法を開発した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】火薬類、安全性評価、輸送安全

【研究題目】グラファイト及び炭素材料の結晶構造の評価試験方法

【研究代表者】岩下 哲雄（エネルギー技術研究部門  
高温エネルギー材料グループ）

【研究担当者】岩下 哲雄（エネルギー技術研究部門  
高温エネルギー材料グループ）  
羽鳥 浩章、吉澤 徳子、丸山 勝久  
（エネルギー技術研究部門 エネルギー  
貯蔵材料グループ）

【研究内容】

鉄・アルミニウムの溶融電極、原子炉用材料、放電加工用電極などの工業基盤材料やリチウムイオン二次電池、燃料電池などの電極材料として用いられているグラファイト（黒鉛）および炭素製品の性能は、結晶性に強く影響を受けることが知られている。炭素材料の結晶性の評価方法としては学会および旧・工技院がX線回折データチャートの机上の手計算で解析する手法を独自に制定した。このような評価方法の基準は欧州にはなく、また米国においては簡易方法が存在するだけである。

日本の炭素材料工業界は、全世界の炭素材料工業の売上の約1/4（1000億円）を締めており、原子炉用材料、放電加工用電極などの特殊炭素製品、電池の電極材料および炭素繊維が得意分野である。このような炭素製品の性能は、炭素材料の黒鉛結晶の結晶に強く依存しており、精密な測定および解析精度が要求される。

これまでの研究成果からX線粉末回折デジタルデータをコンピューター演算処理から決定する手法は2種類に絞られてきており、現時点ではX線回折法による結晶構造評価のラウンドロビンテストを実施しており、双方の手法から得られる結果の信頼性および相違点などを

探る。また、試験結果に対する測定手法、測定装置および測定した試料の影響などを統計的に調査、検討する。計算プログラムは、この研究開発により自主作製し、知的財産権を得る計画である。

H15年度は、X線回折法による結晶構造評価のラウンドロビンテストを実施した。その試験結果から、結晶子サイズの解析精度を高めるには、内部標準として使用する高純度シリコン粉末の結晶性に何らかの基準を策定すべきであることがわかった。H16年度は、この基準を策定するための再測定・再解析を行い、基準値の検討をした。

最終的な成果としては、ラウンドロビンテスト結果の統計的な調査と検討が終了したのち、2005年（H17年）にはJIS原案作成委員会を発足し、規格提案を予定している。

炭素材料の国際誌“CARBON”に、我々が提案したX線粉末回折による炭素材料の結晶構造評価方法の標準の提案が掲載され、そして炭素の国際会議中にこの手法を紹介するためのワークショップを開催し、海外の研究者とディスカッションを展開した。

次回韓国で開催される国際会議（2005年7月）において、本研究成果の発表がKeynoteレクチャーとして登録され、さらに、米国のOak Ridge National Laboratoryの研究グループと共通試験を展開する予定になっている。

【分野名】計測標準

【キーワード】炭素材料、結晶構造、X線粉末回折、評価方法、標準化

【研究題目】全リン、全窒素、全水銀分析の前処理法

【研究代表者】田尾 博明

【研究担当者】田尾 博明、中里 哲也、木村 明、  
関戸 尊子（職員3名、他1名）

【研究内容】

閉鎖性水域の水質保全対策として、全リン・全窒素の規制が実施されるが、従来の水質試験方法（JISK0102）では前処理が複雑で、必要とする有害試薬の量も多い。このため、光分解反応に基づく簡易でクリーンな前処理法を開発し、新たにJIS規格に追加する。本年度は窒素化合物の光分解条件の検討を行った。昨年度開発した二つの光反応器（反応管内蔵型光反応器とバッチ式光反応器）を用いて窒素化合物の分解率の評価を行った。反応管内蔵型光反応器では、酸化剤試薬を使用しない無試薬条件下で、かつ反応時間がJIS法の1/20の6分であっても、上記のアンモニア類を含めた各種窒素化合物を硝酸イオンに高効率に分解することが可能となった。バッチ式光反応器については、昨年度開発した反応器を改良し、紫外線ランプの外側にある反応容器の径を小さくして、反応容器とランプをほぼ密着させた形にしてランプ発光面積に対する試料量体積を小さくして、紫外線の照射効

率および、ランプ発熱による反応促進を図った。さらに分解効率を上げるため、アルミブロックヒーターを用いて加熱を行ったところ、反応温度は80℃近くまで上昇し、窒素化合物の分解率が向上した。その結果、酸化剤試薬を使用しない条件下で、反応時間30分で、14種類の窒素化合物について定量的な分解が可能となった。また、この試料分解法の室間再現性については2-16%の範囲にあり良好な結果を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】全リン、全窒素、全水銀、分析

【研究題目】土壌中の有害金属の簡易測定

【研究代表者】丸茂 克美

【研究担当者】丸茂 克美

【研究内容】

土壌中の砒素、セレン、カドミウム、水銀、鉛を定量（全量分析）する方法としての底質調査方法（S63.9.8 環水管第127号）や、環境省告示第19号に基づく含有量試験方法に代用可能な蛍光X線分析法を実現するため、蛍光X線分析装置の仕様を決定し、土壌中のセレン、カドミウム、水銀、鉛を含有量基準値以下の濃度でも定量分析できるようにし、「蛍光X線法による土壌の有害金属含有量分析法」のJIS原案を作成する。原案には蛍光X線分析装置の仕様（X線発生源の種類やフィルター、モノクロメーターの有無や、検出器の種類、試料セルの種類）及び測定条件（測定時間など）、試料調整法、検量線の作成及び点検法などについて言及する。

土壌中の砒素及び鉛を含有量基準値（いずれも150mg/kg）以下の濃度で定量分析するための蛍光X線分析装置の仕様及び測定条件を決定する。そのため蛍光X線分析装置を使って様々な砒素・鉛汚染土壌分析を行った。また、土壌中の砒素、セレン、カドミウム、水銀、鉛の蛍光X線分析に必要な土壌試料（標準試料および分析対象試料）の調整法（粉末法やプレス法）を決定した。また、土壌標準試料を用いて砒素、セレン、カドミウム、水銀、鉛を蛍光X線分析する場合の検量線の作成法を決定した。

様々な種類の砒素、鉛汚染土壌に対して、粉末法やプレス法で試料調整を行って蛍光X線分析を試み、試料調整法に起因する測定誤差を評価した。また既存の標準試料を用いて、砒素のK線と鉛のL線の重なりを評価して検量線を作成する方法を決定し、それらを取りまとめて「蛍光X線法による土壌の有害金属含有量分析法」のJIS原案を作成し、委員会で審議した。

【分野名】標準

【キーワード】土壌、底質調査法、蛍光X線分析法、砒素、鉛

【研究題目】生体材料の切り欠き感受性評価方法

【研究代表者】岡崎 義光（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】岡崎 義光、山根 隆志

（人間福祉医工学研究部門）

【研究内容】

目標：

高齢化社会の到来に伴い、体内に埋植して使用する医療機器の使用量が增大しているが、この分野は国内産業の国際競争力が弱く、国の支援が必要な分野である。また、使用量の増加に伴い、破損等に起因する不具合の症例が急増している。通常の引張試験による力学特性評価や単純な疲労試験では調べられない体内での使用環境を考慮した材料自身の切り欠き感受性を評価する方法を開発することを目的とする。

研究計画および年度進捗状況：

生体材料の評価方法に関して、(1) 切り欠き感受性の評価、(2) 亀裂進展の評価の2つのサブテーマを設定して研究を実施する。具体的には、最適な試験片の選定、測定システム、及び測定治具の開発を行い、臨床での使用状況を反映した、素材自身の切り欠き感受性の評価方法を開発する。

平成16年度において、試験片の形状、試験片の採取方向、測定治具および測定システムに関して検討した。その結果、測定システムを開発するとともに、測定に最適な試験片の形状、及び測定周波数として10Hzを選定することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】インプラント、評価方法、標準化

【研究題目】高齢者による低周波音の不快感評価方法

【研究代表者】倉片 憲治（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】倉片 憲治、水浪 田鶴、犬飼 幸男  
（人間福祉医工学研究部門）

【研究内容】

本研究は、若年齢者及び60歳以上の高齢者を対象として低周波領域（100Hz以下）の音に対する聴覚閾値及び不快感評価値の測定を行い、低周波騒音の評価方法を確立することを目的とする。一般に加齢にともなって聴力は低下するが、低周波領域の聴力低下の程度は高周波領域に比べて比較的小さい。そのため、高齢者であっても低周波騒音に悩まされる可能性があり、実際、そのような苦情を訴える事例も少なくない。そこで、本研究の第一年目である平成16年度は、低周波実験室内において、若年齢者を対象に低周波音に対する聴覚閾値の測定を実施した。その結果、16年度末までに30名の有効データを収集することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】低周波音、高齢者、不快感、聴覚、JIS

【研究題目】C1ラジカル含有ガスによる滅菌方法

【研究代表者】吉田 康一

【研究担当者】二木 鋭雄、吉田 康一、斎藤 芳郎

(職員3名)

〔研究内容〕

メタノールから固体触媒気相反応によって生じるガス成分（新規法）と現在既存装置であるホルムアルデヒド滅菌装置との優位性、さらにメタノール由来ラジカルの有効性について詳細に検討を行った。同ホルムアルデヒド濃度で比較した場合、滅菌の指標である BI 法、ラジカル生成量、ギ酸等の残留性の観点から、両者間にほとんど差が見出せなかった。湿度の滅菌効果への影響が極めて高く、気相反応でのラジカルの有効性に関してはいまだに結論が得られていない。一方、培養細胞を用いて、ホルムアルデヒドとラジカルの液相における相乗効果（モデル実験）を検証した結果、ホルムアルデヒド単独傷害に比べてラジカルの共存で細胞への毒性が亢進することがわかった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 滅菌、ラジカル、気相反応

〔研究題目〕 高性能ころがり軸受部材の転動疲労特性評価方法

〔研究代表者〕 阪口 修司

〔研究担当者〕 兼松 渉、山内 幸彦

〔研究内容〕

目 標：

セラミック素材を用いた高性能ころがり軸受部材の転動疲労特性の適正な評価方法を明らかにし、JIS 規格素案を作成する。

研究計画：

転動疲労評価方法としてスラストベアリング型疲労試験を取り上げ、試験方法の検討を行う。適正な評価方法を明らかにするにあたり、(1)試験面の加工条件、(2)試験に用いる潤滑油の特性、(3)試験力の負荷パターンおよび負荷回数、(4)疲労破壊の検出方法、(5)試験片寸法（試験片の小型化）、(6)疲労破壊と圧壊による即時破壊との相関、を検討要素とした。これらの要素課題の評価結果に及ぼす影響を明らかにすることで適正な評価方法を示すことを目指す。

年度進捗状況：

本年度は、上記要素のうち、試験面の加工条件および潤滑油の影響について重点的な検討を行った。試料面の加工については、鏡面加工を行わない状態で転動試験を行った場合、転動球および試料の摩耗が激しく試験方法として不適切であることが分かった。また、潤滑油の粘度は試験結果に影響を与え、粘度が高い潤滑油を使用すると見かけ上疲労寿命が延びるため、通常のスピンドル油程度の粘度（ISO VG 8～22 (mm<sup>2</sup>/s)程度）の潤滑油を使用して試験すると良いことが分かった。また、疲労破壊の検出については、加速度センサによる破壊時の振動検出で微細な欠損を十分検出できることがわかった。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 セラミックス、ベアリング、疲労、規格、試験方

〔研究題目〕 質量計のロードセル及び指示計

〔研究代表者〕 森中 泰章（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 森中 泰章

〔研究内容〕

本研究の目標は、質量計用ロードセルの JIS 規格の素案を作成することである。

国内には、質量計用ロードセルの評価方法に関する規定がないため、その評価ができず、ロードセルを組み込んだ質量計で評価している。質量計の心臓部であるロードセルを評価できるようになると、そのロードセルを組み込んだ質量計の性能が推定できるようになる。結果的にその質量計の評価が行えるようになる。

海外ではロードセルに関する規格として、OIML R60（INTERNATIONAL ORGANISATION OF LEGAL METROLOGY RECOMMENDATION 60）Metrological regulation for load cells がある。この規格をそのまま日本に持ち込むと、問題の発生する恐れがあるので、必要に応じて修正し JIS 規格の素案を作成する。

研究計画（H16）は次の通り。→以降は進捗状況。

1) ロードセルの選定

ロードセルの形状として、ビーム型、圧縮型等がある。精度等級としては、A～D 級がある。これらの中から対象を選定する。

→済。ビーム型、C 級の一部、D 級を対象。

2) ロードセルのひょう量の選定

→済。200kg、1t を対象。

3) OIML R60の翻訳

→翻訳済。

4) 評価試験機の製作

→製作済。

5) 試験項目の検証

→全ての試験項目については未完了。約6割の試験項目について完了。

6) ロードセルの評価試験機の改良

→評価試験機の性能として、ほぼ満足できる性能を得た（約8割）

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 質量計、ロードセル、OIML R60

〔研究題目〕 グリッドにおけるコンピュータ呼出手続き方式

〔研究代表者〕 田中 良夫（グリッド研究センター）

〔研究担当者〕 田中 良夫

〔研究内容〕

グリッドでは、地理的に分散配置されたスーパーコンピュータやクラスタコンピュータなどの高性能計算システムを有機的に利用して、今まで解けなかったような大

規模な問題を解くことができると期待されている。コンピュータには様々な種類があり、ネットワークで接続された多数のコンピュータを呼び出すためには、その手続きが国際的に標準化されていることが強く求められている。我々はどのようなコンピュータが接続されたとしても相互に呼び出して共有するための標準的な手続きを確立し、この手続きを標準化することを目指している。標準化はグリッド関連の国際的標準化団体である Global Grid Forum (GGF) で行われている。GGF では標準化のためのドキュメント案とこのドキュメントの実現性を示すための参照実装 (ソフトウェア) に基づいて標準化について議論し、標準は最終的に公式標準化ドキュメント (GFD : Grid Forum Document) として決定される。標準化ドキュメント案の策定はワーキンググループ (WG) と呼ばれるサブグループを複数の GGF メンバの発意に基づき GGF 内に設置し、そこで行うこととなっている。グリッドにおいてリモートコンピュータを呼び出してプログラミングを行なう方法として、「遠隔地の計算機に計算を依頼する (遠隔手続き呼び出しを行なう)」というモデルを基礎とした、GridRPC (Grid Remote Procedure Call) と呼ばれる手法が注目されている。GridRPC を標準化することにより、ネットワークで接続されたコンピュータを相互に呼び出して共有する標準的な手続きを確立することができる。我々の研究チームではこの GridRPC のモデルに基づいたプログラミングを支援するソフトウェアである Ninf-G システムの開発を進めており、GridRPC のアプリケーション・プログラミング・インターフェイス (GridRPC API) に準拠して作成されたプログラムが複数のシステム上で動作するように、GridRPC API の標準化を目指している。

[分野名] 情報通信

[キーワード] グリッド、プログラミング、標準化

[研究題目] 二次基準太陽電池モジュール

[研究代表者] 津田 泉 太陽光発電研究センター 主任研究員

[研究担当者] 猪狩 真一 (職員1名)

[研究内容]

基準太陽電池モジュール校正用シーラシミュレータの最適な運転方法を確立し、これを用いて技術データの収集を実施した。また、IEC60904-9で規定されている校正手順を確認し、技術的な問題を抽出して補足を必要とする要求事項を明確化した。

また、IEC60904-9を翻訳し、これに改訂審議中である IEC60904-2 (現行の両規格の一本化) の二次基準太陽電池モジュールに関する技術的要求事項を積極的に取り入れた JIS 素案を作成するとともに、先行 IEC/JIS 規格との整合性を確認した。

社団法人 日本電機工業会のシステム機器分科会と連

携し、素案に対するアンケート調査を実施した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽電池、トレーサビリティ、仲介標準

[研究題目] AIST バイオインフォマティクス・イニシアティブ

[中項目] 次世代ハイスループット質量分析システム

[研究代表者] 秋山 泰

[研究担当者] 夏目 徹

[研究内容]

高度に複雑化したタンデム質量分析計の脆弱さを、高度なインフォマティクスによりハードウェアをシンプル化し、より稼働率とスループットの高いシステムを質量分析システムを開発する。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 質量分析、プロテオミクス、タンパク質

[研究題目] 環境中の微生物群のチップ電気泳動/ソフトイオン化 MS による解析技術

[研究代表者] 鳥村 政基

[研究担当者] 田尾 博明、鳥村 政基、佐藤 浩昭、  
稲垣 真輔、山本 淳、島田 和江  
(職員4名、他2名)

[研究内容]

環境中複合微生物系の迅速解析を目的とし、電気泳動分離技術と質量分析同定技術の適用を検討した。モデル微生物群に関してキャピラリー電気泳動法を用いた電気泳動移動度の評価を行い、この技術の実サンプルへの適用能力を確認し実証した。また、微生物泳動の高効率化に最も重要な役割を果たす泳動液への添加剤 (分離促進剤) について種々の知見を得ることに成功し、新たに見出した機能性添加剤群に関して特許出願を行った。一方、細胞をそのままソフトイオン化質量分析し同定する技術に MALDI-MS を用い、イオン化剤を添加した細胞そのものにレーザー光を照射することによって観測されるバイオマーカー成分のピークパターンから各種乳酸菌を属や種のみならず菌株レベルで識別することに成功した。さらに、これらの技術を組み合わせた新手法として、微生物 CE-MALDI 技術の開発に成功し、微生物を短時間に分離し同定する微生物群解析のための次世代基礎技術を構築し、この技術についても特許出願を行った。一方、こうしたマイクロデバイスとの融合強化を目的とした、ナノ構造を有する基板を用いた新しいソフトイオン化法の開発にも成功し、論文3報の発表と特許2件の出願を行った

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 微生物、電気泳動、質量分析、ソフトイオン化、ナノ構造

### (3) 外部資金

中期目標や中期計画で定められているように、産業技術総合研究所は、業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図ることとなっており、そのため、外部資金や自己収入の増加と固定的経費の割合の縮減に努めている。

外部資金の多くは、各省庁からの様々な制度から委託研究費で、その多くが、競争的資金となってきた。産業技術総合研究所が受け入れる外部資金は、制度的には、受託研究として受け入れられ、研究終了後それぞれの委託元に詳しい研究報告がなされている。

平成16年度に受け入れた受託収入の状況

資金名	件数 (テーマ)	決算額 (千円)
受託収入		22,600,717
(1) 国からの受託収入		12,232,861
1) 経済産業省		6,489,629
(i) 産業技術総合研究所委託費	19	3,549,579
(ii) 中小企業産業技術研究開発委託費	1	824,139
(iii) 特許生物寄託委託費	1	278,053
(iv) 原子力発電施設等安全技術対策委託費	1	511,974
(v) 放射線廃棄物処分基準調査等委託費	2	120,121
(vi) 石油天然ガス基礎調査等委託費	2	1,010,972
(vii) 産業技術研究開発委託費	4	82,410
(viii) 新燃料油研究開発調査委託費	1	104,686
(ix) その他	2	7,695
2) 文部科学省		3,789,189
(i) 科学技術振興調整費	75	2,924,780
(ii) 科学技術振興費	1	175,000
(iii) 原子力試験研究費	37	674,005
(iv) 海洋開発及地球科学技術調査研究促進費	1	15,404
3) 環境省		854,039
(i) 公害防止等試験研究費	27	534,636
(ii) 地球環境保全試験研究費	4	75,800
(iii) 地球環境研究総合推進費	19	129,691
(iv) 環境技術開発等推進事業	3	113,912
その他省庁	10	1,100,004
(2) 国以外からの受託収入		10,367,856
1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構	105	8,022,358
2) その他公益法人	192	1,288,792
3) 民間企業	123	1,046,536
4) 受託出張		10,170
その他収入		5,781,224
合 計		28,381,941

※千円切り捨てのため、合計と一致しないことがあります。

※文部科学省関係機関（国立大学法人等）からの受託13件、292,267千円はその他公益法人に含む。

### 【経済産業省】

#### (i) 産業技術総合研究所委託費

(19テーマ 3,549百万円)

##### ・石油安定供給技術開発等委託費

石油及び可燃性天然ガスの安定的かつ低廉な供給の確保に資するため、石油及び可燃性天然ガス資源の開発の促進並びに石油の備蓄の増強のための技術の開発に係る委託事業により、石油及び可燃性天然ガスの安定的かつ低廉な供給に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。

平成16年度は、1テーマを18百万円で実施した。

##### ・石油生産流通合理化技術開発等委託費

石油の生産の合理化に資するため、石油の生産の合理化のための石油精製支援ロボットシステム等の技術開発に係る委託事業により、石油の生産の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。

平成16年度は、1テーマを101百万円で実施した。

##### ・エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費

内外の経済的社会的環境に応じた安定的かつ適切なエネルギーの需給構造の構築を図る観点から、石油代替エネルギーの開発及び利用、並びにエネルギーの使用の合理化のための技術の開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーの開発及び導入並びにエネルギーの使用の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。

平成16年度は、4テーマを338百万円で実施した。

##### ・エネルギー使用合理化技術開発委託費

化学産業、電力機器・情報通信機器、材料基盤技術の分野での省エネルギー化及び次世代分散エネルギーシステムのための支援技術開発のための長期間とリスクを伴う研究開発並びに省エネルギー技術等の普及のためのエネルギー・環境分野の標準の策定を目的とした研究開発等を行うための経費。

平成16年度は、5テーマを1,651百万円で実施した。

##### ・電源多様化技術開発等委託費

長期固定電源の利用に資するため、石油代替エネルギーの発電のための利用を促進するための技術開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーによる発電のための技術の開発及び利用の促進を図るための経費。

平成16年度は、8テーマを1,441百万円で実施した。

#### (ii) 中小企業産業技術研究開発委託費 (824百万円)

##### ・地域中小企業支援型共同研究開発

活力ある中小企業者のニーズを把握し、国立研究所又は独立行政法人が中小企業ニーズの高い研究テーマについて、公設試研研究所・大学等との連携を図りつつ研究を実施し、その成果について中小企業者に広く還元するための経費。

平成16年度は、共同研究型を応募48件から16テーマ

マを採択するとともに、技術シーズ持込評価型を応募134件から21テーマ、試験・研究機器開発促進型を51件から4テーマ採択し、824百万円で実施した。

(iii) 特許微生物委託費 (278百万円)

特許制度におけるバイオ関連の特許出願は、出願者において特許対象となる生物株を出願前に寄託機関に寄託することが義務づけられている。産業技術総合研究所特許生物寄託センターは、特許庁長官の指定する特許生物寄託機関及び WIPO ブダペスト条約 (1980年) により認定された国際寄託当局である。当該事業については、産総研そのものが特許庁長官の指定を受けた寄託機関となるとともに、特許庁からの寄託業務の委託を受けることとなる。

平成16年度は、278百万円で事業を実施した。

(iv) 原子力発電施設等安全技術対策委託費

(1テーマ 512百万円)

石油代替エネルギーの発電のための利用を促進する観点から、原子力発電の安全に関する技術開発等を行うための経費。高レベル放射性廃棄物の地層処理の安全の確保や、原子力の工学領域だけでは解決できない安全上の課題に取り組むため、地質に関する調査研究を実施する。

平成16年度は、1テーマを512百万円で事業を実施した。

(v) 放射性廃棄物処分基準調査等委託費

(2テーマ 120百万円)

高レベル放射性廃棄物処分事業を円滑に推進していくため、地層処分技術に関する関連技術を総合的・効率的に調査し、その信頼性を向上させることが必要であるとの観点から、地質環境に関する技術調査の高度化及び人口バリア等の長期安定性の確認を図るための調査研究等を実施するための経費。

平成16年度は、2テーマを120百万円で事業を実施した。

(vi) 石油天然ガス基礎調査等委託費

(2テーマ 1,011百万円)

我が国のエネルギーの長期安定供給の確保に資するため、21世紀における有望な新たな国産エネルギー資源として期待されているメタンハイドレートについて、世界に先駆けてその商業的産出のための技術整備を行い、探査技術や生産技術の開発等を促進するための経費。

平成16年度は、2テーマを1,011百万円で事業を実施した。

(vii) 産業技術研究開発委託費 (4テーマ 82百万円)

科学技術政策の重点分野における国際標準を獲得するためには、検討の場 (ISO/IEC) において主導的に提案するために必要な科学技術の知見及びそれを支える体制の整備が必須であるとの観点から、ライフサイエンス、IT、環境、ナノテクノロジー

一・材料の4分野を中心とした標準化のための研究開発を実施するための経費。

平成16年度は、4テーマを82百万円で事業を実施した。

(viii) 新燃料油研究開発調査委託費

(1テーマ 105百万円)

自動車燃料用の石油製品として、含酸素燃料基材の添加や炭化水素成分組成の変更等が行われた従来の規格とは異なる新燃料の導入が、燃料品質や排出ガス成分等に及ぼす影響等について調査するための経費。また、導入が期待される各種新燃料油の環境調和型の利用を促進するため、品質面の評価等の環境整備を行うための経費。

(ix) その他 (2テーマ 8百万円)

【文部科学省】

(i) 科学技術振興調整費 (75テーマ 2,925百万円)

科学技術の振興に必要な重要研究業務の総合推進調整のための経費。各省庁、大学、民間等既存の研究体制の枠を超えた横断的・総合的な研究開発の推進を主たる目的としている経費。

平成16年度は、継続テーマ60件を2,388百万円で実施するとともに、新規応募により獲得した、我が国の国際的リーダーシップの確保、重要課題解決型研究等で15テーマを獲得し、537百万円で実施した。

(ii) 科学技術振興費 (1テーマ 175百万円)

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」、「防災」の5分野において、文部科学省が設定した課題等に関する研究開発を実施するための経費。

平成16年度は、1テーマを175百万円で実施した。

(iii) 原子力試験研究費 (37テーマ 674百万円)

文部科学省設置法第4条第67号に基づき、各府省所管の試験研究機関及び独立行政法人における原子力試験研究費を文部科学省に一括計上するものであり、各府省の行政ニーズに対応した試験研究等を実施するための経費。

平成16年度は、37テーマを674百万円で実施した。

(iv) 海洋開発及地球科学技術調査研究促進費

(1テーマ 15百万円)

人工衛星等による遠隔探査手法を適用した地球環境観測技術等の研究 (観測機器の開発を目標とする要素技術に関する研究と衛星データの有効活用及び将来型衛星のセンサパラメータの決定を目的とした研究) に要する経費。

平成16年度は、1テーマを15百万円で実施した。

【環境省】

(i) 公害防止等試験研究費 (27テーマ 535百万円)

環境省設置法第4条第3号の規定に基づき、地球環

境保全等に関する関係行政機関の試験研究機関の経費及び関係行政機関の試験研究委託費に関する予算を環境省において一括計上することにより、地球環境保全等に関する試験研究の総合的推進を図っている。

平成16年度は、27テーマを535百万円で実施した。

- (ii) 地球環境保全試験研究費 (4テーマ 76百万円)  
地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的始点から計画的かつ着実に研究機関で実施・推進されるべき研究で、地球環境保全等の観点から (1) 現象解明・予測、(2) 影響・適応策、(3) 緩和策、などをテーマとする研究課題を実施するための経費。

平成16年度は、4テーマを76百万円で実施した。

- (iii) 地球環境研究総合推進費  
(19テーマ 130百万円)  
地球環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して、学際的、省際的、国際的な観点から総合的に調査研究を推進し、もって地球環境の保全に資することを目的としている経費。

平成16年度は、19テーマを130百万円で実施した。

- (iv) 環境技術開発等推進事業 (実用化研究開発課題)  
(3テーマ 114百万円)  
地球環境問題や大気・水環境等への負荷低減のために対応が急がれる環境技術の研究開発であり、研究開発終了後比較的短期間にある程度の実用化が見込めるものを実施するための経費。(環境省一括計上予算)

平成16年度は、3テーマを114百万円で実施した。

#### 【その他省庁】

10テーマ 1,100百万円

総務省、農林水産省、国土交通省等からの受託を、10テーマ1,100百万円で実施した。

- (i) 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
平成16年度は、105テーマを8,022百万円で実施した。
- (ii) その他公益法人  
平成16年度は、192テーマを1,289百万円で実施した。  
なお、今年度より文部科学省関係機関 (国立大学法人等) からの受託13テーマ、292百万円はその他公益法人に含めることとした。
- (iii) 民間企業  
平成16年度は、123テーマを1,047百万円で実施した。
- (iv) 受託出張  
平成16年度は、受託出張の経費10百万円を受け入れた。

#### 1) 国からの外部資金

##### ① 【経済産業省】

###### －産業技術総合研究所委託費－

##### ・石油安定供給技術開発等委託費

【研究題目】石油・天然ガス資源情報基盤研究

【研究代表者】齋藤 直昭 (計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】三浦 永祐、小山 和義  
(エネルギー技術研究部門)

##### 【研究内容】

目標および研究計画：

新たなタイプの石油天然ガス鉱床の探索に資するため、石油関連物質等の高度質量分析技術を開発することが目的である。具体的な研究内容と目標は、①高性能 (最高質量分解能数千以上、測定可能質量範囲上限50万 u/e) かつ小型 (全長50cm 程度) の質量分析器の開発、②ガス中の石油関連物質等を迅速に分析できるような効率的な導入法やイオン化法の探索である。

平成16年度年度進捗状況：

飛行時間分析法に基づく質量分離部について、理論計算およびシミュレーションを元に設計を行い、全長50cm 程度の質量分析器を試作した。レーザ蒸発法金属クラスタービームの計測による動作試験を行い、初期性能として質量分解能1,500以上で測定可能質量上限10万 u/e 程度を得た。次年度以降に、時間分解能の向上や高安定電源開発などを実施して、さらなる高性能化を目指す。

従来の質量分析で使用される電子イオン化法では試料分子の破壊 (フラグメント) が生ずるため、あらかじめ測定対象物を分離するなどの前処理が必要がある。このため、迅速分析や効率的分析が不可能である。これら問題を克服する手法を探求・考察し、イオン化に伴うフラグメントを低減させる手法として超音速ビーム導入法やイオン付着イオン化法を抽出し、次年度以降の開発方針を立案した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量分析、飛行時間、イオン

##### ・石油生産流通合理化技術開発等委託費

【研究題目】計量標準基盤技術研究

【研究代表者】高本 正樹 (計測標準研究部門)

【研究担当者】寺尾 吉哉、嶋田 隆司、土井原 良次、畑仲 武博

##### 【研究内容】

目標：

全国の石油コンビナート等では石油保税メータや石油取引用メータとして数万台が使用され、その精度管理に多大な資源、コストを要するため、合理化が強く求められている。そこで、既存の国家流量標準を根拠に標準流量となる液種と流量範囲を拡大する技術を開発し、最も合

理的な校正技術を実用化するとともに、石油流量計校正のための技術基準を策定することを目指す。

研究計画：

国家標準設備を基準に国内の石油流量計校正設備と現場石油流量計の実態調査を行い、液種変更可能な流量計校正装置及び校正方法を開発するとともに、民間企業の校正設備を用いて石油流量計校正方法の実液検証実験を行う。また、この装置を複数並列に接続して測定の不確かさがなるべく大きくならないように流量を600m<sup>3</sup>/hの範囲まで拡大する。これら液種の拡大と流量範囲の拡大に関する不確かさ評価を行うとともに、拡大技術によって確立された校正の不確かさが0.15%以下であることを外国の標準設備を用いて検証し、信頼性と国際整合性を確保する。以上の開発成果と技術調査結果に基づいて、石油流量計校正のための技術基準を策定し、合理的で低コストの校正技術を標準化するとともに、石油流通に必要な標準供給を開始する。さらに、長期安定性がありメンテナンスコストの低い高精度現場用石油流量計に関する基礎的な研究と開発を行い、実用化する。

H16年度の進捗状況：

合理的な校正方法を求める第一ステップとして、産総研の国家標準を基準に国内各種校正設備を対象にした流量計による比較実験並びに現場流量計の実態調査実験を行い、現在使用されている校正方法及び流量計の精度を把握した。さらに、国家標準校正設備を用いて様々な測定原理の石油用流量計に対して系統的な評価試験を行い、現状の校正方法に対する流量計特性について調査するとともに、個々の流量計に対する合理的な校正方法について検討した。

【分野名】標準

【キーワード】石油流量、校正設備、計測のトレーサビリティ

#### ・エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費

【研究題目】超短パルス光エレクトロニクス技術開発

【研究代表者】渡辺 正信（光技術研究部門）

【研究担当者】土田 英実、挾間 壽文、小森 和弘、秋本 良一、河島 整、板谷 太郎、菅谷 武芳、山本 宗継、鳥塚 健二

【研究内容】

光時分割多重方式テラビット情報通信に必要な光パルスタイミング揺らぎ評価技術、超高速光スイッチ技術、フォトニック結晶光回路技術、デバイス評価用光源技術の開発を実施した。

平成16年度には、前年度までに開発した時間領域のタイミング揺らぎ計測法を拡張して、情報通信用光パルスに対する評価技術を確立した。繰り返し周波数が10-160GHzの範囲の光パルスに対して、解析周波数2.5mHz-40MHz、ダイナミックレンジ300dB以上のタイミング雑音評価を実現した。超高速光・光スイッチの

材料であるII-VI族半導体ZnSe/BeTe超格子（サブバンド間遷移波長は1.55μm帯）において、0.15psの応答速度を実現し、サブシステム用モジュールを試作した。電気パルス駆動型光-光スイッチ素子技術としてlow-k埋め込み構造を考案し、230fsの高周波電気信号の伝送を実現するとともに、電気光変換による、800fsの変調光出力を得た。3次元フォトニック結晶を用いた光ファイバ・2次元フォトニック結晶光回路間のモード変換素子を目指して開発を行い、10μm帯、1.55μm波長帯用に2次元面内で90度曲がり導波路を50nmの精度で実現、数値解析による構造揺らぎ耐性の評価等を行った。評価用光源として、フェムト秒時間領域で波長1.1~2.8μm、繰り返し1GHzの光パラメトリック発振器、および100GHz~3THzまでの広帯域テラヘルツ電磁波計測システムを開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光時分割多重通信、フェムト秒光パルス、超高速光スイッチ、超格子、フォトニック結晶

【研究題目】エネルギーシステム総合評価基盤技術研究開発

【研究代表者】八木田 浩史

【研究担当者】遠藤 栄一、野村 昇、玄地 裕、匂坂 正幸、稲葉 敦

【研究内容】

目標：

本研究開発では、アジア諸国をはじめとして我が国との関係が深い国家における中長期エネルギー需給見通しと、高度エネルギー利用技術、省エネルギー技術、環境対策技術の導入による、一次エネルギー供給削減効果と地球温暖化ガス排出削減効果について、定量的な評価を行うために、以下に示す研究課題を実施する。

中国、インド、インドネシア等の人口が多い途上国を対象として、過去のエネルギー需要の増加要因について、運輸部門、民生部門の機器効率、機器普及率、機器使用形態を含めた因子分析を行うことにより、エネルギーの使用形態を考慮して将来のエネルギー需要を試算する手法を開発する。特に経済成長の発展に伴って、急速にエネルギー消費量が伸びる運輸部門に関して、技術開発と導入による省エネルギー効果を考慮した、将来のエネルギー需要量に関する分析と評価を行うことを目指す。

計画：

地球温暖化ガスの排出抑制を目的として、エネルギー利用効率の向上のための方策を検討するためのツールの提供を行うとともに、エネルギーの使用形態（エネルギー消費機器の普及、効率、および使用形態）を考慮して、国別のエネルギー需要を見積もる手法の開発を行う。

進捗状況：

中国、インド、インドネシア、韓国、台湾、タイ、フ

イリピン、ベトナム、マレーシア、香港を対象として、主として自動車保有台数に焦点を当てて、国別の自動車部門エネルギー消費量を推定するモデルを構築した。構築したモデルは、自動車保有台数を推計するモデル、推計された自動車保有台数に基づいて自動車エネルギー消費量を推計するモデルにより構成されている。参照のため、日本、アメリカ、EU 圏（15カ国）といった先進国についても同様のモデル構築を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー需要、自動車普及、運輸

#### 〔研究題目〕 情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発

〔研究代表者〕 奥村 元

〔研究担当者〕 奥村 元

〔研究内容〕

各種情報通信機器の省エネルギーは、今後の情報化社会の持続的発展のために極めて重要な課題である。そのキーデバイスである CPU は、今後ますます動作周波数の向上、動作電圧の低圧化が進み、その電源も高速動作が可能で低電圧大電流を供給できるように CPU と一体化したものとなる。このような電源のためには、極端に低オン損失で超高速動作が可能なスイッチング素子や超高密度実装技術など、現在の技術とは全く異なった電源構成技術の開発が必要である。また、各種機器を動かすソフトウェアにおいては、昨今オープンソースの重要性が世界的に認知されており、コンピュータの中身をオープンにすることでソフトの開発が促進され、様々な組み込み機器の開発の容易化、開発期間の短縮、低コスト化によって高度応用へのハードルが低くなるなど、ユビキタスコンピューティングの実現による社会活動の効率化が促進され、大きな省エネ効果が期待できる。

そこで本研究では、情報通信機器や通信システムの急速な高性能化と普及に伴う消費電力の大幅な増加に対応して、ハードウェアとソフトウェアの両面から省エネルギー技術を開発するものである。特に、省エネルギー効果向上に資するため、消費電力を抑制する機能を持ったオン CPU 電源とコンピュータシステムのための基盤技術開発を行う。このため、2012年ないしそれ以降に出現することが予想される次々世代 CPU に必要な電力を供給するための、高速・大容量なオン CPU 電源を実現するのに必要な基盤技術を開発すると共に、中身をオープンにできるコンピュータプラットフォーム及びその開発動作環境を開発整備し、その普及体制を確立する。

〔分野名〕 環境・エネルギー、情報通信

〔キーワード〕 省エネルギー、情報通信機器

#### 〔研究題目〕 情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発

〔中項目〕 オン CPU 高速・大容量電源技術開発

〔研究代表者〕 奥村 元

〔研究担当者〕 大橋 弘通、清水 三聡、青柳 昌宏、仲川 博、馬場 哲也、清水 祐公子、菅野 隆一、山本 由貴、安達 和広、高尾 和人、林 祐輔、菊地 克也  
(職員6名、他7名)

〔研究内容〕

本研究開発では、次々世代の CPU に電力を供給する低消費電力型的高速大容量オン CPU 電源のためのスイッチング素子、実装、熱・電磁計測等の技術開発を行う。具体的には、クロック周波数40~90GHz の CPU が必要とする、スイッチング周波数が45MHz 級、出力電圧0.4V 級、出力電流100A 級の電源を実現するための基盤技術を開発するために、オン抵抗と接合容量との積  $R_{on} \cdot C$  が極めて低いスイッチングデバイスと、超低インダクタンスバンプレス接続などの超高密度実装技術、超高速の熱・電磁計測技術、電源回路構成技術などを開発する。

本年度は、オン CPU 電源の集積本設計と高速超低損失横型パワーデバイスの概念設計を実施し、低電圧領域の超低損失デバイスとしての横型素子構造に必要な要件及び、AlGaN/GaN ヘテロ接合横型トランジスタの有望性を確認した。また、電源回路 CPU 一体型構造の実装構造設計について基本概念の検討を行なうと共に、電源回路 CPU 一体型構造として CPU チップ、受動部品、放熱部品などを取り囲む実装配線構造を試作する際に用いる高機能実装用多層配線構造体作成装置の整備を行った。更に、微小領域を対象にした熱電磁解析技術として、数マイクロンの空間分解能を有する高速局所温度分布計測手法の開発に着手した。

〔分野名〕 環境・エネルギー、情報通信

〔キーワード〕 省エネルギー、情報通信機器、CPU 電源、低損失素子、スイッチング素子、高密度実装、熱・電磁計測

#### 〔研究題目〕 低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発

〔研究代表者〕 山崎 正和

〔研究担当者〕 小林 悟、浜田 秀昭、小淵 存、藤谷 忠博、金田一 嘉昭、佐々木 基、羽田 政明、中村 功、内澤 潤子、大井 明彦、中山 紀夫、尾形 敦、金 賢夏、小淵 存、内澤 潤子、難波 哲哉、二タ村 森、清野 文雄、山崎 章弘、小笠原 啓一、脇坂 昭弘、小林 幹男、田中 幹也、大木 達也、小山 和也、石田 尚之、大石 哲雄、小寺 洋一、加茂 徹、菊川 伸行、四元 弘毅

## 〔研究内容〕

燃焼排ガス中の NO<sub>x</sub> 除去触媒に関しては、H<sub>2</sub>を還元剤とする低温域で NO<sub>x</sub> 選択還元が起こる貴金属触媒の探索を行った。SO<sub>2</sub>が存在しない場合、Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及び各種担体に担持した Pt 触媒において、200℃以下の比較的低い温度域で NO 還元が進行した。また SO<sub>2</sub>が共存する条件では、Rh/SiO<sub>2</sub>や Ir/SiO<sub>2</sub>が高い活性を示したので、SO<sub>2</sub>の反応促進効果について、表面化学的な機構解明を行った。ディーゼル車から排出される PM 除去に関しては、補助加熱によって生じる排熱を触媒層上流の未処理ガスへ伝達させる、熱回収機能を備えた小型の触媒担持 DPF 構造を試作、評価した結果、最高87%の熱回収率と最高90%の PM 捕集性能を確認した。

VOC 排出抑制技術の開発では、プラズマ法並びにオゾン触媒法について高度化を行った。プラズマ法では反応場にゼオライトを複合化させることにより、プラズマで生じた活性化学種を利用することで、細孔内部へ吸着したトルエンも効率的に分解できることを見出した。オゾン酸化触媒法では、Mn 酸化物触媒について、その構造とオゾン酸化活性の関係、担体の効果、およびオゾン酸化反応中に生じる構造変化について検討し、Mn 酸化物の構造ではなく表面積に大きく活性が依存することを明らかにした。

廃棄物適正処理システム技術開発：カラム型気流選別機による複合系廃棄物破碎産物の分離効率90%以上、エマルジョン吸着材による廃水中の油濃度を5ppm 以下、90%以上の油回収を、それぞれ達成、また、湿式分離においては水平遠心場を利用し10 μm 粒子の分離が可能となることを見いだした。金属回収については、塩化物系での銅析出原単位が、硫酸塩系にくらべ70%以下であることを明らかにするとともに、銅浸出液からの不純物高度除去法を提案した。一方、プラスチックに関しては、ポリエチレンのガス化において炭化水素ガス約70%以上の収率、マイクロ波加熱において、ポリスチレン分解の物質収支90%以上、スチレンモノマー収率85wt%以上を、それぞれ達成した。

有害物質処理プロセスについて、エネルギー消費、酸性化リスク、富栄養化リスク、光化学オキシダント発生リスク、人間毒性リスク、地球温暖化リスクの6項目を評価指標として取り上げ、含フッ素系の VOC ガスの処理を対象として、そのエネルギー低減効果並びに環境影響リスクを定量的に評価した。この結果、混合ガスを用いることで純ガスに比べて環境影響指標が大幅に削減できること、混合ガスをその場で分離、リユースすることが最適な処理プロセスであること等を明らかにした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕低エネルギー消費、環境負荷低減技術、Nox、粒子状物質、触媒、フィルター、VOC、低温プラズマ、オゾン、エネルギー評価、廃棄物、プラスチック、金属、

分離、分解

## 〔研究題目〕有害物質排出抑制技術研究開発

〔研究代表者〕浜田 秀昭（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕浜田 秀昭、小淵 存、藤谷 忠博、金田一 嘉昭、菊川 伸行、佐々木 基、羽田 政明、中村 功、内澤 潤子、大井 明彦、難波 哲哉、中山 紀夫

## 〔研究内容〕

NO<sub>x</sub>（窒素酸化物）除去触媒に関しては、水素還元剤の場合に低温域でNO<sub>x</sub>選択還元が起こる触媒を開発するため、32種類の担持貴金属触媒について活性を調べた。SO<sub>2</sub>が存在しない場合、Ru、Re、Rh、Irを担持した触媒上ではNO選択還元はほとんど進行しなかった。Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>触媒上では、100～150℃でNO選択還元が進行したが、その他のSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、ZSM-5等に担持した触媒はほとんど活性を示さなかった。一方、担持Pt触媒では、担体の種類に関係なく200℃以下の比較的低い温度域で60%以上の高い転化率でNO選択還元が進行した。20ppmのSO<sub>2</sub>が共存する条件では、担持Pdや担持Pt触媒の活性は大きく低下した。一方、Rh/SiO<sub>2</sub>やIr/SiO<sub>2</sub>触媒においては、SO<sub>2</sub>が共存することでNO選択還元活性は大幅に向上した。Ir上でのSO<sub>2</sub>の反応促進効果を検討した結果、SO<sub>2</sub>はIr表面に原子状のSとして存在し、酸素と容易に反応して脱離することで、活性点であるIrの金属状態を安定に保つことがわかった。

PM（粒子状物質）除去に関しては、補助加熱によって生じる排熱を触媒層上流の未処理ガスへ伝達させる熱回収機能を備えた小型（容積約0.5L）の触媒担持 DPF 構造を試作し、その性能を評価した。PM および H<sub>2</sub>の酸化を促進するための触媒成分として MoO<sub>3</sub>と Pt を、フィルター材として炭化珪素（SiC）製不織布を使用した。最高87%の熱回収率が得られ、この機能により、比較的小さなエネルギー投入によりディーゼル車排ガスをDPF 内で100℃から最高約560℃まで昇温し、PM を最大約90%捕集かつ除去できることを確認した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕窒素酸化物、選択還元、表面科学、ディーゼル、粒子状物質、ディーゼル、粒子状物質、パティキュレートフィルター、酸化、触媒、熱回収

## 〔研究題目〕有害物質処理技術研究開発

〔研究代表者〕小林 悟

〔研究担当者〕尾形 敦、金 賢夏、小淵 存、内澤 潤子、難波 哲哉、二タ村 森、清野 文雄、山崎 章弘、小笠原 啓一、脇坂 昭弘

## 〔研究内容〕

VOC 排出抑制技術の開発では、プラズマ法並びにオ

ゾン触媒法について高度化を行った。プラズマ法では反応場にゼオライトを複合化させることにより、プラズマで生じた活性化化学種を利用することで、細孔内部へ吸着したトルエンも効率的に分解できることを見出した。オゾン酸化触媒法では、Mn 酸化物触媒について、その構造とオゾン酸化活性の関係、担体の効果、およびオゾン酸化反応中に生じる構造変化について検討し、Mn 酸化物の構造ではなく表面積に大きく活性が依存することを明らかにした。

有害物質処理プロセスについて、エネルギー消費、酸性化リスク、富栄養化リスク、光化学オキシダント発生リスク、人間毒性リスク、地球温暖化リスクの6項目を評価指標として取り上げ、含フッ素系の VOC ガスの処理を対象として、そのエネルギー低減効果並びに環境影響リスクを定量的に評価した。この結果、混合ガスを用いることで純ガスに比べて環境影響指標が大幅に削減できること、混合ガスをその場で分離、リユースすることが最適な処理プロセスであること等を明らかにした。また、水環境中（淡水及び汽水・海水）に排出された化学物質の動態を把握するため、事業所から下水道への排出量が最も多い N,N-ジメチルホルムアミド（DMF）について、水溶液中における DMF 分子、水分子および Na<sup>+</sup>イオンによって形成されるクラスター構造を質量分析法により検討した。その結果、共存するイオンによって、有機化合物の水における凝縮特性が大きく変化し、その有機化合物の環境中における拡散や生体濃縮プロセスに大きな影響を及ぼす可能性が示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】プラズマ、VOC、触媒、分解、燃焼、エネルギー、評価、フッ素系 VOC、クラスター

【研究題目】廃棄物適正処理システム技術開発

【研究代表者】小林 幹男

【研究担当者】小林 幹男、田中 幹也、大木 達也、  
小山 和也、石田 尚之、大石 哲雄、  
小林 悟、小寺 洋一、加茂 徹、  
菊川 伸行、四元 弘毅

【研究内容】

使用済み製品のリサイクル残さの適正処理及びリサイクル技術を確立するため、有用物質を高効率、低環境負荷で分離回収することが可能なケミカルフリー粒子分離プロセス、放電やマイクロ波照射により、有害物質の発生抑制と約40%の省エネルギーを目指すプラスチックリサイクルプロセスを開発するとともに、有用金属の電解採取にかかる電力を1/2に削減する省エネルギー型金属再生システムを構築することを目標とする。素材分離では、0.3mm 粒子の乾式分離技術、10 $\mu$ m 粒子及びエマルジョンのケミカルフリー湿式分離技術を開発する。プラスチックについては、コロナ放電等による金属等含有

の廃プラスチックの単体分離促進並びに回収したプラスチックのマイクロ波分解等の技術を開発する。金属については、銅の選択浸出及び不純物除去技術並びに一価の銅イオンを含む溶液から純度99.99%以上の銅を電解採取する技術を開発する。本年度は、カラム型気流選別機により複合系廃棄物破砕産物の分離効率90%以上を達成、また、湿式分離においては水平遠心場を利用し10 $\mu$ m 粒子の分離が可能となることを見いだした。さらに、開発したエマルジョン吸着材を利用し、廃水中の油濃度を5ppm 以下、90%以上の油回収を達成した。金属回収については、塩化物系での銅析出原単位が、硫酸塩系に比べて70%以下であることを明らかにするとともに、銅浸出液からの不純物高度除去法を提案した。一方、プラスチックに関しては、ポリエチレンのガス化において約70%の炭化水素ガスが得られるとともに、マイクロ波加熱では、ポリスチレン分解の物質収支90%以上確保、スチレンモノマー収率85wt%以上を達成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物、リサイクル、金属、プラスチック

【研究題目】フィルターの耐久性試験評価法

【研究代表者】遠藤 茂寿

【研究担当者】遠藤 茂寿、若林 猛茂、岩田 博行、  
萱島 由美子、菊地 洋子  
(職員2名、他3名)

【研究内容】

バグフィルターは、焼却、燃焼をはじめ各種プロセスの粉塵処理装置として広く利用されているのみならず、焼却・溶融施設ではダイオキシン対策として必須な素材となっている。高温の酸性排ガス雰囲気という過酷な条件下での使用を考えると、環境および経済的観点からその耐久性の予測が必要とされている。しかし、国内はもとより国際的にもバグフィルター材の耐反応性、耐熱性、および、耐磨耗性を評価する標準的な試験法、規格がない。そこで本研究では、産学官の協力によるフィルター材耐久性データの蓄積と解析にもとづき、高温排ガス中の有害物質や粉塵を高効率に除去するバグフィルターろ布の耐久性を測定・評価するための性能試験評価法を、一連の「集じんろ布の試験法（サンプリング方法、加速試験方法、耐熱性試験方法、耗性試験方法）」としてJIS化する。同時に、ISO/TC146/SC1（大気質）に国際提案する。本研究では、フィルター材の耐反応性、耐熱性、および、耐磨耗性などの耐久性に関する評価因子として機械的強度、特に、引張強度に着目した。これらの耐久性を適正に評価できるような高温暴露あるいは反応性ガス雰囲気への暴露法、並びに、フィルター材の適正な引張試験法に関する基礎データを蓄積する。同時に、自治体の一般ゴミ焼却プラントにおいて実使用されたろ布材のデータやフィルター材製造メーカーにおけるデ

ータの蓄積を行い、耐久性評価のためのDBを構築する。そしてこれらのDBをもとに、耐久性・寿命予測指針を求めるとともに、耐久性評価試験法の規格化を行う。

16年度には、先ず、150～250℃の高温条件下に長時間暴露（～1200時間）したガラス繊維や耐熱性高分子を原料とする各種のフィルター材を引張試験することで、高温暴露条件および引張試験条件の引張強度に対する変動因子を系統的に評価した。その結果、変動の少ない試験条件を明らかにすることができ、それにもとづいて耐熱性評価試験法のJIS骨子を検討した。また、JIS作成に先立ち、関係機関において規格内容を確認する必要があるため、JIS化する試験条件による共通測定を開始した。

さらに、共同研究機関である金沢大学において焼却炉排ガスを模擬したガス雰囲気（Sox、Nox、HCl、H<sub>2</sub>Oを適量含有する模擬ガス雰囲気）に長時間暴露した各種フィルター材の引張強度を評価し、化学劣化に関わる耐久性加速試験法の基礎データを蓄積し、規格骨子を検討した。また、長期間繰り返し変形させた各種フィルター材の引張強度を測定・集積し、暴露条件、摩耗状態との関係を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バグフィルター、耐久性、耐熱性、加速試験

#### ・エネルギー使用合理化技術開発委託費

【研究題目】ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

【研究代表者】島田 広道（環境化学技術研究部門）

【研究内容】

化学産業における抜本的な省エネルギー化を実現するためには、反応工程や分離・濃縮工程等の単なる改良ではなく、新規な媒体や触媒、あるいは分離手法、さらにはそれらを組み合わせた革新的な化学プロセスの開発を目指す必要がある。そのため、本研究では以下の4分野において特に重要と考えられる課題に取り組む。a) 新規な媒体として、超臨界二酸化炭素や超臨界水等の超臨界流体を取り上げ、その特異な性質を利用する新しい反応場の確立を目指す。b) 省エネルギー型グリーンプロセスとして、ハロゲン系薬剤を用いない新しい省エネ型漂白技術の開発、蒸留に代わる新しい分離膜や吸着剤を用いる分離・濃縮方法の開発、汎用化成品の製造技術として最大の生産量（20%以上を占める）を有する酸化反応の省エネルギー・省資源化を目指した、気相一段エポキシ化や膜反応器による直接水酸基導入プロセス等の開発、ホスゲン代替としての二酸化炭素利用技術の開発などに取り組む。また、c) 革新的化学プロセス技術開発として、新型膜型反応器の開発により省エネルギー効果の大きな革新的化学プロセスの実現を目指す。さらに、d) 低環境負荷および省エネルギー性に優れた大型冷凍機用の候補化合物の評価と選択を行う。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、省資源、革新的化学プロセス

【研究題目】ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

【中項目】超臨界流体利用環境負荷低減技術

【研究代表者】新井 邦夫（超臨界流体研究センター）

【研究担当者】（超臨界流体研究センター）新井 邦夫、生島 豊、白井 誠之、鈴木 明、林 拓道、畑田 清隆、倉田 良明、増田 善雄、佐藤 修、川波 肇、金久保 光央、相澤 崇史、伯田 幸也（ナノテクノロジー研究部門）大竹 勝人、菅田 孟、中澤 宣明、依田 智、竹林 良浩（環境化学技術研究部門）坂倉 俊康、安田 弘之、高橋 利和、山本 昭治

【研究内容】

目標：

化学プロセスにおいては、環境負荷低減、省エネルギー、省資源を実現するための新技術が求められている。高温・高圧の状態にある流体の一種である超臨界二酸化炭素や超臨界水等のいわゆる超臨界流体は、従来から使用されてきた有害な有機溶媒の代替としてばかりではなく、特異な機能を持つ媒体として注目されている。本研究では、超臨界流体を用いた環境調和型の有機合成反応プロセスの基本技術開発を加速させるために超臨界流体の溶媒特性や反応ダイナミックスの解明を目的とする。研究計画：

高温・高圧の状態にある流体の一種である超臨界水、二酸化炭素等を反応場とする、環境調和型の反応・プロセス技術を開発する。同時に、これらの技術開発を支援するために、in-situ 測定技術等を用いて超臨界流体の溶媒特性や反応ダイナミックスを解明する。このような観点から、以下の研究を実施する。

- (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成技術の研究開発、
- (2) 超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成技術の研究開発、
- (3) 流体特性の解明研究

平成16年度進捗状況：

- (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成技術の研究開発

通常、2段階で10.5時間、総括収率66%のシトラー合成反応を375℃、40MPa、10.5secの超臨界水条件下で0.2mol%の微量塩化リチウムを添加することにより1段階に集約し、95%の収率で得られることが示唆される結果が得られた。さらに、この超臨界水シトラー合成プロセスに超臨界CO<sub>2</sub>による選択的水素化を組み合わせることで、セラニオールを選択的に合成するハイブリッドプロセスを提唱した。

## (2) 超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成技術の研究開発

二酸化炭素を溶媒とするアセトアルドールの縮合反応について、酸化マグネシウム (MgO) 触媒の粒子径依存性を検討し、クロトンアルデヒドの選択性及び収率は、MgO の粒子径が小さいほど、高くなることを明らかにした。また、二酸化炭素を溶媒とした1-ナフトールの水素化反応について検討した。323K の低温水素化活性には活性炭に担持したロジウム金属が有効な触媒であることを明らかにした。部分核水素化体 (1-テトラヒドロナフトール及び1-テトラロン) への選択性が>90%と非常に高いことを明らかにした。活性についてはロジウム触媒には劣るが、活性炭に担持したパラジウム金属触媒は1-テトラロンへの選択性においては有効であり、収率90% (反応温度383K) で1-ナフトールから1-テトラロンを合成することができた。

## (3) 流体特性の解明研究

超臨界二酸化炭素中における多相系触媒反応システムの特性を調べることを目的として、イオン液体に加えてポーラス材料を対象とした、in-situ 測定技術の開発研究を行った。シリカやアルミナなどからなる反磁性のポーラス材料では、高圧 NMR 法によりバルク状態の流体とポア内の流体の信号を区別できることが分り、ポア内の流体密度を定量的かつ簡便に決定する新たな分析方法を提案した。これにより、ポア内の流体密度はバルク密度とは顕著に異なり、特に低圧ではその傾向が大きく、臨界点近傍で特徴的な振る舞いを示し、高圧ではバルク密度に近づくことが解明された。

イオン液体に二酸化炭素を加圧、溶解すると、イオン液体溶液の電気伝導度は顕著に増大し、輸送現象は大幅に改善される。その効果を異なる温度で調べたところ、低温ほど大きく、高温になるほど緩やかとなることが明らかとされた。また、イオン液体にさらに二酸化炭素を加圧しても電気伝導度はあまり変化しないことが確認された。これは、二酸化炭素の飽和によるもので、その変極点は低温ほど低圧側にシフトし、二酸化炭素の密度-圧力曲線のそれと類似することが明らかとなった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 超臨界水、超臨界二酸化炭素、有機合成、触媒、流体特性

[研究題目] ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

[中項目] 省エネルギー型グリーンプロセス研究開発

[研究代表者] 島田 広道 (環境化学技術研究部門)

[研究担当者] (環境化学技術研究部門) 島田 広道、テッド 大山、阪東 恭子、三村 直樹、

高橋 厚、坪田 年、伊達 正和、前田 泰、Lu Jiqing、Chouwdhury Biswajit、濱川 哲康、原谷 賢治、溝口 敬信、藤原 一郎、内丸 祐子、須田 洋幸、向田 雅一、原 重樹、吉宗 美紀、柳下 宏、根岸 秀之、中岩 勝、遠藤 明、山本 拓司、林 輝幸、大内 秋比古、鈴木 利明、猿渡 篤、佐藤 一彦、碓井 洋子、劉 彦勇、坂倉 俊康、安田 弘之、崔 準哲、高野 一史、Abulimit Yili

## [研究内容]

目標および研究計画：

化学産業における抜本的な省エネルギー化を実現するためには、化学製品の最終処理、反応物・生成物の分離・濃縮、化学プロセスにおける反応の各工程について、根元的課題を抽出し、その解決策を見出すことが最も有効である。本研究開発では、上記各項目について以下の目標を掲げる。(1) 化学製品の最終処理として、セルロース系天然高分子の漂白を取り上げて、ハロゲン系薬剤を用いない新しい環境調和型省エネルギー漂白技術を開発する。(2) 反応物・生成物の分離・濃縮では、化学プロセス全体の60%~70%のエネルギーを消費する蒸留に代わる新しい技術として分離膜や吸着剤を用いる省エネルギー的方法を開発する。(3) 化学プロセスについては、汎用化成品の製造技術として最大の生産量 (20%以上を占める) を有する酸化反応の中で、難度は高いが省エネルギー・省資源効果の大きい反応を取り上げ、それらを高選択的に進めることのできる革新的触媒を開発する。また、ホスゲン代替として二酸化炭素利用技術を開発する。

平成16年度進捗状況：

## (1) 省エネ型光漂白技術の研究開発

非塩素系薬剤を用いた室温光照射により、従来法以上の白色度と92%の省エネルギー効果 (従来法の8%のエネルギー消費量) を持つ綿布の光還元漂白法の開発に成功した。また、各種パルプの非塩素系薬剤を用いた光還元漂白により従来の塩素系漂白剤による長時間の高温処理以上の漂白効果が得られた。

## (2) 新規材料を用いた分離・濃縮技術の研究開発

有機溶媒フリーの超臨界 CO<sub>2</sub> 含浸法によって調製する Pd ナノ微粒子分散炭素膜作成法を実用形態である中空糸膜作成に適用した。得られた膜は優れた水素分離性能を有し、高性能な Pd ナノ微粒子分散中空糸膜が作製可能であることを見いだした。また、新規分子ふるい炭素膜素材として、汎用性高分子であるポリフェニレンオキシド (PPO) に着目し、各種の置換基を持った PPO 誘導体を合成し、それらの自立型中空糸状の分子ふるい炭素膜の合成を行い酸素分離性

能を評価した。新規カーボン系吸着剤として期待されるカーボンクライオゲル微粒子のメソ細孔構造（メソ細孔径・BET 比表面積・メソ細孔容積）の制御手法を構築した。泳動電着法による自由形状分離材の形成として高温での酸素分離膜として期待できる混合導電性酸化物の一つであるランタンコバルタイト粒子を電着、焼結させることによる管状の緻密酸化物薄膜作製法の開発を行った。

### (3) 高選択性酸化触媒の研究開発

気相一段エポキシ化について、酸素と水素を用いる金ナノ粒子触媒系では、塩基性ガスを反応ガス中に微量に添加したところ、これまでの初期性能を維持しつつ、課題であった触媒活性の経時劣化の抑制と、水素利用効率の向上（30%以上）を達成した。また、気相酸素のみを用いる Ag 触媒系においても Ag は定常反応状態では金属状態で活性であることを確認し、今後の触媒開発への指針を得た。修飾ゼオライト系では、液相スラリー系触媒の改良を行い、プロピレン転化率30%以上で、エポキシ化選択率80%以上の触媒系として、パラジウム／ペルオキシヘテロポリ化合物を見出した。この化合物のヘキサゴナルメソポーラスシリカへの固定化による触媒の繰り返し使用にも成功した。

シクロヘキセンからのアジピン酸合成に関しては、当初触媒活性を10倍程度向上させる計画であったが、本年度の結果で触媒活性に関してはすでに十分な値を達成している（～20倍）。引き続き高活性触媒の探索を引き続き行くと共に、回収・再使用性の向上を目指した検討を行っていく。シクロヘキサノン、シクロヘキサノールからのアジピン酸合成では、新しい触媒系を開発することができ、当初の2倍程度高活性な触媒系を開発した。

### (4) ホスゲン代替としての二酸化炭素利用技術の研究開発

脱水剤としてアセタール存在下、メタノールと二酸化炭素からの炭酸ジメチル合成を目的とし、分子触媒の構造に関して遷移金属を含む広範な中心金属と配位子の組み合わせを検討した結果、フェナントロリン系配位子を有するコバルト錯体またはクラウンエーテル系配位子を有するチタン錯体に高い触媒活性を見いだした。さらに、ジルコニア系固体酸塩基触媒にも活性を見いだした。また、ジブチルスズオキシド錯体とメタノールとの脱水反応によって触媒活性種であるスズメトキシド錯体を再生する反応について検討を行い、ほぼ定量的に再生出来る条件を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ハロゲンフリー酸化漂白、分離・濃縮、選択性酸化触媒、二酸化炭素

【研究題目】ミニマム・エネルギー・ケミストリ研究開発

【中項目】革新的化学プロセス技術開発

【研究代表者】水上 富士夫（メンブレン化学研究ラボ）

【研究担当者】（メンブレン化学研究ラボ）

水上 富士夫、鈴木 敏重、小野寺 嘉郎、横山 敏郎、松永 英之、清住 嘉道、花岡 隆昌、濱川 聡、蛭名 武雄、和久井 喜人、川合 章子、長瀬 多加子、佐藤 剛一、池田 拓史、西岡 将輝、長谷川 泰久、角田 達朗、小林 清、井上 朋也、Tanaka Alfredo、Bere Kossi、Sherif El-Safty（先進製造プロセス研究部門）  
前田 龍太郎

【研究内容】

目標：

従来極めて困難とされてきた、分子状の酸素による直接・一段階での芳香環への水酸基導入を可能にするため、効率的な膜型反応器の開発を実施し、化学反応プロセスでの大きな省エネ効果の実現を目指す。

研究計画：

本研究では、直接水酸基導入反応による芳香族アルコールのグリーン製造プロセスを開発・確立するため、1) 酸素や水素を選択的に透過・活性化する無機系膜開発、2) 膜を組み込んだ反応器（膜型反応器）の開発、3) 膜型反応器を反応へ適用し、フェノール等芳香族アルコール合成への最適化を行う。同時にこれらの実現に必要な周辺基盤技術の確立を目指す。

平成16年度進捗状況：

Pd 膜による芳香族化合物の直接水酸化プロセス開発では、反応機構と膜性状の詳細な検討からより効率的な膜反応器の設計に繋がる知見を集積して最適条件を絞り込むとともに、Pd 使用量削減の用途を示した。また水素透過膜開発では、同時・異種金属の同時析出法による膜作製に成功し、反応温度600℃における水素と窒素の交互透過試験（13回のサイクル）後でも安定した運転を達成し、さらに新規選択的水素透過膜として“Pore filling membrane”を開発、通常水素脆化が起こる150℃以下での安定性を確認した。さらに周辺技術として、高温で利用可能なガスバリア材料用の層状珪酸塩を基材とする膜材料を開発、700℃での高温処理後も金属箔に匹敵するバリア性能と柔軟性の維持を達成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】膜利用技術、グリーンプロセス、選択透過

【研究題目】ミニマム・エネルギー・ケミストリ研究開発

【中項目】高効率冷媒合成・利用技術

【研究代表者】関屋 章（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕（環境化学技術研究部門）関屋 章、  
田村 正則、権 恒道、松川 泰久、  
水門 潤治、杉江 正昭、内丸 忠文、  
徳橋 和明、陳 亮、高橋 明文、  
滝澤 賢二、阿部 隆、近藤 重雄

#### 〔研究内容〕

##### 目標：

大型のターボ式冷凍機用冷媒として CFC-11に代わり HCFC-123が使用されて来たが、HCFC-123はモントリオール議定書により規制され、これに代わる優れた代替物はまだ見つかっていない。そこで、候補化合物の評価とそれらの比較検討から低環境負荷ならびに省エネルギー性を反映した指標を提案し、これに基づいて大型冷凍機用代替冷媒を選択することを旨とする。省エネ効果としては、吸収式冷凍機に比べて10%の改善を期待する。

##### 研究計画：

環境への負荷が低い代替冷媒の選択に必要な基礎的研究として、種々の化合物の環境影響評価、燃焼性等の安全性評価、及び物性評価に関する知見の蓄積、その予測手法の開発、候補化合物の合成法の検討を行う。これらの知見に基づき化合物を総合的に評価して環境への負荷の低い大型冷凍機器用冷媒の選択指針の提案、化合物の選択を行う。

##### 平成16年度進捗状況：

評価対象化合物について、冷媒の選択に必要なデータの取得を進めた。環境影響評価として、OH ラジカルとの反応速度を原理の異なる2種の測定法を用いて測定すると共に、計算科学的手法で9化合物の予測を行い、大気寿命を求めた。燃焼性評価として、燃焼限界と燃焼速度についてそれぞれ3化合物の測定を行った。対象化合物の毒性について Ames 試験を行い、新たに2化合物は Ames 陽性、2化合物は Ames 陰性であることがわかった。合成法に関しては工業的製造という観点から対象化合物の評価を進めた。評価対象化合物の一つについて合成法検討を行い、従来法より効率的な合成法を見いだした。大型冷凍機用冷媒の選択指針について検討を開始し、冷媒として満たすべき条件に基づき候補化合物を8化合物に絞り込んだ。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 代替物、冷媒、大型冷凍機

〔研究題目〕 ミニマム・エナジー・ケミストリ研究開発

〔中項目〕 超臨界流体利用環境負荷低減技術

〔小項目〕 超臨界流体による特異的有機合成技術の研究

〔研究代表者〕 新井 邦夫（超臨界流体研究センター）

〔研究担当者〕 生島 豊、白井 誠之、鈴木 明、  
林 拓道、畑田 清隆、倉田 良明、  
佐々木 皇美、増田 善雄、佐藤 修、

川波 肇、金久保 光央、相澤 崇史、  
伯田 幸也（職員13名）

#### 〔研究内容〕

##### 目標：

化学プロセスにおいては、環境負荷低減、省エネルギー、省資源を実現するための新技術が求められている。高温・高圧の状態にある流体の一種である超臨界二酸化炭素や超臨界水等のいわゆる超臨界流体は、従来から使用されてきた有害な有機溶媒の代替としてばかりではなく、特異な機能を持つ媒体として注目されている。本研究では、超臨界流体を用いた環境調和型の有機合成反応プロセスの基本技術開発を加速させるために超臨界流体の溶媒特性や反応ダイナミクスの解明を目的とする。

##### 研究計画：

高温・高圧の状態にある流体の一種である超臨界水、二酸化炭素等を反応場とする、環境調和型の反応・プロセス技術を開発する。同時に、これらの技術開発を支援するために、in-situ 測定技術等を用いて超臨界流体の溶媒特性や反応ダイナミクスを解明する。このような観点から、以下の研究を実施する。

- (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成技術の研究開発、
- (2) 超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成技術の研究開発、
- (3) 流体特性の解明研究

##### 平成16年度進捗状況：

- (1) 超臨界水反応場を用いた有機合成技術の研究開発  
通常、2段階で10.5時間、総括収率66%のシトラール合成反応を375℃、40MPa、10.5secの超臨界水中で0.2mol%の微量塩化リチウムを添加することで1段階に集約し、シトラールを95%で収率を得られることが示唆された。
- (2) 超臨界二酸化炭素反応場を用いた有機合成技術の研究開発  
二酸化炭素を溶媒とし酸化マグネシウム触媒を用いてアセトアルドールの縮合反応について検討し、圧力によって生成物の選択性を制御でき、アセトアルドール（二酸化炭素圧<5PMPa、収率73%）とクロトンアルデヒド（二酸化炭素圧>12PMPa、収率96%）が得られることを見出した。
- (3) 流体特性の解明研究

イオン液体に二酸化炭素を加圧、溶解すると、イオン液体溶液の電気伝導度は顕著に増大し、輸送現象は大幅に改善される。その効果を異なる温度で調べたところ、低温ほど大きく、高温になるほど緩やかとなることが明らかとされた。また、イオン液体にさらに二酸化炭素を加圧しても電気伝導度はあまり変化しないことが確認された。これは、二酸化炭素の飽和によるもので、その変極点は低温ほど低圧側にシフトし、二酸化炭素の密度-圧力曲線のそれと類似することが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超臨界水、超臨界二酸化炭素、有機合成、触媒、流体特性

〔研究題目〕 ガス状ほう素化合物による大気汚染監視技術及び除外技術の開発

〔研究代表者〕 田尾 博明

〔研究担当者〕 田尾 博明、山崎 章弘、中里 哲也

〔研究内容〕

ほう素合金製造事業所周辺で植物被害が顕在化したため、ほう素化合物の動態、植物に対する毒性について早急に研究し、発生源対策を施す必要が生じた。本研究では、発生源における高温排ガス中のほう素化合物の採取方法や分析方法を確立するとともに、ほう素化合物に高い親和性を持つ素材の探索・改質を行い、ガス状ほう素化合物の分離性能を解明する。さらに実測分離性能に基づき、新規な除去・リサイクルプロセスを提案し、その概念設計及び評価を行う。本年度は、発生源における高温排ガス中のほう素化合物の化学形態と、排ガス温度並びに水分量との関係を明らかにするため、現地調査を行った。現地調査では、ほう素合金製造工場の発生源、バクフィルター後の排ガス等を採取し、ガス状及び粒子状ほう素の分別定量を行った。また、外気温とほう素排出量との相関を調べるため、外気温が異なる、1月、3月、5月に現地調査を実施した。更に、ほう素化合物の排出量を減少させるため工場で採用している水シャワーを用いる方法の有効性を評価した。その結果、ほう素の排出量は外気温が低いほど少ないこと、また、水シャワーにより、排出量が約33%減少することが認められた。一方、新規な除去・リサイクルプロセスに関しては、昨年度見出した、ポリビニルアルコール（PVA）膜によるほう酸水溶液の上り坂輸送現象に関して、さらに広範囲の実験条件ではほう酸水溶液の透過実験を行った。実験結果に基づき、ほう酸の上り坂輸送現象のモデル化を行い、透過のメカニズムについて検討した。また、乾式吸着法によるほう素分離に最適な吸着剤の探索を目的とし、吸着性能評価のための流通系吸着装置を構築した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ほう素、植物被害、分析、分離

〔研究題目〕 超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発

〔研究代表者〕 荒井 和雄

〔研究内容〕

今後、太陽光発電などの分散電源の導入の進展に伴い、電力ネットワークのエネルギー損失低減が重要な課題となると考えられる。また、情報通信機器の急速な普及に伴う電力需要の急増を回避するために、情報通信機器の抜本的な低消費電力化が求められる。本事業では、電力変換器等のパワーエレクトロニクスおよび情報通信機器

の革新的な省エネルギー化を図り地球温暖化の抑制に貢献する。また、このような技術革新により、国際競争力のある新たな省エネルギー半導体産業の創出と同時に、電力機器、情報通信機器両分野での民間需要、雇用の創出を図る。

本事業では、電力ネットワーク、電力機器の省エネ化を目指し、インテリジェントビル等のローカルエリア電力ネットワーク内の無停電電源設備、電力消費機器として期待できる SiC 素子などを利用した小型・超低損失電力変換器のための高密度実装・モジュール化技術等の基盤技術を開発する。さらに情報通信機器の省エネ化を可能とする基礎・基盤技術として、画像表示部や演算回路をワンチップにシステム化し、情報処理内容に応じて最適パワーマネージメントを行うことにより、情報通信機器の抜本的省エネルギーを可能とするインテリジェントシステムチップの研究開発、ならびに視認性に優れ、省エネルギー効果の大きな自然光活用ディスプレイの研究開発を行う。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超低損失電力変換器、ワンチップシステム化、自然光活用ディスプレイ

〔研究題目〕 超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発

〔中項目〕 超低損失電力モジュール技術開発

〔研究代表者〕 荒井 和雄

〔研究担当者〕 荒井 和雄、奥村 元、福田 憲司、西澤 伸一、清水 三聡、沈旭 強、田中 保宣、石田 夕起、加藤 智久、小杉 亮治、先崎 純寿

〔研究内容〕

SiC や GaN の超低損失素子の長を生かした小型・低消費電力の電力変換器（スイッチ、インバータなど）を実用化するための基盤技術を開発する。素子の高性能、プロセスの高度化、デバイスの信頼性の向上を図ると共に、モジュール化に適したデバイス設計、実装、技術のモジュール化基盤技術の確立を図る。

16年度は、モジュール開発に適した生産性のよい DIMOS において、開発した高温急速熱処理（HT-RTP）法を駆使して、同耐圧 Si パワーMOS の約1/10の  $R_{\text{ons}}$  を  $12.5\text{m}\Omega\text{-cm}^2$  (@Vg=20V) まで低減することに成功した。さらにそのスイッチング特性を解析した。SiC エピ成長技術では、高品質単結晶基板活用の目処がたった。GaN 系では、MOCVD 装置の可動により、デバイス化のためのプロセス技術の基盤がほぼ確立された。また、モジュール化技術においては、モジュールの実損失の最適設計や、最適熱分配設計の基盤となる回路・デバイス限界損失の分離手法を開発した。SiC パワー素子を用いた電力変換器のプロトタイプ実証に向けたウエハ、プロセス、デバイス、モジュール化の基盤技術がほぼ固

まったと考えている。最終段階においては、さらなる要素技術の高度化を図るとともに、変換器プロトタイプの実証に向けて要素技術の最適統合を図っていく。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 SiC、パワーモジュール、パワーMOSデバイス、GaN、オン抵抗

〔研究題目〕 未来型 CO<sub>2</sub>低消費材料・材料製造技術研究開発

〔研究代表者〕 鳥山 素弘

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究内容〕

材料は産業や社会の根幹であり使用量が膨大であることから、製造、加工、使用、リサイクルの全体で CO<sub>2</sub>排出が抑制できれば、その削減に大きく貢献できる。本プロジェクトは、金属、セラミックス、プラスチック、バイオマス系材料について、製造・加工プロセスの省エネルギー化技術、装置・システム等が省エネルギー化できる材料及び使用することで直接的に CO<sub>2</sub>排出量抑制効果がある材料の開発、並びに省エネルギーリサイクル材料技術を開発することを目的とする。その際、それぞれの材料や製造・リサイクルプロセスだけではなく、その材料のライフサイクル全体から考えて、最も省エネルギー化・CO<sub>2</sub>排出量削減ができるように、製造ー加工ー使用ーリサイクルを通じたシステム全体を最適化に努める。具体的には、①セラミックス系材料における CO<sub>2</sub>低排出型材料技術開発、②無機・有機材料系における CO<sub>2</sub>低排出材料技術開発について行う。

平成16年度は、①セラミックス系材料においては、化学溶液法により合成した未来型非鉛系圧電セラミックス膜の化学組成制御により、比較的低温で合成した相境界付近の固溶体膜の誘電特性の極大化を確認することができた。合成温度は従来バルクセラミックスと比較して、550℃低温化させることができた。また、フラックス法により合成した球状 AlN フィラーの粒度配合により、従来のシリカ充填封止材の9倍にあたる8W/mK 以上の熱伝導率を有するエポキシ樹脂封止材の開発に成功した。②無機・有機系材料においては、プラスチック代替木質材料技術で、工具と木材との摩擦を利用した加工方法を開発し、従来の熱効率が悪い外部加熱をゼロにすることを可能とした。また、粉へ粉砕することなく流動成形する方法を見出したので、粉砕エネルギーを不要とする可能性が示された。また、アルミニウム合金再生材の腐食特性が劣化しない条件を導出するとともに、鉄では同じ加工履歴に供したバージン材と比して再生材の伸びの劣化を10%に抑えつつ再生材の強度を向上させる条件を導出した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 省エネルギー、木質材料、再生材料、低温焼成、高熱伝導体

〔研究題目〕 未来型 CO<sub>2</sub>低消費材料・材料製造技術研究開発

〔中項目〕 セラミックス系材料における CO<sub>2</sub>低排出型材料技術開発

〔研究代表者〕 加藤 一実

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 三木 健、西澤 かおり、木村 辰雄、鈴木 一行、田中 清高、渡利 広司、安岡 正喜、西村 ゆつき、横川 善之、穂積 篤、森岡 幸、平野 太紀、大橋 優喜、太田 一徳、砥綿 篤哉、高尾 泰正、川上 省二、楠本 慶二、伊賀 武雄、木野 瀬美佳

〔研究内容〕

圧電応用を目的として、溶液反応を利用したケミカルプロセス経路により、多元系機能性セラミックスを低温で膜状化し、小型高性能電子機器への展開を図るための基盤研究を実施した。平成16年度においては、BaTiO<sub>3</sub>-BaZrO<sub>3</sub>非鉛多元系セラミックス膜の作製条件、微構造、電気的特性の関係を検討し、粒径と誘電率及び圧電特性の組成依存性を明らかにした。電磁波を用いた焼成法による電磁波の照射方法による省エネルギー化について検討した。また、セラミックス材料の使用時における省エネルギー化に関しては、高密度 LSI あるいはパワーエレクトロニクスに使用される高熱伝導封止材フィラーに使用可能な球状窒化アルミニウムの開発において、フラックス処理により作製した単結晶質球状窒化アルミニウムフィラーの粒度調整による高密度充填化技術の開発を行った。また、窒化アルミニウム粉体表面の酸炭化による耐湿性改善技術を開発した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 省エネルギー、非鉛圧電体、厚膜、高熱伝導、フィラー

〔研究題目〕 未来型 CO<sub>2</sub>低消費材料・材料製造技術研究開発

〔中項目〕 セラミックス系材料における CO<sub>2</sub>低排出型材料技術開発

〔研究代表者〕 加藤 一実

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 三木 健、西澤 かおり、木村 辰雄、鈴木 一行、田中 清高、渡利 広司、安岡 正喜、西村 ゆつき、横川 善之、穂積 篤、森岡 幸、平野 太紀、大橋 優喜、太田 一徳、砥綿 篤哉、高尾 泰正、川上 省二、楠本 慶二、伊賀 武雄、木野 瀬美佳

〔研究内容〕

圧電応用を目的として、溶液反応を利用したケミカルプロセス経路により、多元系機能性セラミックスを低温

で膜状化し、小型高性能電子機器への展開を図るための基盤研究を実施した。平成16年度においては、 $\text{BaTiO}_3$ - $\text{BaZrO}_3$ 非鉛多元系セラミックス膜の作製条件、微構造、電気的特性の関係を検討し、粒径と誘電率及び圧電特性の組成依存性を明らかにした。電磁波を用いた焼成法では、電磁波の照射方法による省エネルギー化について検討した。また、セラミックス材料の使用時における省エネルギー化に関しては、高密度 LSI あるいはパワーエレクトロニクスに使用される高熱伝導封止材フィラーに使用可能な球状窒化アルミニウムの開発を行った。フラックス処理により作製した単結晶質球状窒化アルミニウムフィラーの粒度調整による高密度充填技術の開発を行った。また、窒化アルミニウム粉体表面の酸炭化による耐湿性改善技術を開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 省エネルギー、非鉛圧電体、厚膜、高熱伝導、フィラー

【研究題目】 未来型  $\text{CO}_2$ 低消費材料・材料製造技術研究開発

【中項目】 無機・有機系材料における  $\text{CO}_2$ 低排出型材料技術開発

【研究代表者】 鳥山 素弘

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 斎藤 尚文、鈴木 一孝、重松 一典、今井 恒道、千野 靖正、池山 雅美、斎藤 和雄、中尾 節男、増田 晴穂、崔 竣豪、勝野 高志、金山 公三、小畑 良洋、湯口 宜明

【研究内容】

機械化学的手法により木質廃材等の未利用バイオマスと合成ポリマーを複合化し、バイオマスを含有しつつ従来の合成ポリマーと同程度の特性を有するプラスチック代替材料の製造・成形技術を開発する。また、圧密加工条件の最適化と、圧密加工の前処理による薬液注入能の改善により、木質材料の形状不安定性を克服し耐久性を向上させる技術を開発する。木粉に自己接着能力と流動性を付与し複雑形状の成形を可能とする技術を開発する。一方、工場内金属スクラップ（切削粉等）を高性能材料として再生するための固体プロセスによる金属リサイクル技術を開発する。さらに、低摩擦摩耗化を目的とした金型へのダイヤモンド状炭素（DLC）コーティング技術を開発する。

平成16年度は、①バイオマスからのプラスチック代替材料製造技術においては、セルロースにステアリン酸亜鉛を添加して粉砕することにより、微細でかつ扁平形状を持つセルロース粒子が生成することを明らかにした。この扁平微粒子は容易にポリオレフィンとポリマーアロイ化でき、熱流動性の高い高成形性のポリマーアロイを製造することができた。マレイン酸グラフト化ポリプロ

ピレンと高結晶性の繊維状セルロースとの混合物を機械的に粉碎処理することにより効果的にエステル結合を形成でき、機械的物性が向上することを明らかにした。②プラスチック代替木質材料技術においては、圧密加工の低コスト化のための新規な方法として、摩擦を利用した表層圧密加工技術を開発した。③リサイクル技術の革新においては、アルミニウム合金に関しては再生材の腐食特性向上するための試料前処理条件を導出した。鉄鋼材料に関しては再生材の機械的特性が向上するための熱処理条件を導出した。DLC 被膜の開発に関しては、DLC 膜の作製条件の最適化を図った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 プラスティック代替材料、バイオマス、木質材料、再生材、アルミニウム合金、DLC

・電源多様化技術開発等委託費

【研究題目】 高輝度 X 線パルス利用発電施設モニタリングシステム開発

【研究代表者】 渡辺 正信（光技術研究部門）

【研究担当者】 鳥塚 健二、高田 英行、小林 洋平、欠端 雅之、植村 禎夫、吉富 大

【研究内容】

石油代替エネルギーによる発電プラントの高機能なメンテナンス等を実現し、電源の多様化に資するため、高輝度X線パルス利用発電施設モニタリングシステムで使用される高強度低ジッターパルスレーザーシステムの基盤技術として、超短光パルス発生技術、パルス波形・光波位相計測技術を確立する事を目的として、10fs以下級の超短光パルスの発生技術、高強度フェムト秒パルスの波形・光波位相の計測と制御の技術の研究開発を行っている。

平成16年度には、高精度パルスタイミング制御のための、パルス内光波位相の計測と制御の技術を、フェムト秒光パラメトリック発振器を用いて高度化し、ポンプ光とアイドラー光の和周波光とシグナル光の2倍波光の位相比較によって、光パルス位相制御をタイミング同期などに利用するために十分な位相変動制御の精度0.1rad以下を実現した。また、波長 $0.8\mu\text{m}$ のTi:sapphireレーザー及び、 $1.3\mu\text{m}$ のCr:forsteriteレーザーからの異波長フェムト秒パルス間において、パルス衝突によるタイミング同期方式に付加して、共振器外部でタイミング差を検出しフィードバック制御する技術を開発し、2波長の光パルス間の相互ジッターとしては世界最高の0.1fs以下を得ることに成功した。さらに、チャープパルス増幅技術の高度化をすすめて、チタンサファイアレーザーにおいて、(a)液晶空間変調器を利用してパルス幅の拡大再圧縮における高次分散補償の精度を向上するとともに、(b)増幅における利得狭帯域化を透過型の多層膜干渉フィルターで補正し、(c)新しく設計開発した高

強度増幅パルスに対する耐久性を向上させた低分散広反射帯域のレーザーミラーを利用して、高強度レーザーパルスの短パルス記録である13fs、17TW (12fs、7TW)の発生を実現した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】フェムト秒光パルス、モード同期レーザー、レーザーコンプトン X 線パルス、タイミング同期、レーザー増幅

【研究題目】交流超電導電力機器基盤技術研究開発

【研究代表者】淵野 修一郎

【研究担当者】淵野 修一郎

【研究内容】

交流超電導電力機器は、常に交流損失による熱発生を伴うため、冷却効率の優れた、より高温での運転が望まれ、高温超電導体の利用が不可欠である。このため、酸化超電導材料の作製技術や、機械的に脆弱な酸化超電導線材を取扱うため各種固体材料の熱応答特性の評価技術が必要となる。また、交流損失の低減技術、高電圧絶縁・電磁力対策技術、極低温冷却技術など超電導機器特有の技術開発も不可欠である。これらの研究開発により、交流超電導機器を実現するための基盤を確立する。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】交流超電導電力機器、交流損失、極低温冷却技術、超電導薄膜作製技術、特性評価技術

【研究題目】交流超電導電力機器基盤技術研究開発

【中項目】限流器・変圧器等静止機器に関する研究

【研究代表者】淵野 修一郎

【研究担当者】梅田 政一、古瀬 充穂、新井 和昭、淵野 修一郎、岡野 眞、田中 秀樹  
(職員5名、他1名)

【研究内容】

限流器・変圧器等静止機器に関する研究においては、大型・大電流化のための導体並列化・コイル並列化に伴う偏流等の要素技術研究により、200A-10kV 級共振切り換え型限流器システムを研究開発のために Bi2223線材を使用したトロイダル型交流リアクトルの詳細設計(大半径0.26m、小半径0.044m)を行った。ユニットコイルは3ダブルパンケーキコイルとし、12個のユニットコイルをトロイダル配置して、ユニットコイルの直並列の組み合わせにより50~5.5mH、運転電流は60~200Aに選べる設計とした。

一方、Bi2223線材で製作した100mH 交流リアクトル(50Hz 運転、実行値10A で-20W、発熱密度20kW/m<sup>3</sup>: 常温換算200kW/m<sup>3</sup>)を電源電圧200V で共振切り換え型限流器システムに組み込み、50Hz での限流評価試験を進めた。統事故時の短絡比(想定短絡電流/定常電流)=10、事故継続時間3~7サイクル、事故発生

位相角を0、45、90、180、225度で回路パラメータを種々に替えた条件下における故障電流、電圧、位相等の過度条件をシミュレーション計算プログラムと比較検討した結果一致することが判明した。また限流移行時間・復帰移行時間も半サイクル(10ms)以内であり、故障電流は定常運転電流の約2倍程度(アレスターの動作電圧で選択可能)となることも解った。

また、大電流量交流リアクトルとなる200A・10kV級の設計・製作を終了し、導体並列・マグネット並列化に伴う偏流抑制、交流損失等評価試験を進め、さらにこの交流リアクトルについても限流システムに組み込み評価試験を行った。試験条件は短絡比を10、短絡位相角0度、試験電圧 AC100V、アレスター動作電圧は500V で、限流器が無い場合には kA 級の短絡電流が流れるところを200A 級で限流でき、顕著な限流効果があることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】交流リアクトル、共振切り換え型限流器、限流試験

【研究題目】交流超電導電力機器基盤技術研究開発

【中項目】高電流密度超電導膜作製技術研究開発

【研究代表者】山崎 裕文

【研究担当者】山崎 裕文、幸坂 紳、馬渡 康徳、Develos-Bagarinao Katherine  
(職員4名 他2名)

【研究内容】

本項目は、電力ネットワークの安定化に大きな効果をもたらす SN 転移抵抗型薄膜限流器の最重要構成要素である大面積超電導膜の高電流密度化の基盤を確立することを目的としている。超電導膜の臨界電流密度を決める磁束ピン止め機構の解明を行うこと、臨界電流密度  $J_c > 3\text{MA}/\text{cm}^2$ 、臨界面電流(単位幅当りの臨界電流)  $= J_c \times \text{膜厚 } d > 200\text{A}/\text{cm}$ (5インチ径の面積に成膜できる条件、サファイア基板)を得ることが目標である。

パルスレーザー蒸着(PLD)法によって限流器用 YBa2Cu3O7 (YBCO) 大面積膜を作製し、中間層・YBCO 膜の成膜機構を解明する。酸化超電導薄膜の磁束ピン止め機構の解明とピン止め導入技術の開発を行うことで、高臨界電流密度を得る。大面積超電導膜の臨界電流密度等の評価技術を開発する。

大面積 PLD 法による YBCO 薄膜作製では、Y リッチな組成になるとともに表面に多くの穴が生成するが、サファイア基板と YBCO との熱膨張係数の差に起因する引張り歪みが緩和されるため、サファイア基板上 YBCO 薄膜でマイクロクラックが生成することなく膜厚  $d$  を大きくできる。ターゲットを Y プアーにすることによって大面積薄膜の組成を化学量論組成に近づけて変化させ、表面の穴の濃度を制御して、マイクロクラック生成に及ぼす空孔の効果を調べるとともに、臨界電流

密度  $J_c$  の膜厚依存性や磁界角度依存性を測定しつつ作製法の最適化を行って、市販の薄膜の値 ( $90\text{A}/\text{cm}$ ) を凌駕する臨界面電流  $J_{cd}=105\text{A}/\text{cm}$  を得た。

サファイア単結晶の R 面 (1102) から意図的に数度ずらしてカット・研磨したオフカット基板を用いて、(通常の) 小面積 PLD 法で化学量論組成の YBCO 薄膜を作製した。YBCO 薄膜に空孔や転位などの結晶欠陥が誘起され、それが薄膜内の引張り歪みを緩和するため、マイクロクラック生成の臨界膜厚が向上し、 $d=1.0\mu\text{m}$  で  $J_{cd}>240\text{A}/\text{cm}$  という高特性の厚膜作製に成功した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 大面積超電導薄膜、パルスレーザー蒸着法、臨界電流密度、磁束ピン止めセンター、マイクロクラック、臨界膜厚

[研究題目] 交流超電導電力機器基盤技術研究開発

[中項目] 超電導送電ケーブル研究開発

[研究代表者] 淵野 修一郎

[研究担当者] 淵野修一郎、樋口 登、古瀬 充穂、岡野 真、木下 タツエ、我妻 洗、津川 一仁(職員5名、他2名)

[研究内容]

超電導送電ケーブルの研究においては、実規模の超電導送電ケーブル(冷却長5km)の冷却特性を解明するため、冷却管径  $D$  が縮(実ケーブルの約1/10)、冷却長  $L$  が縮長(全長500mで実ケーブルの1/10)、所謂、流動パラメータである  $L/D$  が、実ケーブルと等しい冷却モデルを製作し、冷却特性の解明を行った。この500m長冷却モデルにレジネグの不安定領域を推定すると、実験に於いて、圧力1.2MPa以下では振動が生じないことが確認できた(実験装置の都合上、1.2MPa以上での確認は行えなかった)。同様に、5km長の実ケーブルに於けるパラメータを用いて、レジネグの不安定性領域を推定した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 超電導送電ケーブル、初期冷却、冷却不安定性

[研究題目] 交流超電導電力機器基盤技術研究開発

[中項目] Y系大面積超電導膜作製技術の研究開発

[研究代表者] 熊谷 俊弥

[研究担当者] 真部 高明、相馬 貢、山口 巖、水田 進、近藤 和吉、神谷 国男、塚田 謙一

[研究内容]

酸化物超電導膜を用いた SN 転移抵抗型限流器の開発のためには、低コストで高品質な膜の大量製造法の開発および大面積超電導膜の化学的評価技術の確立が重要である。ここでは、上記目標を達成するために、塗布熱分

解法(MOD)による Y 系大面積超電導膜作製技術、および超電導膜の化学組成や膜と基板あるいは雰囲気との反応性等に関する化学的評価技術を開発する。

H16年度は、限流器用に MOD で作製した YBCO 膜の高臨界電流密度( $J_c$ )化、 $J_c$  特性分布の均一化に取り組むとともに、膜試料に保護膜あるいは分流層、電極を形成した限流素子試料を作製し、Super-GM を介した外部機関との共同研究によりその通電試験を実施した。電力中央研および東芝における通電試験にて素子試料の高  $J_c$  を確認し、横国大における磁気ナイフ法による特性評価によって幅方向の  $J_c$  分布が均一であることを確認した。また、MOD 法製膜プロセスのさらなる低コスト化を目指した新規プロセス(減圧焼成プロセス)を開発した。本プロジェクトにおける MOD による YBCO 製膜の成果を中心として応用物理学会で招待講演を行った。これらの成果を広報するために  $10\text{cm} \times 30\text{cm}$  の  $\text{CeO}_2$  中間層つきサファイア基板上に作製した Y 系大面積超電導膜を ASC で展示して好評を博した。さらに関連研究として、 $\text{CeO}_2$  と格子整合性が高い YSZ 基板上に最大  $4\text{MA}/\text{cm}^2$  以上の高  $J_c$  (誘導法) および  $185\text{A}$  の高  $I_c$  (通電法) を有する YBCO 膜の作製に成功した(応用物理学会講演奨励賞受賞、招待講演)。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 塗布熱分解法、大面積超電導膜、臨界電流密度

[研究題目] 交流超電導電力機器基盤技術研究開発

[中項目] 熱応答特性計測技術開発

[研究代表者] 加藤 英幸

[研究担当者] 加藤 英幸、奈良 広一、山田 修史、竹歳 尚之、渡辺 律、馬場 哲也

[研究内容]

超電導マグネットや超電導限流素子をはじめとする交流超電導機器の実用化において、超電導線材や超電導薄膜の熱応答特性評価(異種材料間の熱膨張率差に起因する熱応力や薄膜・基盤間の界面熱抵抗やクエンチ挙動時の耐熱衝撃性等)が重要な要素技術の一つとなる。本研究項目では、線材や構成部材の熱膨張率を GM 冷凍機式レーザ干渉法熱膨張率測定装置により精密に絶対計測する技術や超電導薄膜等の低温材料の熱応答(温度)をサーモリフレクタンス法や蛍光式測温技術を用いて非接触非破壊で計測する技術の開発を行った。

平成16年度は、サーモリフレクタンス法により加熱ダメージを模擬した YBCO 超電導薄膜の熱浸透率分布測定を行い、損傷部位の特定とともに熱浸透率の約2%のわずかな低下を検出することに成功した。また低温下でもモニタ可能な蛍光式非接触測温技術の高精度化を進め約0.5Kの分解能で対象物の温度分布を測定することが可能となり、これらいずれの非接触測温技術も低温材料の計測評価法として実用レベルに達したと考えられる。

さらにハステロイの精密熱膨張率データを取得するとともに、その他低温材料の熱物性値のデータ整備を進めた。

〔分野名〕計測評価技術

〔キーワード〕精密熱膨張計測、限流器用超電導薄膜、熱浸透率分布測定、熱物性顕微鏡、蛍光式非接触測温技術

〔研究題目〕エネルギーシステム総合評価基盤技術研究開発

〔研究代表者〕赤井 誠

〔研究担当者〕赤井 誠

〔研究内容〕

総合的なエネルギー・環境政策を検討する際に、社会全体での便益を総合的に判断するため、社会的なコスト算出の必要性が高まっている。本研究は、新規発電技術などの新エネルギーシステム技術と地球環境対策技術の、リスクと便益に対する公衆の認知についての調査と分析に基づき、これらの技術導入にかかるコスト・便益評価を行う手法を開発することを目標とする。

これら目標を達成するため、1)技術に対するリスク認知に基づいた社会コストの測定を行うためのシステムの設計、2)幾つかの選定した技術に対する便益及び社会コストの評価、3)社会コスト評価システムの開発、及び4)施策(電源立地、リスクコミュニケーション)への適用方法の検討の4項目から成る研究を実施する。

平成16年度は、火力発電部門からのCO<sub>2</sub>削減策として政策的にも重視されるようになってきている「CO<sub>2</sub>回収隔離技術(CO<sub>2</sub> capture and storage technology、以降CCS)」について、公衆のリスク認知に係る調査と分析を行った。本調査は、昨年度開発し、予備テストを通じて改良してきた調査票を用いて実施し、因子分析及び回帰分析により、リスク判断に係る因子の抽出と、これら因子の公衆の判断への影響を分析した。

また、分散電源の設置による、大気汚染物質排出削減あるいは増加影響(副次的費用便益の評価)を評価するための排出物インベントリなどの基礎データの収集、暴露評価プログラムの作成を行った。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕外部性、リスク認知、CO<sub>2</sub>回収隔離、分散電源

〔研究題目〕分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

〔中項目〕電力平準化システム運用・制御技術研究開発

〔研究代表者〕石井 格

〔研究担当者〕石井 格、近藤 潤次、村田 晃伸、山口 浩、安芸 裕久、樋口 登(職員6名、他1名)

〔研究内容〕

今後の電力システムに大量に導入されると予想される自然エネルギーを利用する発電設備や総合効率の高い熱電併給設備などの「分散型電源」を大量に普及させることは、系統の電圧維持・需給バランス維持・故障電流抑制の制約のため、現状の電力系統では難しい。本研究では、これらの問題を改善し、分散型電源の大量連系を可能にするとともに、負荷平準化を可能とする次世代電力システムの研究開発を行う。

今年度は、配電系統に分散電源を設置した際の系統の静特性および動特性について、アナログシミュレータによる解析と実験を行った。その結果、配電系統内の各機器(タップ切換機、調整可能負荷、可制御電源など)を情報線で結合し連携動作させることで、全体で系統の最適化を図る「協調制御」を提案し、配電系統内の電圧を適正範囲に収めるアルゴリズムを開発した。この制御手法を用いることにより、従来の個別機器制御(連携動作をしない制御)では系統電圧を適正に保つことが出来ない過酷な条件下でも、電圧を適正範囲内に維持できるようになることを明らかにした。さらに、系統の故障電流を抑制する限流器の検討を行い、限流特性や設計時の基本パラメータを明確化した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕エネルギーネットワーク、分散電源、電圧安定化、需給バランス制御、負荷制御

〔研究題目〕分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発

〔中項目〕電気統合型ネットワーク技術の研究開発

〔研究代表者〕石井 格

〔研究担当者〕石井 格、安芸 裕久、村田 晃伸、近藤 潤次、山口 浩(職員5名)

〔研究内容〕

需要家の近傍に設置されるコジェネレーション設備を、エネルギー融通と貯蔵を考慮したネットワーク運用することで、各需要家のエネルギー需要を満たしつつ全体の高効率化・高設備利用率化を図るためのネットワーク技術と制御手法を確立することを目的に研究開発を行う。

このため、複数のコジェネレーション設備を統合し、それぞれの間を、電力・熱・水素の3種類のエネルギーのネットワークで接続し、エネルギーの相互融通することにより、設備の有効利用(利用率の向上)と省エネルギーを達成するシステムについて、対象とする需要のデータ集積およびパターン分析、システムの形態と制御・運用方法の検討を行っている。

前年度に、複数台の燃料電池コジェネレーション設備を結合した試験設備の設計・整備が完了した。今年度は、この設備を利用してネットワーク運用時の系全体の挙動を実験的に検証するとともに、得られたデータに基づいてより汎用的なシミュレーションが行えるツールの開発

を実施した。そして、ネットワーク運用によるエネルギー利用効率や設備利用率の向上効果を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギーネットワーク、定置式燃料電池、コジェネレーション、エネルギー融通

【研究題目】計量標準基盤技術研究

【研究代表者】高本 正樹（計測標準研究部門）

【研究担当者】寺尾 吉哉、佐藤 浩志、古市 紀之

【研究内容】

目標：

既設原子炉の出力を増強するために必要な原子炉給水用流量の測定精度および信頼性を向上し、現状の測定の不確かさ1.8%を1%以下に低減することを目的として、流量測定のための技術開発と、測定値の信頼性を長期にわたって保証するために不可欠な流量計校正設備の整備を行う。また、出力増強に際して原子力保安院の安全審査に必要な技術的データを提供し、電力会社や原子力関連企業が使用する流量計の標準化に資する。

研究計画：

まず、現有の設備を大幅に改修・拡張し、実際の原子炉内部の配管を模擬した上で、流量9000m<sup>3</sup>/h 水温70℃において流量計の校正を可能にする。つぎに、この設備による校正の不確かさを、国際比較を含む実験的・理論的な解析によって確認する。さらに、この設備を用いて、種々な条件における超音波流量計の校正と性能試験を繰り返し、実際にこの流量計を原子炉内で使用した場合の給水流量の測定の不確かさを詳細に見積もる。

最後に、試験結果をまとめ原子炉の出力増強の根拠となる技術データを提供し、また、長期にわたり原子炉の給水流量の測定の信頼性を確保するために必要な流量計の管理法や流量測定方法に関する技術の標準化に資する。

進捗状況：

国内外の原子炉で利用されている流量計の実態を調査し、超音波流量計を実機に用いる場合に予想される問題点を整理した。また、実際の原子炉内部の配管の模擬が可能とするため、圧力損失を考慮して流量12000m<sup>3</sup>/h 水温70℃において流量計の校正を可能となる装置の設計および段階的開発を行った。

【分野名】標準

【キーワード】液体流量、超音波流量計、校正設備、原子力発電

— 中小企業産業技術研究開発委託費 —

・地域中小企業支援型研究開発

（技術シーズ持ち込み評価型）

【研究題目】100円無酸素雰囲気センサーチップの開発

【研究代表者】南條 弘

【研究担当者】南條 弘、西岡 将輝、横山 敏郎、加藤 隆二、古部 昭広、佐々木 八重子、中村 正幸、大道 智美、池田 貴穂、小野 元、鈴木 一孝、佐々木 英幸、小山 康文、鷲見 新一

【研究内容】

酸素センサー分子の安定構造を分子力学法で数値計算し、蛍光物質とトリアジンチオールが「く」の字に折れ曲がった構造が最も安定であった。また4量体についてもシミュレーションし、アミン型では蛍光分子の並びがずれており、基板側に位置するチオールも一列ではなく、ある曲率を生じることから、球形など立体的な構造になりやすい。平坦なステンレス鋼基板上に1秒～60分間電解重合した表面を原子間力顕微鏡（AFM）のタッピングモードで観察したところ、30nm以下の粒子状構造で表面に結合し、1分未満では表面を覆い尽くし、3分では平均膜厚が30nmに達し、これではほぼ一定になった。分子構造がく字に折れ曲がり、蛍光物質間の結合が強いため、蛍光物質が主体で結合が進んだ結果、水平膜ではなく、球形粒子を単位として成長・形成した膜であると考察される。

重合時間1分を過ぎた蛍光物質・トリアジンチオール膜の厚さを分光エリプソメータで測定した。また、原子間力顕微鏡の探針で膜を切削除去して基板を露出させ、その断面曲線からも膜厚を求めたが、エリプソメータで測定した膜厚とほぼ一致した。このとき得た酸素センサー膜の光学定数を岩手県工業技術センターに提供し、同じ膜厚が測定できるようになった。

蛍光物質トリアジンチオール系の5つの分子の蛍光寿命を測定し、中間にボタンを入れたものが最も長い寿命を示し、蛍光強度の低下は蛍光物質からトリアジン環への電子移動によることが分かった。

励起光の照射光量を0.6mJ/cm<sup>2</sup>に低下させると、酸素センサー寿命が長くなることが分かった。

A基板上に形成した場合の酸素応答性（酸素による消光性）は蛍光物質B（蛍光物質・トリアジンチオール的一端をメチル基からヒドロキシル基に置換した分子）が良好であり、また酸素0%の蛍光強度250、酸素0.5%の蛍光強度160と低酸素濃度領域において優れた感度の酸素応答性を示すことが分かった。

【分野名】ナノテク・材料

【キーワード】電解重合、蛍光、酸素センサー、消光、分光エリプソメータ

【研究題目】オステオポンチン蛋白質に親和性を有するRNAアプタマーに関する研究

【研究代表者】西川 諭

【研究担当者】西川 諭、ペンメツチャ・クマール、西川 富美子、三浦 晃

### 【研究内容】

オステオポンチンはがん転位や慢性リウマチ等、多くの病態進行に直接的に関与することが、近年明らかになってきた。創薬のターゲットとしてはこの蛋白質の機能を阻害する方法が考えられる。機能阻害の方法として、上出利光北大遺伝子病制御研究所教授（ジーンテクノサイエンス取締役）らにより既に中和抗体は完成しており、細胞およびマウスにおいてその有効性が確認されている。しかしこの抗体はマウス型であり臨床に応用するためにはヒト型抗体の作製が必要であるが、その作製には特殊な方法が必要である為、創薬には大きな障害となっている。そこで、インビトロ選択法でオステオポンチンの機能を抑制できるアプタマーを創出し、その効果を検証する。抗体に比べアプタマーは創出が容易で、低分子で、かつ安定化等の修飾・改変も可能である。

オステオポンチンは非常に酸性度の高い蛋白質のため、それに対する RNA アプタマーの獲得は非常に困難をきわめた。理由は核酸（RNA アプタマー）の持つリン酸残基による反発が原因と考えられる。これを克服するため、金属イオン（Mg、Ca）の添加、酸性条件下でのインビトロ選択、さらにはフィルター、ビーズ、プレートという各種選択法の組み合わせ、標的蛋白質の断片をコンペティタ、とする等の種々の工夫を行うことで、結合する分子を得ることができ、インビトロ選択法の新しい選択法をみ出した。また、得られたアプタマーの機能解析については鋭意続行中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 オステオポンチン、RNA アプタマー、インビトロ選択法

### 【研究題目】 ハイスループット対応生体外タンパク質合成キットの開発

【研究代表者】 巖倉 正寛

【研究担当者】 巖倉 正寛、広田 潔憲、末森 明夫、竹縄 辰行

### 【研究内容】

「転写・翻訳因子再構成タンパク質合成システム」の実用化促進を目的に、現在市場ニーズが大きいハイスループット合成に対処できるように合成キット・システムの改良・実用化の検討を行った。

生体外蛋白質合成システム（PURESYSTEM）を用いて、産総研が開発した配向制御固定化用に変更した蛋白質の作成及びそれを用いた配向制御固定化を試みたところ、生体外蛋白質合成システムで合成される蛋白質中には非常に多くの核酸成分が含まれることが判明し、これがその後の配向制御固定化反応を大きく阻害することが明らかとなった。そこで、合成して得られる蛋白質中には含まれる核酸成分を除去する方法として、核酸分解酵素を利用することを考案し、また、処理後の核酸分解酵素の除去を容易にするようにタグ化した。また、核酸分

解酵素を安定に且つ多量に生産するシステムの開発に成功すると共にこれを用いることにより核酸をほぼ完全に除去できることを示した。また、導入したタグを利用することにより、分解に用いた核酸分解酵素も容易に除去できることを示し、核酸を含まない形で蛋白質を合成できるシステムに改良することに成功した。この改良システムを利用することにより、配向制御固定化用蛋白質をハイスループットに合成できる道を開いた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体外タンパク質合成、ハイスループット化、タグ化核酸分解酵素、核酸除去

### 【研究題目】 紅麹発酵物の循環器系疾病改善効果を活用した製品開発

【研究代表者】 丸山 進

【研究担当者】 丸山 進、市村 年昭、山中 晶子、比嘉 賢一、鎌田 靖弘、赤嶺 厚司

### 【研究内容】

紅麹は糸状菌の一種である *Monascus* 属菌を用いて製造される麹であり、漢方薬として古くから利用されている。沖縄県ではトウフヨウ等の紅麹発酵食品の製造が盛んである。本研究は循環器系疾病改善機能の高い紅麹発酵物製造方法を検討し、その効果の確認と商品デザインを目的に行った。

紅麹抽出物の機能性を解析した結果、高脂血症予防の指標となるリパーゼ阻害活性のほかに、抗炎症作用の指標となるマウス単球細胞由来 NO（一酸化窒素）の産生抑制活性、血圧上昇抑制の指標となるアンジオテンシン変換酵素阻害活性、血圧上昇抑制及び血栓形成抑制の指標となるプロスタサイクリン合成促進活性、血糖値上昇抑制の指標となるインスリンの分泌促進活性などが確認できた。同時に、紅麹に含まれるペプチドの内18種類の構造を決定した。さらに、血圧上昇抑制作用をもつγ-アミノ酪酸（GABA）に着目し、GABA を高生産する紅麹発酵条件の検討を行い、至適発酵条件を決定することができた。現在、GABA を高濃度に含有する紅麹飲料の商品化を検討中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 紅麹、血圧

### 【研究題目】 小型イオナイザ型静電気除去装置の開発

【研究代表者】 瀬戸 章文

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 平澤 誠一

### 【研究内容】

両極イオン発生源として、微小突起を有する微細電極を誘電体で挟んだ積層構造を有する小型素子を作製し、その電極に電圧、周波数、波形及び両極性のバランスなどを制御した高電圧を印加することで両極イオンを高効率で生成した。ここで、電極間の間隔、構造などと高圧

電源のパラメータ（電圧、周波数等）によるイオン発生量（及びオゾン発生量）を産総研が有するイオン計測技術を用いて評価し、両者の最適化を行ったところ、最終目標値である正負イオン発生量 $3 \times 10^6$ 個/cc以上、かつオゾン濃度50ppb以下をクリアした。針型電極を用いた従来の除電装置と比べて、本装置ではイオン発生素子上のプラズマ領域が大きいため、広範囲で高濃度イオンが生成され、結果としてイオン発生部の小型化が可能となった。また微細電極構造を素子に用いたことで、従来の針型電極では7~8kV必要であった高電圧を、2kV程度まで低減することができ、高圧電源も小型化することに成功した。このことにより、省エネルギー効果や安全性の向上も期待できる。試作機の静電気除去特性に関しては、表面電位計を用いたチャージプレートモニターによって評価した。装置から100mmの距離において、表面電位が±1000Vから±100Vまで低減するまでの時間を除電特性時間として定義し、種々の条件下で試験を行ったところ、最終的に正電圧、負電圧の減衰ともに、1秒以内の目標値をクリアし、従来品と比較して倍程度の性能向上に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 静電気、生産性、製造環境、イオン

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目】 高感度・多機能マルチプローバの開発

【研究代表者】 安藤 淳

【研究担当者】 産総研 安藤 淳、清水 哲夫（ナノテクノロジー研究部門）、三沢 源人、岡山 重夫、（株）三友製作所 田中 昇平、川上 辰男、新堀 俊一郎、木村 誠、横須賀 俊太郎、石川 友彦、茨城県工業技術センター 佐川 克雄、若生 進一、青木 邦知

【研究内容】

目的：

産総研における「活力ある中小企業の育成と地域の活性化」への取り組みの一環として、保有技術シーズをもとにSEMに組込み微細電子デバイスに関して信頼性ある評価を可能とする「高精度・高感度・多機能マルチプローバ」の製品化を目指す株式会社三友製作所に対する技術支援を行う。

研究計画：

「高精度・高感度・多機能マルチプローバ」の製品実用化に向けて解決すべき課題のうち、重要かつ当該企業単独による解決が困難である、高感度接触圧検知機能およびその搭載技術、超小型マルチプローブ駆動機構等の研究開発を実施した。

年度進捗状況：

プローブ顕微鏡技術を基にした高感度接触圧検知機能

の研究開発を行うとともに、SEMの電子線照射環境下における動作評価を実施した。また、超小型駆動装置用駆動伝達機構の研究開発を行い、得られた成果を基に、電氣的ノイズおよび振動の対策を考慮した超小型マルチプローブ駆動機構の開発・設計を実施するとともに、高感度接触圧検知機能の搭載技術を研究開発した。これらの成果をもとに、基本性能評価用のプロトタイプ的设计と試作を行った。基本性能評価用の評価の結果、開発目標を十分に満たす性能があることが確認され、当該支援企業の製品化に向けての技術課題の解決が図られたとともに、本研究開発の実施を通じて、製品開発に必要な新技術を当該企業が会得することができた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 走査型電子顕微鏡、マニピュレータ、マルチプローバ

【研究題目】 RNA抽出・精製系の高機能化を目指した高純度RNA精製試薬キットの開発

【研究代表者】 植村 浩

【研究担当者】 植村 浩

【研究内容】

目標：

ナカライテスクは日本のバイオ関連試薬市場において約10%の販売シェアを持つ。本提案では同社の持つ化学系の高純度試薬の製品化技術を用いて開発した原試薬から、現在ポストゲノム研究の中心になっているRNA関連専用試薬キットを開発する。

研究計画：

高純度試薬原料の改良を図るとともに、最適な条件を検討することで、従来法に比べ格段に分離性能を向上させた試薬キットを開発するため、生体試料を用い、既存の方法と比較しながら原料試薬組成、手順を最適化し、キットとして製品化をめざす。

研究内成果：

高純度試薬の開発・製造技術に関して高度な技術を持つナカライテスクで開発する「簡便に高純度なRNAを抽出するために必要な一連の試薬」を我々の実験系に応用し、それらの試薬が、ポストゲノム時代の解析に耐えるかの検証として、RT-PCR用途（特定の遺伝子の発現量の定量等の分析・検証）やDNA microarray（ゲノム全体での網羅的な遺伝子発現プロファイルの解析）用途に対する品質評価等を実施した。その結果、本試薬キットのプロトコル変更により、従来のフェノール系抽出試薬と比べ高いRNA選択特性を持つことが確認され、また安定した性能が発揮できると考えられる結果を得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 RNA精製、キット

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（シーズ持込み評価型）「磁粉モールドによる固定

### 子一一体型電動機および発電機技術の実用化」

【研究代表者】 阪東 寛

【研究担当者】 川中 浩史、相浦 義弘、副島 勝則、  
犬塚 勝利、瀧内 直祐  
(職員3名、他3名)

#### 【研究内容】

風力、小型水力、潮汐力等の自然エネルギー源から得られる概して低速度を回転運動を少ない機械損失で発電に供するために有効な、回転子に永久磁石を用いたギャレス多極発電機において、固定子コアに磁性体粉を樹脂モールドした複合材料を用いることによって製造工程の簡略化・低コスト化、発電機の小型長尺化をめざした。磁性体粉樹脂モールド材が、製造条件によっては機械強度、軽量性、加工性、電気絶縁性を兼ね備えるだけでなく、錆難く、複合材料として優れた性質を示すことを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 自然エネルギー発電、発電機、複合材料

### 【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発（技術シーズ持込み評価型）

【中項目名】 システムインパッケージ SIP 計測用微細ピッチ多チャンネル高周波プローブの開発

【研究代表者】 青柳 昌宏

【研究担当者】 仲川 博、所 和彦、菊地 克弥、  
岡田 義邦

#### 【研究内容】

ユビキタスネットワーク時代を迎え、パソコン・携帯電話・無線 IC タグなどの電子機器の一層の小型化・高機能化・低消費電力化が切望されている。これを実現するために、複数の LSI チップを一つのパッケージ上に実装するシステムインパッケージ (SIP) の技術開発が精力的に進められている。SIP では、既存の LSI チップを用いて高密度かつ高速の電子システムの構築が可能であるため、低価格かつ高性能の高密度実装が可能である。一方、システムの高速度・複雑化とともに、従来のテスト技術では、十分な検査評価が実施できない状況となってきた。今後、2~3年先には必須になると予想される、最大駆動周波数40GHz、最大伝送速度10Gbps に対応した計測技術の開発を目的とし、これを実現するための微細ピッチ多チャンネル高周波プローブの開発を行なう。

複数の寸法の異なる LSI チップが多段に積層され、ワイヤーにより結線されている SIP の高周波特性および高速動作特性の計測を行うための20ミクロン微細ピッチ高周波プローブの試作を行い、その高周波特性評価を行って、実用化の可能性を確認した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 システムインパッケージ (SIP)、LSI、高密度実装、高速動作特性、高周波プローブ

### 【研究題目】 「木質加工屑の新規乾燥法による製材業高収益化システム技術の研究開発」

【研究代表者】 遠藤 貴士

【研究担当者】 遠藤 貴士

#### 【研究内容】

従来、産業廃棄物であった樹皮やおが屑等の木質加工屑を、付加価値の高い木質原料に転換するため、誘導加熱によって常圧・400℃以上の高浸透性の過熱蒸気を省エネ・低コストで作成し、木質加工屑に噴射することにより、内部まで瞬時に加熱乾燥（従来の1/6に時間短縮）することにより、利用価値の高い木質原料に転換できる新規乾燥システムの開発を目標とする。

飽和水蒸気を常圧・高温の過熱水蒸気に加熱する誘導加熱式加熱装置の開発については、最高で500℃、効率として350℃/14.5kg/h の蒸気を3kw 出力で出力することができた。装置内の全ての部分で100℃以上の過熱水蒸気状態を維持する事ができるバッチ式乾燥装置および連続攪拌式乾燥装置を試作することができた。試作した過熱水蒸気乾燥装置（バッチ式および連続式）と、従来型の空気加熱による乾燥機で木質加工屑の乾燥特性について比較検討した。その結果、バッチ式では空気加熱と比較して1/10の時間で乾燥することができた。更に、木質の酸化等の変質も抑制されていることが明らかとなった。バッチ式過熱蒸気乾燥装置では、おが屑等の粒状物以外にパルプモールド等の厚物の乾燥にも有効であり、過熱蒸気乾燥装置では従来型の熱風乾燥と比較して1/5~1/10の短時間で加熱することができた。連続式過熱蒸気乾燥装置では、原料の投入から排出まで5~10秒程度の短時間で通過させ、含水率80重量%程度の木材加工屑では3回程度通過させることにより、複合材の原料として用いることのできる含水率4重量%程度以下まで乾燥できた。これらにより木質加工屑を木質プラスチック等の複合材料に利用できる高付加価値の木質原料に転換できる新規乾燥システムを開発することができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 木質加工屑、乾燥、過熱蒸気、誘導加熱式加熱、含水率、変質抑制、高付加価値

### 【研究題目】 ヒト神経栄養因子 BDNF の脳標的化型への改良と脳特異的導入の研究開発

【研究代表者】 小島 正己

【研究担当者】 柏原 めぐみ

#### 【研究内容】

神経栄養因子 BDNF 遺伝子の5' と3' 端で神経栄養因子活性に全く影響がない配列を数カ所クローニングサイトに設定した改変型 BDNF 遺伝子を作成し、この遺伝

子を脳特異的発現ベクターに導入した。BDNF 遺伝子の方向、脳発現配列と BDNF のつながりをシークエンス反応によって確認したあと、大腸菌 BL21株に導入しその融合蛋白質の大量発現を8リットルの攪拌培養で行った。融合蛋白質は大腸菌の不溶分画に回収されるため、蛋白質の洗浄の必要性・活性型へのまき戻し反応の必要性などの実験ステップを行った。このプロトコールによって mg 単位の融合蛋白質を得た。この融合蛋白質は BDNF 抗体によるウエスタンブロットでサイズが確認された。得られた融合蛋白質が活性型に必要な二次構造を含むかどうか知るために CD Spectrum (円偏光二色性)を測定した。その結果、 $\alpha$ ヘリックス由来のシグナルを検出した。また、分子内のトリプトファン配向性を調べた結果、疎水性トリプトファンの分子表面配向もわかった。つまり、得られた融合蛋白質が活性に不可欠な構造を取ることを示唆している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】神経栄養因子、大量調整、リフォールディング

【研究題目】醸造副産物からの乳酸生産技術の開発

【研究代表者】常盤 豊

【研究担当者】常盤 豊、ラムチャイヤブン・ブンリエン、大友 理宣、戸枝 一喜

【研究内容】

清酒の製造過程で副生する安価な白糠(しろぬか)を原料にして、食品用乳酸を発酵生産するため、先ず、白糠から乳酸を効率的に生産する乳酸菌の選定を行い、小型培養装置における高濃度乳酸発酵技術の開発を行った。反応は5Lのファーメンターに蒸留水0.4L、白糠糖化液1.6L(Brix20度の場合)を加えて、オートクレーブした。引き続き、グルコアミラーゼと有機窒素源を含む培地0.5Lを添加し、選定した乳酸菌を植種し、40℃で48~96時間乳酸発酵を行った。その結果、糖度20度の原料の場合、96時間の発酵で、15%濃度の乳酸を得た。

大量培養は、清酒用珙瑯タンク500Lに白糠糖化液100L、水100L、酵母エキス、ペプトンを投入し、乳酸菌の種培養液と糖化酵素を加え、168時間発酵を行った。168時間の発酵で乳酸への変換率は7%であった。これは、培養開始時の温度が低いこと、攪拌、中和時間が1~2時間間隔であったことによる乳酸菌の増殖低下によるものと考えられた。

通常清酒用のもろみの殺菌剤としての乳酸は4%程度の濃度で使用される。今回生成した乳酸は変換率が低いものの(7%)、清酒用のもろみの静菌剤として十分に使用可能な乳酸濃度であった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】乳酸菌、醸造副産物、白糠、乳酸

【研究題目】アミン硬化剤を用いた常湿度硬化型漆粘土の製造

【研究代表者】船橋 正弘(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】廣瀬 重雄

【研究内容】

福島県ハイテクプラザが出願した特許を元に株式会社スズカンと共同で開発した「漆粘土」に関して、これまでは原料となる漆液、パルプ、粘土、添加剤等の配合比、混合条件の検討、最適化等を中心に研究開発を行ってきた。しかし、硬化促進用の添加剤の種類及び量については、十分な検討がなされておらず、改善の余地がある。高性能の粘土材料とすること、及び今後の需要の伸びに対応するためバッチサイズをスケールアップすることを目的として、より詳細な研究開発を行った。ジアミンの種類と量を変化させて、その硬化促進効果について検討し、最適な効果を有する硬化剤の選定及び量を確定した。また、硬化剤としてキトサンやアミノ酸等の天然系ジアミン類の硬化剤としての性能を検討し、漆粘土成分のすべてを天然物とした漆粘土の製品開発を検討した。さらに、粘土の充填量及び攪拌方法の混合条件について検討し、今後のスケールアップに対応できる製造条件を確定できた。漆粘土硬化促進剤としてn数の異なるジアミン、キトサン粉末及びキトサン水溶液を用いた。添加量は、ウルシ液中のウルシオールに対して0.3~8.0mol%とした。攪拌混合及びスケールアップについて、福島県ハイテクプラザで検討し、試料調製、攪拌条件、試料容器形状等について最適な条件を確定した。得られた漆粘土試料の物性を産総研で評価した。試料のDSC(示差走査型熱分析)による熱測定を行い、漆の硬化反応の時間変化について調べた。型枠を用いて短冊形の漆粘土試験片を作製し、曲げ試験から曲げ弾性率及び曲げ強度を求めた。硬化剤の種類・量及び焼き締め温度の曲げ特性に及ぼす影響を調べた。以上のことから、スケールアップした製法で漆粘土を製造し、製品化するための要件が確立され、改良された漆粘土の実用化に向け大きく可能性が広がった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】漆、粘土、アミン硬化剤

【研究題目】高性能かつ低コスト省エネ製品向き論理回路評価装置の開発

【研究代表者】戸田 賢二(情報技術研究部門)

【研究担当者】戸田 賢二、伊藤 達彦(ピュアエレクトロニクス)、堀 豊(宮城県産業技術総合センター)

【研究内容】

本研究は、最先端の論理プロムラム可能デバイス(FPGA)がソケットにより容易に交換可能な論理回路評価装置の開発を行うものである。これにより、常に高性能のFPGAを利用できると同時に、応用にちよう

ど必要なサイズやスピードグレードの FPGA を選ぶこともできるため、所望の性能を發揮しつつ低コストと省電力を達成することができる。ただし、このためにはギガヘルツオーダの信号を通し、微細なピッチで並ぶ数千個のボールを安定して接触させるためのソケット技術、高速通信機能を持つ FPGA ボード開発技術、及び同装置の試験技術、の確立が必要である。このため、ギガヘルツオーダの信号を通し、微細なピッチで並ぶ数千本のボールを安定して接触させるためのソケット技術はピュアエレクトロニクスソケット技術をシーズに、ピュアエレクトロニクスと産総研で開発を行った。ギガヘルツオーダの通信を行う FPGA ボード開発技術は主に産総研が担当した。ソケットの基本性能の評価は、宮城県産業技術総合センターが担当し、論理回路評価装置全体としての評価は、宮城県産業技術総合センターと産総研が担当した。本年度、数十ギガバイトの通信バンド幅を持ち最高水準の FPGA をソケットで搭載する論理回路評価装置 REX2Socket を開発し、その動作を確認した。同ソケットの試験専用基板も作成し、温度による接触抵抗の変化や、高周波帯におけるインピーダンス測定を行って、良好な測定結果を得た。

【分野名】情報通信

【キーワード】ギガヘルツ、論理回路評価、FPGA、ソケット、BGA

・地域中小企業支援型研究開発（共同研究型）

【研究題目】錠剤成形用精密金型の高寿命化（外部資金）

【研究代表者】堀野 裕治

【研究担当者】堀野 裕治、茶谷原 昭義、杵野 由明（職員3名）

【研究内容】

錠剤成形用精密金型（打錠型）に DLC（ダイヤモンドライクカーボン）を主とする耐摩耗性皮膜を密着良くコーティングする技術を開発することにより、打錠金型の大幅な寿命向上を図ることが本研究目的である。

具体的には、錠剤成形用精密金型（打錠型）に DLC（ダイヤモンドライクカーボン）を主とする耐摩耗性皮膜を密着良くコーティングする技術を開発する。打錠型（とくに杵）の摩耗が著しい酸化マグネシウム製剤等を用いて打錠評価を行い、成形時の錠剤のスティッキング（欠け）等の打錠障害、腐食摩耗特性、金型の耐摩耗特性とその製剤 pH 依存性を評価する。打錠型の寿命を従来比5倍とし、酸化マグネシウム製剤の打錠に対し100万ショット以上の高寿命化を図ることを目標とした。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】DLC、コーティング、高寿命化

【研究題目】LC・GC 用高性能気体試料捕集管の研究開発

【研究代表者】前田 恒昭（計測標準研究部門）

【研究担当者】野村 明、樋口 勝彦、その他4名

【研究内容】

環境中有機化合物の捕集ではろ紙とウレタンフォームの組み合わせによる捕集が行われているが、洗浄や回収操作時に大量の有機溶剤を使用するため、廃液の処理が大きな問題となっている。本研究では、シリカゲルに化学結合した有機化合物が常温で液体のような挙動を示すことから、大気中の有機化合物類を捕集する新たな原理として気-液分配平衡の機能を用い、目的とする成分の選択的な捕集を行う充填剤を開発した。この充填剤を高機能化し、少量の溶媒で捕集した試料を回収可能とする気体試料捕集管として実用化を行い、自動車排気ガスや室内環境汚染物質などの波及効果の大きい分野に適合させることを目標に研究開発を行った。揮発性及び難揮発性有機化合物類を効率よく捕集し、少量の溶媒で回収が可能な捕集管形状についての研究開発と、総合評価を行い、捕集に適する形状と充填剤の改良を行い、捕集と回収の関係を調べた。この結果、捕集管が適用される用途として室内空気や自動車排気ガスを想定し、試料採取流量は概ね数 L/min、試料捕集量は10L から100L 程度、対象成分の濃度は数 ppm レベルを目標とし、従来困難であった難揮発性有機物の捕集と少量の回収溶媒による回収を現実のものとする捕集管が開発できた。本研究の結果、LC または GC を分析の手段として用いることで、開発した捕集管で捕集した試料の高感度な分析を行い環境汚染物質の観測を実現した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】揮発性有機物、難揮発性有機物、環境汚染物質、捕集管、LC、GC

【研究題目】長周期型睡眠リズム障害モデル動物の開発

【研究代表者】石田 直理雄

【研究担当者】宮崎 歴、大石 勝隆

【研究内容】

これまで生物時計研究グループは、時計遺伝子変異（clock, per3, per2）が、睡眠異常を起すことを明らかにしてきた。しかしこれら睡眠異常モデルマウスを市場に出すために、繁殖が困難である事が大きな障害となってきた。そこで本研究では産総研で遺伝子操作により作り出された独自の睡眠異常モデルマウスを用いてその生理・行動を解析し、有効な繁殖方法を確立し、トランスジェニック社から市場へ販売することを最終目的とする。

(ア) 産総研の分担内容：生物時計研究グループで開発した長周期型睡眠リズム障害マウス（rPER2ΔNLS）の繁殖生理に関する基礎研究を行う。

① rPER2ΔNLS の適正な繁殖条件の確立—Cry 等の時計遺伝子変異マウスとかけ合わせて長周期の分

子機構を解析

- ② rPER2 $\Delta$ NLS の睡眠に関する様々なパラメータ（体温、脳波等）の基礎的データの取得

(イ) 相手中小企業の分担内容：トランスジェニック社は既に様々な病態モデルのトランスジェニックマウスの販売ならびに研究開発に実績を有する。特に凍結受精卵を用いたトランスジェニックマウスの保存に関してノウハウを蓄積している。

- ① rPER2 $\Delta$ NLS マウスの凍結保存法とそこから樹立したラインの安定性の検討  
② 睡眠リズム障害マウスの販路の拡大と販売戦略の開発

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 時計遺伝子

[研究題目] 次世代グラビア印刷ロール製作用超精密研磨技術の研究（地域中小企業支援型研究開発／共同研究型）

[研究代表者] 尾崎 浩一

[研究担当者] 清宮 紘一、江塚 幸敏、伊藤 哲

[研究内容]

（研究目的）グラビア印刷では、環境対応のため油性から水性インクへの転換が求められ、インク特性の違いから、ロールの表面粗さを大幅に低減する必要が生じている。本研究では、産総研の有する高精度、高能率鏡面研磨技術をベースとして、水性インクを用いた高精度グラビア印刷に対応できるハイレベルの形状精度と表面粗さを持つ印刷ロール製作用の研磨技術を開発し、共同研究先企業における、この技術を用いた印刷ロール製作用研磨装置の製品化開発に資することを目標とする。

（研究手段）適正加工条件を導出するために実機を模擬した実験装置を試作する。

（方法論）実機を模擬した実験装置で適正加工条件を導出する。

（年度進捗）単年度研究であり、実機を模擬した実験装置で適正加工条件を導出した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 研磨、鏡面、高精度、印刷ロール

[研究題目] 超音波を利用した皮下脂肪計測システム Fat labo の開発

[研究代表者] 福田 修（人間福祉医工学研究部門）

[研究担当者] 福田 修（人間福祉医工学研究部門）

[研究内容]

目標・研究計画：

国民の安全・安心で質の高い生活の実現を目的とし、超音波画像に基づく健康のビジュアル評価を実施するための皮下脂肪計測システムの開発と同時にデータの標準値調査を行い、その妥当性についても検討する。

年度進捗状況：

産総研が保有する特許に基づいて超音波プローブ駆動回路の設計・開発を行った。この開発したオリジナルプローブ回路により、超音波画像計測装置の大幅な小型軽量化が実現できた。また、超音波画像情報のデジタル転送回路および撮像処理プログラム（PC 実装）の設計・試作を行い、USB 接続によるパソコンとの連動により撮像処理ソフトウェアを柔軟に構築することが可能となった。さらに、開発したオリジナル超音波画像計測システムを用いて、中高齢者層を中心に約800名の被験者を対象に、超音波画像の計測を行い、年齢層別標準値の算出や、健康基礎データやアンケート調査との関係について調査した。また、超音波画像における脂肪、筋、骨などの領域自動判別への応用を目的として、組織の粘弾性評価法について検討した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 超音波画像、皮下脂肪、健康データ、体組成、ヘルスケア

[研究題目] IC タグを利用した調剤過誤を防止する薬剤自動ピッキング装置の開発

[研究代表者] 大場 光太郎

（産総研 知能システム研究部門）

谷江 和雄

（産総研 知能システム研究部門）

平井 成興

（産総研 知能システム研究部門）

丁 洛榮

（産総研 知能システム研究部門）

谷川 民生

（産総研 知能システム研究部門）

金 奉根

（産総研 知能システム研究部門）

中村 行延（株式会社 Windy）

西村 圭一（福岡県工業技術センター機械電子研究所電子技術課）

奥村 克博（福岡県工業技術センター機械電子研究所電子技術課）

末廣 利範（福岡県工業技術センター機械電子研究所電子技術課）

[研究内容]

目的：

現在、院外薬局等で薬剤師が処方箋を見ながら薬を取り出し揃えている調剤業務は、医薬分業による院外薬局の急増にもかかわらず、薬剤師不足から薬剤師への過酷な労働を課しており、人為的なミス誘発するにまで至っている。

ここではこの調剤業務を、IC タグを用いることで薬剤師の人為的なミスを極力排除しつつ、薬事法に抵触しない程度半自動化する知的なロボットシステムを開発し、薬剤師の負担を軽減することを目的とする。

研究計画：

産総研では、IC タグを用いた知識分散型ロボット制御システムの知財を活用し、今回提案する薬剤自動ピッキングに適応するためのシステム設計とアルゴリズムを提案し、実証システムを開発する。

株式会社 Windy においては、現在行われている調剤業務において用いられているデータベースから、産総研などで開発した薬剤自動ピッキング装置にそのデータを活用するためのデータ管理システムを構築する。

さらに、福岡工業技術センターにおいて、産総研において開発した実証システムと、企業の開発したデータ管理システムの融合化について検討し、その有効性を検証する。

年度進捗状況：

平成16年度において、調剤ピッキングを半自動化するシステムを開発し、実証を行った。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 IC タグ、ピッキング、調剤

【研究 題目】 健康・快適な色彩環境のためのカラーコンフォートメータの開発

【研究代表者】 佐川 賢（人間福祉医学研究部門）

【研究担当者】 佐川 賢、伊藤 納奈（人間福祉医学研究部門）

【研究 内容】

目 標：

本研究では、生活環境に広く分布する色彩に対する人間の快適度を心理物理的手法によって定量化し、その手法を組み込んだカラーコンフォートメータを開発することにより、色彩環境の快適度の客観的評価を行うことを目的とする。

研究計画：

全体計画は、(a) 人間の快適度を表す推定式の導出と、(b) 推定式に基づくカラーコンフォートメータの試作（ハードウェア部の開発）の2つの部分からなる。前者は、人間の色彩に対する心理評価特性を把握し、快適度と色彩画像の特徴（色彩数、及び平均彩度、等）から、快適度推定方法に関する実験式を求める。一方、カラーコンフォートメータの試作においては、(a) で開発した実験式に基づいて、色彩コンフォートメータ人間の視覚的快適度を算出するカラーコンフォートメータを開発する。

年度進捗状況：

心理実験により、色彩画像に対する快適度を色彩数と平均彩度で表すことができた。また、平均彩度は反対色理論に基づき、赤、緑、黄、青の4成分によって表現可能であることが判明した。その結果を受けて、デジタルカメラと小型コンピュータを結合して、カラーコンフォートメータを試作した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 色彩環境、視覚的快適性、コンフォートメータ

【研究 題目】 次世代製造技術における高精度検査システムの研究開発

【研究代表者】 河井 良浩

【研究担当者】 富田 文明、張 建新、岡村 由美

【研究 内容】

目 標：

反射光で測定した画像から検査対象形状を高精度に抽出する技術開発を行う。半導体やナノテクの先端分野において、製造結果を解析する画像処理は不可欠であるが、当該分野の成形技術が立体型、積層型に移行し、更に微細化に向かうに従って、従来の透過光ではなく、反射光画像を扱う必要がある。しかしながら、反射光画像はノイズが多く、未だ十分な形状抽出技術が確立しておらず、本開発で反射光画像を高精度に扱う技術、及び、3次元実装された検査対象に適合した3次元復元技術を確立する。

研究計画：

反射光で電子回路基板を分割・拡大撮影し、張り合わせることで、高解像度画像を生成する。その画像に対して、検査対象形状を高精度に抽出する方法、高解像度画像の処理を効率化する方法を開発する。及び、立体型、積層型検査対象を3次元計測するプロトタイプシステムを開発する。

年度進捗状況：

- ・反射光で測定した画像データから検査対象形状を高精度に抽出する方法の開発を行い、高精度に対象形状を計測する方法を確立した。
- ・高解像度画像の処理を効率化する方法の開発を行い、画像分割処理を行うことで通常のメモリ容量では処理できないシステムでも取り扱うことができる方法を開発した。
- ・立体型、積層型検査対象を3次元計測するプロトタイプシステムの開発を行い、実体顕微鏡に装着でき、複数台の同期が可能で、サブウィンドウ・サブサンプリング機能があるステレオカメラシステムを開発した。
- ・高解像度用画像データの収集は茨城県工業技術センターに委託し、反射光で拡大撮影した電子回路基板を自動位置決めして撮影する方法を開発した。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 半導体検査、高精度形状抽出、反射光画像

【研究 題目】 超強磁場環境下で使用できる極低温絶対温度計の開発

【研究代表者】 高島 浩

【研究 内容】

米国レイクショア社から商品化されているキャパシタンス温度計はキャパシタンスの大きさを測定し、それを

温度に変換するシステムである。しかしながら上記市販温度センサーは強誘電体を使用しているため温度ヒステリシスを有し、キャパシタンス値と温度の再現性が得られていない。近年開発された同位体酸素18置換チタン酸ストロンチウム単結晶を用いたキャパシタンス温度センサの開発研究を行った。 $\text{SrTi}({}^{16}\text{O}_{1-x}{}^{18}\text{O}_x)_3$  (100) で形成された平行平板コンデンサの300K から2.2K の温度領域におけるキャパシタンスの温度依存性測定の結果、酸素18置換量  $x=0.26$  は量子常誘電性を示し、 $x=0.45$  は8K 付近で強誘電体に転移することが明らかになった。その絶対感度は、強誘電体利用の場合 ( $x=0.45$ )、米国レイクショア社のキャパシタンス温度センサの約20倍を有していることが分かった。一方、量子常誘電体 ( $x=0.26$ ) の絶対感度は上記既存のキャパシタンス温度センサの3倍 (絶対感度0.022@2K) であり、高感度な温度ヒステリシスフリーの温度計が実現された。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 チタン酸ストロンチウム、強誘電体、キャパシタンス、温度センサ

【研究題目】 卓上型ミリング加工機と形状測定機の開発

【研究代表者】 岡崎 祐一

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 小倉 一朗

【研究内容】

小・中量生産の機械加工現場においてニーズの高い、微小機械加工部品に適した卓上型の高精度ミリング加工機を市場へリリースすること、及び加工された部品の微小形状を精密に評価する手法を確立することを目的とし、実用的な機能と性能を備えた小型精密ミリング加工機を開発した。必要な性能と精度を確保するスライド及びスピンドル、加工機に内蔵されるカスタム数値制御装置を設計・製作した。また、直径0.2mm の球を先端にもった機械接触式プローブと、これを微小回転させて接触方位を検知する計測システムを開発し、評価を行なった。接触方位補正により、高精度の形状測定が可能になった。またプローブに微小振動を重畳させて接触を検知するシステムを開発し、評価した。さらにこのシステムを応用した微小直径・真円度測定装置を開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 工作機械、マイクロファクトリ、ナノ加工、微小加工、精密加工、形状計測、精密機構、運動制御

【研究題目】 平成16年度地域中小企業支援型研究開発 (共同研究型) (海藻由来の自己免疫増強剤の化粧品原料への実用化研究)

【研究代表者】 垣田 浩孝

【研究担当者】 垣田 浩孝 (職員1名)、

上嶋 洋、佃 聡子 (非常勤職員2名)

【研究内容】

海藻由来成分を化粧品原料として実用化する技術の開発を目的として研究を実施する。原料としての海藻の最適採取時期の解明を目標として研究開発を行う。

各種採取時期での海藻中に含まれる活性量を比較した。また、海藻の色素成分の除去方法も検討した。その結果、当該成分の活性は、海藻採取時期により異なること、四国産の天然海藻では初夏採取海藻が原料として最も適していることを明らかにした。一方、海藻の色素を粗抽出液の2分の1まで低減することができた。原料海藻の採取時期の最適化ができたことにより当該成分の実用化が促進すると期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 海藻、水環境、海水

【研究題目】 非軸対称形状製品のスピニング加工による成形法の開発

【研究代表者】 荒井 裕彦

【研究担当者】 荒井 裕彦、岡崎 功 (株大東スピニング)、藤村 明彦 (株大東スピニング)

【研究内容】

目標:

スピニング加工は、回転する板材や管材のワークに加工ローラを押し付けて成形を行う金属塑性加工の一手法である。本研究では複数の加工ローラをワークの回転に同期して制御し、非軸対称形状の製品のスピニング加工を実現する。楕円形など扁平な断面形状の自動車排気管の製造を主なターゲットとして、中空かつ非軸対称形状の金属管の端部を円管状に絞る加工方法を開発する。

研究計画:

加工装置のプロトタイプを設計試作し、上記の加工方法を実用化するための技術開発を行う。回転角センサを有するサーボモータによってワークを取り付けた主軸を駆動し、主軸の回転と加工ローラの主軸方向送り及び半径方向送りを同期して制御する。主軸の回転角に応じて加工ローラを半径方向に進退させ、加工ローラとワークの接点が楕円軌道を描くように制御する。一方、加工ローラの主軸方向送りに従って軌道の形状を補間曲線により楕円形から円形に変化させてゆき、ワーク両端を所望の曲面形状に成形する。プロトタイプ装置を用いて成形実験を行い、実用化モデルへ反映するための加工データを蓄積する。

年度進捗状況:

スピニング加工装置メーカーである(株)大東スピニングが機構技術および加工技術を担当し、産総研が制御技術を担当して、5軸のプロトタイプ加工装置を完成した。非軸対称断面形状の成形テストとして、直径50mm のアルミニウム円管の端部を偏心あるいは楕円形状に縮径

することに成功した。また、自動車排気管を模した楕円形断面のアルミニウム管（長径130mm、短径90mm）の縮径を試み、端部を直径75mmの円形断面に縮径することができた。

〔分野名〕 情報通信／製造

〔キーワード〕 ロボット、ものづくり、塑性加工

〔研究題目〕 均一化ビームによる周期加熱法放射測熱物性計測装置の開発

〔研究代表者〕 馬場 哲也（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 阿子島 めぐみ（計測標準研究部門）、  
佐伯 潤一、大槻 哲也（㈱ベテル ハドソン研究所）

〔研究内容〕

研究の背景・目標：

近年の産業界では、電子機器の熱設計やエネルギー利用効率の向上のために、高熱伝導材料などの固体や薄板、遮熱用コーティング膜などの熱物性測定の需要が増加している。そこで、操作性がよく小型でコストパフォーマンスが良い熱物性測定実用機の開発を本研究の目的とする。開発する測定装置は、半導体レーザーによる周期加熱で小型化、放射測温により非接触かつ高速化、試料保持・加熱方法の工夫により効率や操作性の向上を狙い、加熱レーザーの均一化により熱拡散現象の一次元化を実現したり、標準試料を参照したりすることで信頼性を付加した仕様を目標とした。

研究計画：

コンパクトな新しいタイプの周期加熱法放射測温熱物性測定実用機を開発し、プロトタイプ機を作製する。作製したプロトタイプ機で、産総研の熱拡散率依頼試験と同じ手法で値付けた試験片を測定し、プロトタイプ機の評価を行う。それにより、産総研の標準試験片を用いた実用機の校正方法や、相対測定実用機へ信頼性の付加を検討する。また、実用機で測定したデータを解析するためのソフトウェアを開発する。

年度進捗状況：

周期加熱法と放射測温法を用いた熱物性計測測定装置のプロトタイプ機を作製した。産総研で熱拡散率を値付けた試験片を用いて、室温においてテスト測定を行い、実用機として測定が十分に成立していることを確認した。現在は、よりも薄い試料などのテスト測定を進め、さらに改良を進めている。また、周期加熱法による計測データ解析プログラムを提案し、制作した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 熱物性測定実用機、熱拡散率、周期加熱、放射測温、標準物質

〔研究題目〕 車いす利用者向け下肢運動装置の開発

〔研究代表者〕 本間 敬子（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 本間 敬子、永田 可彦（人間福祉医工

学研究部門）、宮澤 正雄（株式会社穂高商会）、砂子澤 秀夫（株式会社穂高商会）、大城 靖彦（茨城県工業技術センター）、薄葉 眞理子（筑波技術短期大学）

〔研究内容〕

目標：

日常生活で常時車いすを使用する高齢者は、身体不活動のために下肢の廃用症候群をきたしやすくなる。この「座りきり」を予防するために、産総研が保有する技術シーズを活用し、介護施設や家庭に設置して車いすに座った状態で足関節の他動運動訓練を行うための、下肢運動訓練装置を開発する。

研究計画：

実用化にあたって解決すべき課題として、本研究では(1)安全機構の設計、(2)機構の小型・軽量化、(3)臨床評価指標の構築の3点を取り上げる。(1)安全機構の設計では、緊急停止時に患者に対する安全性を確保するための機構および制御方法について検討する。(2)機構の小型・軽量化では、家屋内にも設置可能な形態とすべく、小型・軽量化設計を行う。(3)臨床評価指標の構築については、被験者実験によって生体信号データの取得を行い、本装置によって得られる効果の指標として利用可能かどうか検討する。また得られたデータから本装置の有効性について検討するとともに、製品化に向けた改良点を抽出する。

年度進捗状況：

安全機構の設計においては、緊急停止の方法を列挙し、特に痙性のある患者の訓練動作中に緊急停止の必要が生じた場合を想定し、各方法のメリット・デメリットについて議論し、想定する場合に最適と考えられる手法をプロトタイプに実装した。機構の小型・軽量化においては、装置の小型・軽量化設計を行い、プロトタイプに反映した。臨床評価指標の構築においては、健常者を被験者として実験を行い、足関節底背屈動作中にみられる変化である即時反応、および訓練動作前後約2時間の間に見られる変化である短期反応について、取得した生体データが評価指標となりうるか検討した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 高齢者、足関節、他動運動、安全性、生体信号

〔研究題目〕 柔軟カラー実体モデル作成技術の研究開発

〔研究代表者〕 山下 樹里（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 山下 樹里、三田 直樹、岡崎 智鶴子（人間福祉医工学研究部門）

〔研究内容〕

目標：

医師の技能向上と手術の安全性確保のため、手術の研

修やリハーサルに使用できる柔軟患者実体モデル作成技術を開発する。

研究計画：

以下の3研究課題について開発を行う。

(1) 石膏粉体固着造形方式による RP 造形機 Z406 (米国 Z Corporation 社製) で作成した石膏造形物を柔軟化する方法の開発。(2) 石膏造形物の柔軟化の範囲を制御する方法の確立。(3) 柔軟化した造形物の表面に貼りテクスチャを向上するための、市販インクジェットプリンタで直接印刷可能な高伸展性粘着フィルムの開発。

年度進捗状況：

- (1) 柔軟化用含浸液の開発：Z406造形機で作成した石膏造形物を柔軟化するための2液式の浸潤液を開発した。試作品を分析し、有効成分を特定して、安価に製造できる原材料を決定し、柔軟さの度合いを JIS 準拠の方法で計測した。
- (2) 石膏造形物柔軟化範囲の制御方法：石膏造形物に対する上記含浸液の浸潤速度・範囲を制御するため、造形時の諸条件、造形する形状、含浸時間を様々に変えて浸潤実験を行ない、造形物の造形機内での位置が、浸潤速度に最も大きく影響することを明らかにした。さらに形状の工夫により浸潤範囲の制御を試みたが、制御には成功していない。
- (3) 表面テクスチャ用高伸展性粘着フィルムの開発：市販インクジェットプリンタで直接印刷可能な高伸展性粘着フィルムを開発し、その製造方法を確立した。実際に印刷した試作物の褪色テスト、引っ張り強度試験(いずれも JIS 準拠)、および、フィルム形成時の表面粘着性を計測した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 手術手技トレーニング、柔軟実体モデル、ラピッドプロトタイプング

#### ・地域中小企業支援型研究開発

(試験／研究機器促進型)

【研究題目】 リアルタイム MRI 装置の開発

【研究代表者】 兵藤 行志 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 本間 一弘、中谷 徹、新田 尚隆、沼野 智一 (人間福祉医工学研究部門)、服部 峰之 (光技術研究部門)、中島 巖、室伏 拓、川畑 義彦 (高島製作所株式会社)

【研究内容】

目標：

心臓の動作、脳機能や流体の可視化など、時間的に変化する生体組織や物質の内部構造を無侵襲あるいは非破壊で計測する技術開発が切望されている。本研究は、これらの実時間撮像を可能とするリアルタイム MRI 装置に必要なソフトウェアおよびハードウェアを開発することを目標とする。

研究計画：

1) 撮像法および画像処理手法の開発：

リアルタイム MRI を可能にするための撮像法を開発する。また傾斜磁場の制御やラジオ波の照射などを行うパルスシーケンス、共鳴する信号の検出、画像再構成法、最適な画像処理手法の開発を行う。

2) リアルタイム画像再構成装置の開発：

開発した MRI 撮像法に基づいて撮像を行い、動画像として表示するための装置を開発する。

年度進捗状況：

1) 撮像法および画像処理手法の開発：

収集するデータがフーリエ変換面で複素共役である特性を利用して、データ収集を半減して未収集データを補完することにより撮像時間を短縮した MRI 撮像法を提案した。また、これに従来のキーホール技術を併用した高速 MRI 撮像法の実用化を検討した。

2) リアルタイム画像再構成装置の開発：

上記の原理に従い、産業技術総合研究所の超電導 MRI 装置と、高島製作所株式会社が試作した高感度検出コイルおよび低雑音アンプを連動することにより、リアルタイム MRI 装置を試作した。Q 値が約170-180の高感度検出コイルを開発し、また、磁場中での動作を許容し、高感度検出コイルと一体化することにより、雑音の混入を防いで低雑音 (利得27.4dB) のアンプを試作した。また、試作リアルタイム MRI 画像再構成装置は、MRI 装置からの出力信号を高速度で収集し、さらに、2次元フーリエ変換を用いた画像再構成により、毎秒20画像 (256\*256\*16ビット) の処理能力を達成した。収集データを逐次的に置換することで、データ収集軌跡の変更やキーホール技術の実行が可能となった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 MRI、高速撮像、高感度受信系

【研究題目】 地域中小企業支援型研究開発 (試験／研究機器促進型)

【中項目】 新開発ゴースト分光光学系を用いた光 CT 装置の研究開発

【研究代表者】 川手 悦男

【研究担当者】 産総研 川手 悦男、株式会社システムズ・エンジニアリング 樋渡 史子、財団法人機械振興協会技術研究所 上野 滋、山口 誠、茨城県工業技術センター 小島 均、浅野 俊之、矢島 辰雄、加藤 健

【研究内容】

目的：

従来不可能であった、任意入射角度での反射や散乱測定や、反射率の絶対測定や、散乱光の角度分解測定を可能にする新たな光学系を開発するとともに、当該光学系を市販のフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) の試料

室中に組み込めるようにすることで、新しい光 CT 分光法 (CAT GEM) を開拓可能な新しい分光分析を実現する。

研究計画：

ゴーグル分光光学系を実現するのに必要なハード・ソフト両面の研究開発を実施するとともに、製品化を視野に入れた生産技術としてのゴーグル光学系の設計・製作法に関する研究を実施した。これらの成果をもとに、基本性能評価用プロトタイプ的设计・試作を実施するとともに、当該分光系を用いた ATR 測定法の性能評価を実施した。

年度進捗状況：

ゴーグル分光光学系を実現するのに必要なハード・ソフト両面の研究開発の成果とともに、製品化を視野に入れた生産技術としての当該光学系の設計・製作法に関する研究成果も併せ、入射角度が $0.5^{\circ}$ ～ $89.5^{\circ}$ まで連続可変で、絶対反射率測定が可能で、反射率と透過率の同時測定が可能で、散乱測定が可能な光学系のプロトタイプを完成させた。当該光学系の基本性能評価において、任意入射角度における反射と透過の同時測定と絶対反射率測定は、十分な精度で測定できることを実証するとともに、試料からの散乱光の角度依存性の測定が可能であることを確認した。

【分 野 名】情報通信

【キーワード】任意入射角度反射・散乱測定、反射率絶対測定、散乱光角度分解測定、FT-IR

【研究 題 目】多機能・超小型走査電子顕微鏡の開発

【研究代表者】清水 哲夫

【研究担当者】阿部 秀和、布施 真琴、田中 深幸、徳本 洋志 (北海道大学)、畔原 宏明 (北海道大学)、畑 浩一 (三重大学)、民間企業研究者1名

【研究 内 容】

優れた小型の走査電子顕微鏡 (SEM) を設計から製作に関し全て自社開発した実力を持つ中小企業と連携して研究開発を行う。その電子銃は熱電子タイプであり、10nm を切る分解能は望めないが、今回連携して研究開発を行うことにより、10nm 以下の高分解能でしかも超小型 (目標値：電子源からサンプルまでの距離15cm)・多機能 SEM の開発を行う。その実現のために、カーボンナノチューブ (CNT) を用いた電界放射型 (FE) 電子銃の開発、多機能ナノマニピュレーターの開発、低真空度での試料観察機構の開発を行い、多機能・超小型 SEM の製品化を実現する。平成16年度は電子レンズ設計を行って電子源から試料まで約15cm の CNT-FESEM を試作した。その電子源ホルダーに CNT を取り付けることが可能になり、電子放出特性および安定性の評価が可能になった、更に実際電子銃を試作 CNT-FESEM に装着し100nm 分解能レベルの SEM 写真の撮

影に成功した。試作 CNT-FESEM に搭載できる小型マニピュレーターの多機能化および小型 SEM を用いて CNT 電子源を製作できる多機能大型マニピュレーターの製作に成功した。更に低真空 SEM 動作 (100Pa) が可能であるバルブシステムを開発し、その動作確認をした。

【分 野 名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】カーボンナノチューブ、走査電子顕微鏡、低真空動作

—原子力発電施設等安全対策技術対策委託費—

【研究 題 目】活断層等周辺地下地質調査に関する研究

【研究代表者】横倉 隆伸

【研究担当者】横倉 隆伸、加野 直巳、山口 和雄、田中 明子、大滝 壽樹、伊藤 忍、駒澤 正夫、稲崎 富士、横田 俊之

【研究 内 容】

本研究では、平成14-16年度で、リニアメントや断層が想定されているながら、活断層が認定されていない地域などの地下地質を調査することにより、活断層の存否を解明するための調査法の研究と実地調査を行っている。本年度はその3年目にあたり、とりまとめを行った。京都盆地南部では、男山南方の丘陵-低地境界に活断層と考えられる断層を発見した。年代の分かっている層準や顕著な反射面を対比し、断層の活動度を推定したところ、0.9Ma～0.4Maの間では約0.1m/1000y の一様な変位速度を有していたが、1.6Ma～0.9Maの間は活動が活発でなかったことが分かった。この断層には低地側への分岐断層があり、これは断層活動の低地側へのマイグレーションを示唆する。またボーリングデータを整理したところ、低地側に向かう地表面の傾動とそれに調和的な完新統の傾動が認められ、この断層はごく最近まで活動してきたと考えられる。1万～数千年前のものが m オーダーの変位を示すことから、0.9～0.4Ma に比べ変位速度は数倍となり、むしろ現在に近いほど活動が活発である可能性がある。また宮城県北部では、2003年宮城県北部地震震源域における構造探査データの詳細な解釈を実施し、地質断層である石巻湾断層の深部延長部で地震が発生したことを解明し、地震発生予測のために、地表兆候の少ない地質断層等の調査の必要性を示した。

【分 野 名】地質・海洋

【キーワード】活断層、調査法、京都盆地、反射法探査、伏在断層、基盤

—放射性廃棄物処分基準調査等委託費—

【研究 題 目】地層処分技術調査等 (塩淡水境界面形状把握調査) (沿岸域断層評価手法の開発に関する研究調査)

【研究代表者】楠瀬 勤一郎

【研究担当者】楠瀬 勤一郎、丸井 敦尚、内田 利弘、

光畑 裕司、松林 修、宮越 昭暢、  
奥山 康子、二宮 芳樹、古宇田 亮一、  
岸本 清行

#### 【研究内容】

(塩淡境界面形状把握調査) 塩淡境界面に沿った地下水流動は、核種が処分場から生物圏へ移行する際の主要な経路であると考えられる。本研究では、野外調査により、塩淡境界面の形状や境界面に沿った地下水流動を把握し、地質状況に応じた塩淡境界面の形成機構を解明し、得られた知見を普遍化して、概要調査地区での調査に適用可能な、確度の高い広域塩淡境界面推定手法を開発する。このため、沿岸域の現地調査に基づく研究と井戸台帳や地下水試料・岩石試料を用いた統合データベースの構築を行っている。茨城県東海村の日本原子力研究所の敷地内に研究試験地を設定し、試験地内にある加速器リンクの建設予定地に地下水観測井の追加整備を行い、塩淡境界面の位置とその変動の観測を行ってきた。また、電気探査と弾性波探査により調査地の地質構造を明らかにした。平成16年度は、地下水観測井のデータから、加速器リンク工事による地下水汲み上げに伴って、海側より塩水地下水が内陸に浸入してきた様子を明らかにすることができた。海水準下40mにおいて地下水汲み上げが行なわれているが、塩水地下水の浸入は、汲み上げ深度よりも浅い、海水準下10m程度より上部の帯水層に限られている。また、深部地下水など、長期間滞留し、化学的に平衡状態になっている地下水の組成を、岩石-水反応試験および岩石組成から化学平衡理論による推定により求めることを目的として、地下水データベース・深部岩盤データベースの構築、岩石-水反応試験を継続している。

(沿岸域断層評価手法の開発に関する研究調査) 本調査では、地層処分場の候補地選定の際に重要な考慮事項となる可能性がある沿岸海域に於ける断層・大規模破碎帯の分布と性状を、隣接する陸域と海域の活断層調査文献から推定し、評価する手法を確立することを目的とする。このため、候補地が沿岸域に選定された場合の調査に必要な、既存データや調査手法についての基盤情報を整備するとともに、典型的な調査事例の観測データを用いて、陸域断層データと海域断層データの統合を試み、データ統合における技術的な問題点を明らかにし、統合手法の最適化について調査する。平成16年度は、平成15年度に引き続き、陸域・海域の地質・地形の調査を行っている産総研と国土地理院、海上保安庁、海洋研究開発機構、石油天然ガス・金属鉱物資源機構が所有する断層・破碎帯調査データの調査特性を調べ、データの存在する場所やデータについての概要、関連情報を一括した索引データ(メタデータ)の収集を実施し完了した。また、諸機関の沿岸域データを公開する為、ワンストップ・ポータルサイトの設計を行なうとともに、ネット上で公開する際の課題を明らかにした。さらに、沿岸海域

の文献データと沿岸陸域の文献データを統合する手法について検討を行い、房総半島沿岸域を例に統合を試みた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地層処分、塩淡境界面、沿岸域、断層

#### —石油天然ガス基礎調査等委託費—

【研究題目】 メタンハイドレート開発促進事業  
(物性・動特性に関する研究開発)

【研究代表者】 海老沼 孝郎

【研究担当者】 皆川 秀紀、大村 亮、鈴木 清史、  
鎌田 慈、山本 佳孝、川村 郎  
(非常勤職員12名)

#### 【研究内容】

本研究課題は、日本近海の高底堆積層に分布するメタンハイドレートを新たな資源として利用するために、メタンハイドレートを含む堆積層からメタンガスを経済的かつ安全に生産する技術の開発を最終目標とする。このためには、メタンハイドレートを含む堆積層の態様の解明、メタンハイドレートの分解動特性の解明、生産シミュレータの開発及びメタンハイドレートを分解しガスを採取する手法の開発が必要である。特に本課題においては、メタンハイドレート堆積層の基礎物性と分解動特性の解明に注力し、コア・スケール(直径50-100mm、長さ200-300mm程度)の実験からガス産出方法の評価が可能な室内実験規模へ展開する。本課題の成果は、産総研地圏資源環境研究部門を中心に開発される生産シミュレータとともに、最終的にはガス採取手法の開発に資する。平成16年度は、以下の研究を実施した。

##### (a) 基礎物性の解明

海域のメタンハイドレート堆積層の性状を明らかにするため、試掘調査で採取された砂層、泥層及び堆積砂から作製した模擬メタンハイドレート堆積物試料の熱伝導率、浸透率、孔隙率、飽和率、弾性波特性、比抵抗、強度等を解析すると共に、生産条件設定に必要な諸物性について抽出・整理した。また、特徴的な地層構造を成す堆積層の物性推算にとって重要な孔隙内のメタンハイドレート産状及びメタンハイドレート堆積層骨格構造について解析し、熱特性等の状態物性との関連を明らかにした。

##### (b) 分解動特性の解析

海域のメタンハイドレート堆積層の分解特性を解明するため、試掘調査で採取されたコア及び堆積砂から作製した模擬メタンハイドレート堆積物試料の分解に伴う流動・伝熱現象、機械的特性の変化等を解析すると共に、分解挙動を高速で可視化解析するなどして、そのモデル化を行なった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ガスハイドレート、天然ガス、資源開発、物性、動特性、利用

〔研究題目〕メタンハイドレート開発促進事業（生産シミュレータ開発に関する研究開発）

〔研究代表者〕山口 勉

〔研究担当者〕山口 勉、駒井 武、天満 則夫、  
當舎 利行、及川 寧己、青木 一男、  
緒方 雄二、榊井 明、坂本 靖英、  
川辺 能成、羽田 博憲、前川 竜男

〔研究内容〕

1) 物性・動特性—異種ガスを用いた新生産手法開発—  
メタンハイドレート（MH）の安全な開発のため、異種ガスによる MH の分解特性、人工天盤評価のため、CO<sub>2</sub>ハイドレートの強度特性および絶対浸透率特性の検討を行った。研究成果は以下。メタンハイドレートの中に空気を圧入することにより、ハイドレート表面の相平衡バランスを崩し、メタンハイドレートを分解させることが分かった。ハイドレート飽和度が大きくなるにしたがって浸透率が小さくなるという傾向を得た。砂中に CO<sub>2</sub>ハイドレートを成長させたとき CO<sub>2</sub>ハイドレート飽和度の増加により、強度が緩やかだが概ね直線的に増加することが分かった。異種ガス（二酸化炭素/窒素）を含むメタンハイドレート相平衡条件の統計熱力学的モデルによる予想値算出において、実験結果をよく近似できるようになった。

2) 生産シミュレーター—圧密挙動評価モジュール—

これまでに開発した圧密挙動評価モジュールへ気相と MH 分解機能とを組み込み、モジュールの基本形を完成した。また、このモジュールを用い、MH 飽和率等に係る感度分析を実施した。成果は以下。MH 堆積層の圧密現象だけでなく、堆積層の構造骨格、孔隙水、ガス及び熱の相互作用を含む各相の挙動を解析することが可能となった。ひずみ軟化特性を有する MH 堆積物の応力-ひずみ関係モデルを提案した。圧密変形挙動および MH 分解に伴う累積ガス生産量の経時変化は実験結果と概ね一致し、開発したモジュールの妥当性を確認した。圧密変形特性では初期 MH 飽和率の違いによって若干の差があること等が明らかになった。また、砂層層厚の増加に伴い圧密変形が大きくなること等の結果を得た。

3) 生産シミュレーター—浸透率評価モジュール—

メタンガスと水の混相流動とハイドレートの分解に伴う流動の変化を数値的に表現できる多孔質体流動解析手法について検討した。浸透率解析プログラムのコーディングを終了し、仮想的な流動条件において数値シミュレーションを行った。また、砂泥互層構造をなす MH 堆積層の総括的な浸透率の定式化を試みた。さらに、分解時の相対浸透率に及ぼす各種パラメータの影響を定量的に評価した。熱水のみを圧入した場合と比較して、MH の成長・再生成が抑制され、浸透性を低下させることなく水圧入の継続することが可能なこと等を明らかにした。これらに基づき、統合化シ

ミュレータ（FEHM）を用いて、分解に伴う混相流動条件の浸透率特性に関するパラメータスタディを行い、一連の貯留層内現象を明らかにした。浸透率の異方向性が MH の分解やガスの産出挙動に及ぼす影響を数値シミュレーションにより検討した。

4) 生産シミュレーター—シミュレータの統合化—

シミュレータの統合化では MH 堆積層に特有な現象を記述した各計算モジュール群を汎用シミュレータ FEHM 等で検証を行っている。平成16年度は検証後のモジュールに関して専用シミュレータへの引渡しを開始した。また、フィールドスケールによる各モジュール群の感度分析を行った。具体的な成果は次の通り。浸透率評価モジュールでは、メタンハイドレートの成長に関してハイドレート・水・ガスの各飽和率を用いた式を作成して、モジュールの動作確認を行った。分解速度評価モジュールでは、高速化を図るために収束計算を幾つかの計算式に置き換え、昨年度の結果と比較して計算時間が大幅に短縮された。圧密挙動評価モジュールでは、力学的シミュレータを用いた解析を行った。感度分析では、パラメータの変化によりガス生産量が変化する様子を再現することができた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕メタンハイドレート、生産、シミュレータ

—産業技術研究開発委託費—

〔研究題目〕重点分野研究開発委託費（ノニルフェノールの国際標準分析法開発）

〔研究代表者〕山下 信義

〔研究担当者〕羽成 修康、堀井 勇一、谷保 佐知

〔研究内容〕

ノニルフェノールは内分泌攪乱物質としての危険性が指摘されているにもかかわらず、多数の異性体の混合物であるため、現在の総量分析法では精度が不十分である。本研究ではノニルフェノールについて、高精度分析法を新規開発し、国内外機関と協力し国際標準分析法へと結びつける。平成16年度は昨年度に引き続き相対感度係数にもとづいた NP の高度分離測定手法（ガスクロマトグラフ質量分析法—選択的イオン測定法）を用いた、実環境データ蓄積を行った。本方法ではノニルフェノール各成分の測定に最適なフラグメントイオンをもとに内標準物質に対する相対感度係数を算出し、高精度定量を可能にした。その結果、従来法では測定が困難であった13種のノニルフェノール成分について正確な定量が可能になった。また国際標準のための作業として ISO/TC147/SC2のドイツ側コンビナーと打ち合わせをおこない、ISO147イギリス総会において提案した結果、当該標準化活動の正式採択が決定した。

〔分野名〕環境

〔キーワード〕ノニルフェノール、JIS、ISO

**〔研究題目〕高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究**

〔研究代表者〕山下 信義

〔研究担当者〕羽成 修康、堀井 勇一、谷保 佐知

**〔研究内容〕**

PFOS や PFOA は発生源から遠く離れた魚類や海洋ホ乳類から検出されているが、多数の製造および使用されているパーフルオロアルキルスルホン酸アミドアルコール類 (Perfluoroalkyl sulfonamidoalcohols) やフルオロテロマーアルコール (FTOHs,  $C_xF_{2x+1}CH_2CH_2OH$ ) などの前駆体が環境中や生物中で PFOS や PFOA 等に変換するため、PFCs の環境動態は複雑で、未だ解明されていない。PFCs の環境動態を把握するためには、短鎖から長鎖の PFCAs やフルオロテロマー等の前駆体に適用可能な抽出・測定方法が必要である。上記に鑑み、本研究では、PFCs 分析方法を開発するため、これらのバックグラウンドの原因を定性・定量し、そのレベルを十分低減することを目的とした。また、水試料および生物試料中の短鎖及び長鎖の PFCAs、PFASs、FTOHs および各種前駆体に適用可能な高精度高感度な抽出および LC-MS/MS を用いた測定方法を確立した。特に、液体クロマトグラフタンデム質量分析計を用い、16種類の PFOS 関連物質について超高感度分析法を開発した。また、従来法では分析できない低分子有機酸の分析法を液体クロマトグラフ・タンデム質量分析計を用いて開発・検証した。ガスクロマトグラフタンデム質量分析計を用いた揮発性テロマーアルコール及び前駆体の分析法を開発した。現在まで、日本・中国・韓国・スリランカ・米国・ポーランド・ドイツ等、世界各国より採集した多様なマトリックス (河川水・沿岸水・外洋水・沿岸底質・魚介類・食品・人及び家畜) について検証実験を行い、3報以上を国際誌へ成果公表済み。これらの成果により第4回海洋汚染国際会議 (香港) と International symposium on Fluorinated Alkyl Organics in the Environment (FLUOROS, カナダ) において2件のキーノートスピーカー、International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and Persistent Organic Pollutants (DIOXIN 2005, カナダ) において PFOS 特別セッションのチェアマンとして招待された。

〔分野名〕環境

〔キーワード〕PFOS、外洋汚染

**〔研究題目〕産業技術研究開発委託費 (歯車のナノレベル形状評価のための計測器の校正原理及びその原理に基づく校正方法の研究とその標準化)**

〔研究代表者〕高辻 利之 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕大澤 尊光、直井 一也、近藤 孝之

**〔研究内容〕**

高精度な歯車の形状を測定するために、三次元測定機や専用の測定機が使用されているが、これら測定機を世界共通の標準を用いて校正する方法がなく、最高級歯車 (ISO (国際標準化機構) 精度等級0~2) の精度が保証できないのが現状である。

本研究では、500nm より高い精度が保証できる歯車の歯形評価のための測定機を校正する原器及び校正方法について研究を行い、その成果を基に国際規格案を作成・提案する。プロジェクトの最終年度に当たる平成16年度の研究内容及び成果は以下のとおりである。

- 1) ボールアーティファクトの製作と校正技術の開発  
歯形測定機の校正原器となるボールアーティファクトの2個のボール中心間距離を100nm 以下の不確かさで値付けする技術を確立した。
- 2) 実証試験及び測定不確かさの評価  
ボールアーティファクトを用いて歯形測定機を校正する手順、測定データの処理方法、測定結果の評価方法についての知見をまとめ、JIS 規格原案を作成した。JIS 原案作成団体は産業技術総合研究所とし、事務局業務は社団法人日本歯車工業会が行った。
- 3) 国際規格案骨子作成及び国際標準化活動  
当該事業推進のための運営委員会を開催し、校正原器となるボールアーティファクト及びその原器に基づく歯形測定機の校正方法について審議した。また、ボールアーティファクトを用いて歯形測定機を校正する方法を ISO/DTR 10064-5に入れるよう ISO/TC60/WG2に働きかけ、実現された。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕歯車、標準、校正、不確かさ、ダブルボールアーティファクト、JIS、ISO

**〔研究題目〕極浅不純物注入半導体の深さプロフィール分析のための標準化**

〔研究代表者〕一村 信吾

〔研究担当者〕井藤 浩志、黒河 明、野中 秀彦、藤本 俊幸、溝田 武志

**〔研究内容〕**

目標:

本研究は、極微スケールの半導体素子の極表面層に注入された不純物の深さプロフィール分析技術の確立に向けた研究開発を実施し、当該技術の国際標準化を ISO (国際標準化機構) TC201 (表面化学分析) において推進することを目標とする。

研究計画:

平成16年度は、①イオンビームスパッタリングにおける表面荒れの評価と低減に関する研究、②新しいイオンビーム照射装置の開発に関する研究、③スパッタされた試料原子の高信頼性検出技術、④深さプロフィール分析における分析分解能の評価に関する研究、⑤国際規格案

骨子作成及び国際標準化活動、の課題を主に実施する。  
年度進捗状況：

①では、AFM の探針の先端曲率半径を評価できる段差構造を有する標準試料を設計・試作し、その標準試料を用いて評価した探針を装着した AFM により測定した表面ラフネスの定量的な補正方法の検討を行った。②では、昨年度購入した重イオンビーム発生装置を基に装置改造を行なった結果、昇華型金属クラスター錯体のイオンビーム化を実現し、シリコンのスパッタ特性の基礎データを取得した。③では、真空紫外レーザー光による二次中性粒子の高感度イオン化・検出技術の開発に着手し、レーザー光の発生源を試作し、モデル分子 (NO) の1光子励起によるイオン化を確認した。④では、昨年度作製・評価した多層膜及び多層デルタドープ層をもつ試料の SIMS、AES、TEM 分析結果に基づき、深さプロファイル分析用標準試料の仕様の改良を行ない標準試料を試作した。⑤では、本課題の専門家からなる検討委員会を2回開催し、規格化に向けた検討を進め、ISO TC201/SC-6 (SIMS) において標準化のための活動を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 シャロードープアント、SIMS、深さプロファイル

〔研究題目〕 産業技術研究開発委託費 (映像の生体安全性評価の標準化)

〔研究代表者〕 斎田 真也 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 斎田 真也、佐川 賢、氏家 弘裕  
(人間福祉医工学研究部門)

〔研究内容〕

目標：

映像メディア産業の進展に伴い、人間生活に映像の果たす役割が大きくなる中で、光感受性発作、映像酔い、眼精疲労など映像の生体に及ぼす影響が世界的に問題となってきた。本研究開発では、映像の生体安全性評価の国際標準化の実現をめざして、映像の生体影響に関するデータを収集し、映像の生体安全性評価法を開発することを目標とする。

研究計画：

映像による生体影響を、脳波や心拍・血圧・瞳孔等の自律神経反応等の生理的データ計測と、主観応答、身体動揺、眼球運動等の心理的データ計測とから評価する。その際に、各計測項目の有効性の確認と、これに基づく映像中の物理的パラメータやその他影響要因の抽出、さらに計測データに基づく映像の生体安全性評価の手法を開発する。

年度進捗状況：

3～29歳の患者を対象に、映像視聴による脳波等の副反応の発生しやすい映像のタイプを分類・抽出し、テレビやビデオ等での特定の光点滅場面による影響が改めて

確認された。また、心拍・血圧などの自律神経反応の計測に基づいて、映像酔いや眼精疲労など、生理的データの変化を生じさせる映像中の物理的特長を抽出した。具体的には、映像中の0.3～3.0Hz付近の時間周波数が生体に影響を与えることを明らかにするとともに、このデータベースの抽出において、映像中の動きベクトルの解析に基づく映像評価手法を確立した。

また、のべ400名程度の心理的計測データに基づき、映像酔いに関与する映像中の物理的特長の抽出とデータベース化をおこない、映像中の回転成分の速度や時間周波数成分、およびディスプレイの大きさや、視聴者の性別・年齢などの影響を明らかにした。さらに、3次元映像による眼精疲労に関する影響要因を特定した。こうした一連のデータに基づく、映像評価手法の概念を確立した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 映像酔い、眼精疲労、光感受性発作

—新燃料油研究開発調査委託費—

〔研究題目〕 新燃料油研究開発調査 (新燃料油導入影響調査 (バイオマス燃料の軽油への混合に対する自動車への影響に関する調査))

〔研究代表者〕 後藤 新一

〔研究担当者〕 後藤 新一、篠崎 修、二瓶 光弥、  
小熊 光晴、小淵 存、大井 明彦、  
難波 哲哉、浜田 秀昭、佐々木 基、  
羽田 政明

〔研究内容〕

超高压コモンレール噴射システムおよび高速応答型可変機構をキーテクノロジーとし、新燃焼方式とその超高度燃焼制御により、革新的次世代低公害エンジンシステムの開発を目指す。本研究では、HCCI 燃焼の運転領域拡大と噴霧燃焼の革新的低公害化をハードおよびソフトウェアの両面から目指すこととする。また、新燃焼方式に最適な燃料性状の検討や、燃料性状に左右されないエンジン燃焼制御技術の確立、新燃焼方式に適合した後処理技術の確立も同時に目指す。進捗として、エンジン試験の方はカムレスシステムを搭載するシリンダヘッドや超高压インジェクタ等の準備中である。また、シミュレーションによる熱交換機能と触媒が一体化したコンバータの基本的な熱伝達特性把握に関して、外注したソフトにより、大きな昇温効果があることを検証した。このコンバータに組み込む CO による NO<sub>x</sub> 選択還元触媒の実用性能確認実験を開始した。その結果、WO<sub>3</sub>を添加した SiO<sub>2</sub>を担体とする Ir 触媒により、SO<sub>2</sub>非共存下でも選択還元が進行することを見出した。さらに、CO を還元剤とする NO 選択還元活性なシリカに担持したイリジウム触媒について、活性に及ぼすイリジウム構造の詳細について検討した。その結果、金属状態のイリジウム

ムが活性であること、反応条件でのイリジウムの酸化され易さはイリジウム分散度に依存すること、したがって、高い NO 除去率を達成するためには最適な分散度が存在することがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ディーゼルエンジン、予混合圧縮着火燃焼、PCI、排熱回収コンバータ、De-NOx 触媒

#### —その他—

【研究題目】核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備）

【研究代表者】月村 勝宏

【研究担当者】月村 勝宏

【研究内容】

本委託研究の目的は、高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価を行う上で必要な地質学的な知見やデータを整備することである。地層処分の安全性の評価においては、サイト成立性評価と核種移行評価が必要になる。サイト成立性評価は処分地への地殻変動の影響を評価することであり、核種移行評価は地層中での核種移行の数値解析を行うことである。サイト成立性評価のための地殻変動の研究には、火山・マグマ活動の予測手法の整備、隆起・浸食の予測手法の整備、熱水活動・地下水流動の予測手法の整備、地震・断層活動の予測手法の整備がある。核種移行評価のための研究には、三次元地質モデルの作成手法の整備、物理・化学的知見の整備、核種移行の数値解析手法の整備がある。地殻変動の研究や核種移行の研究をサポートする研究としてデータベースの整備がある。データベースの整備は既存の地質学的知見やデータをわかりやすい形で取りまとめ、今後の研究に役立たせるものである。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】高レベル放射性廃棄物、地層処分、安全評価、サイト成立性評価、核種移行評価、火山・マグマ活動、隆起・浸食、熱水活動、地下水流動、地震・断層、三次元地質モデル、物理・化学、数値解析、データベース

【研究題目】核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備）

【中項目名】火山・マグマ活動の予測手法の整備

【研究代表者】山元 孝広

【研究担当者】山元 孝広、松本 哲一、宮城 磯治、中野 俊、宇都 浩三、伊藤 順一、

高田 亮、古川 竜太、Nguyen Hoang、  
村越 匠、清水 洋（職員8名、他3名）

【研究内容】

火山・マグマ活動の予測手法を整備するため、単性火山の研究、複成火山の研究、巨大カルデラ火山の研究を実施した。単性火山の研究では、地下のマグマ構造が明らかになっていない九州北部において、引き続き火山の活動履歴の研究、および自然地震観測からマグマ活動を予測する研究を実施した。複成火山の研究では、東北地方南部の沼沢・肘折噴出物の微量成分と岩石組織の研究を昨年度に引き続き実施した。巨大カルデラ火山の研究では、インドネシアバリ島アグンカルデラ群の調査を実施した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】火山・マグマ活動、単性火山、複性火山、巨大カルデラ、自然地震観測、沼沢、肘折、インドネシア

【研究題目】核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備）

【中項目名】火山・マグマ活動の予測手法の整備

【研究代表者】山元 孝広

【研究担当者】山元 孝広、松本 哲一、宮城 磯治、中野 俊、宇都 浩三、伊藤 順一、高田 亮、古川 竜太、Nguyen Hoang、村越 匠、清水 洋（職員8名、他3名）

【研究内容】

火山・マグマ活動の予測手法を整備するため、単性火山の研究、複成火山の研究、巨大カルデラ火山の研究を実施した。単性火山の研究では、地下のマグマ構造が明らかになっていない九州北部において、引き続き火山の活動履歴の研究、および自然地震観測からマグマ活動を予測する研究を実施した。複成火山の研究では、東北地方南部の沼沢・肘折噴出物の微量成分と岩石組織の研究を昨年度に引き続き実施した。巨大カルデラ火山の研究では、インドネシアバリ島アグンカルデラ群の調査を実施した。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】火山・マグマ活動、単性火山、複性火山、巨大カルデラ、自然地震観測、沼沢、肘折、インドネシア

【研究題目】核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備）

【中項目名】隆起・浸食の予測手法の整備

【研究代表者】山元 孝広

〔研究担当者〕 山元 孝広、卜部 厚志  
(職員1名、他1名)

〔研究内容〕

隆起・浸食量の予測手法を整備するため、東北部地域における隆起沈降の調査を実施した。本年度は、段丘堆積物のボーリング調査を新潟県東部地域の調査を実施し、平野部と段丘部との隆起沈降量の差を定量的に明らかにした。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 隆起・浸食、隆起沈降、段丘堆積物

〔研究題目〕 核燃料サイクル施設安全対策技術調査  
(放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備)

〔中項目名〕 熱水活動の予測手法の整備

〔研究代表者〕 風早 康平

〔研究担当者〕 風早 康平、安原 正也、吉川 清志、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、牧野 雅彦、竹野 直人、佐脇 貴幸、濱崎 聡、伊藤 順一、松本 哲一、住田 達哉、塚本 斉、小泉 尚嗣、佐藤 努、北川 有一、大和田 道子、稲村 明彦、鈴木 裕一、大沢 信二、吉川 慎、平林 順一、大場 武、角皆 潤、渡邊 史郎  
(職員17名、他9名)

〔研究内容〕

熱水活動・地下水流動の予測手法を整備するため、火山周辺の熱水の影響の研究、同位体による深部水の研究、同位体による広域地下水流動系の研究を引き続き実施した。火山周辺の熱水の影響の研究では、単性火山の代表として九州北西部の有田―波差見地区での調査を、複成火山の代表として岩手山周辺地区での調査を昨年度に引き続き実施した。同位体による深部水の研究は、近畿地方および東海地方の構造線近傍において詳細調査を実施するとともに、岩石中の流体包有物の分析、希ガス同位体および炭素同位体による地下水調査手法の研究を実施した。同位体による広域地下水流動系の研究では、平野部の代表地域として関東平野および山間部の代表地域として阿蘇山の調査を昨年度に引き続き実施した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 熱水活動、地下水流動、同位体、流体包有物、希ガス同位体、炭素同位体

〔研究題目〕 核燃料サイクル施設安全対策技術調査  
(放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備)

〔中項目名〕 地震活動の予測手法の整備

〔研究代表者〕 山元 孝広

〔研究担当者〕 山元 孝広、安原 正也、吉川 清志、牧野 雅彦、住田 達哉、杉山 雄一、宮下 由香里、水野 清秀、吾妻 崇、成田 孝、富島 康夫、高橋 学、稲村 明彦、鈴木 裕一、伏島 祐一郎、小林 健太 (職員12名、他4名)

〔研究内容〕

地震・断層活動の予測手法を整備するため、会津盆地西縁部断層の調査、鳥取県西部地域の低活動性断層の調査、岩石の破壊・変形挙動の実験、応力測定装置の開発を行った。会津盆地西縁部断層の調査では、断層活動の年代を明らかにするために実施したオールコアボーリングの解析を昨年に引き続き実施するとともに、断層構造の平面分布を明らかにするために精密重力調査を実施した。鳥取県西部地域の低活動性断層の調査では、2000年地震断層の周辺部にある断層のトレンチ調査を昨年度に引き続き行い、断層の活動履歴を明らかにした。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 地震・断層活動、会津盆地西縁部断層、低活動性断層

〔研究題目〕 核燃料サイクル施設安全対策技術調査  
(放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備)

〔中項目名〕 三次元地質モデル作成手法の整備

〔研究代表者〕 渡部 芳夫

〔研究担当者〕 渡部 芳夫、関 陽児、塚本 斉、鈴木 正哉、内藤 一樹、張 銘、竹田 幹郎、牧野 雅彦、住田 達哉、高橋 学、富島 康夫、風早 康平、安原 正也、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、鈴木 覚、亀井 淳志、渡邊 史郎、稲村 明彦 (職員16名、他4名)

〔研究内容〕

三次元地質モデル作成手法を整備するため、堆積岩地域(新潟県東部金丸地域)での調査を昨年に引き続き実施した。昨年度掘削した3カ所のボーリング抗および本年度に掘削するボーリング孔を用いて、地質構造データの採取、孔内での各種現場透水試験、多孔システムによる地下水の流向・流速試験を実施し、堆積岩における地下水循環構造モデルを作成するとともに、ウラン移行の遅延現象についても検討を開始した。さらに、火山岩地域(福島県会津地域)での調査を開始した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 地質モデル、金丸地域、現場透水試験、地下水、流向・流速試験、ウラン移行

〔研究題目〕核燃料サイクル施設安全対策技術調査  
(放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備)

〔中項目名〕核種移行解析に必要な物理化学的知見の整備

〔研究代表者〕月村 勝宏

〔研究担当者〕高橋 学、張 銘、竹田 幹郎、  
竹野 直人、上岡 晃、金井 豊、  
間中 光雄、月村 勝宏、鈴木 正哉、  
西山 哲、加藤 昌治、竹村 貴人、  
高田 尚樹、高橋 嘉夫、福土 圭介、  
鈴木 覚、(職員9名、他7名)

〔研究内容〕

核種移行解析のための物理化学的知見を整備するため、化学反応および岩石の透水性の研究を実施した。化学反応の研究では、物質の溶解・沈殿実験、および岩石・土壌・地下水のウラン・トリウムを昨年度に引き続き実施した。岩石の透水性の研究では、高温下における透水挙動の研究および大型模型試験装置を用いた断層発生と透水性の変化の研究を引き続き実施するとともに、新潟県東部金丸地域から採取した岩石の岩石物性試験を実施した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕核種移行、化学反応、透水性

〔研究題目〕核燃料サイクル施設安全対策技術調査  
(放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分にかかる地質情報データの整備)

〔中項目名〕核種移行の数値解析手法の整備

〔研究代表者〕竹野 直人

〔研究担当者〕竹野 直人、藤井 直樹、  
張 銘(職員2名、他1名)

〔研究内容〕

核種移行の数値解析手法を整備するため、プレ処理部、解析部、ポスト処理部間でのデータの受け渡し方法を検討するとともに、解析部のサブルーティン(並列化有限要素法の基盤計算部、水理・温度計算部、化学反応計算部)のうち、水理・温度計算部のコーディングを開始した。

さらに、金丸地域および会津地域の地下水流動シミュレーションを開始した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕核種移行、数値解析、水理・温度、地下水流動

〔研究題目〕容器包装リサイクルによる環境負荷調査研究

〔研究代表者〕匂坂 正幸

〔研究担当者〕八木田 浩史、尾上 俊雄

〔研究内容〕

容器包装プラスチックの再商品化された「商品」に関する LCA を実施し、その商品化のための処理プロセスの環境負荷評価を行った。

本年は、材料リサイクルのプロセスと再商品化された製品について多くの事例を調査し、代表的な投入・排出インベントリを作成した。また、ガス化をはじめ、油化、高炉原料化、コークス炉化学原料化、セメント原燃料化についてもこれまでのデータを見直し、精緻化を図った。それらの結果をもとに、ライフサイクル二酸化炭素排出量、エネルギー使用量、廃棄物量、さらに硫黄酸化物、窒素酸化物の排出量をもとめ、単純焼却、スーパーゴミ発電、ガス化溶解等との結果対比を行った。また、参考として、再商品化に必要なコストと環境負荷を対比させた環境効率指標の算出、評価を行った。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕プラスチック、リサイクル、LCA、  
環境負荷、容器包装

## ②【文部科学省】

### －科学技術振興調整費－

〔研究題目〕道具使用の脳内表現

〔研究代表者〕山本 慎也

〔研究内容〕

道具で物を触るとき、我々は道具を持っている手そのものというよりも「道具の先端」で感じがちである。この現象に関する主観的な体験に関する記載は多く見られたが客観的な証拠がなかった。我々はこれまで、両手に持った棒の先端に与えた2つの機械刺激の順序を判断させるというヒトを用いた研究で、「脳は棒の先端に与えられた刺激を、棒を持つ手ではなく棒の先端で起こった事象として処理している」ことを示すことに成功した(Yamamoto & Kitazawa, Nat. Neurosci., 2001a, b)。一方、確かに道具の先端の出来事として脳が処理していることは示せたのであるが、一体どのような脳内メカニズムによって機械受容器のない道具の先端に触知覚を移動させているのかは未解決なままである。本研究では、触知覚が身体の限界を超えて手に持った道具の先端に生じるための脳内メカニズムを、1)サルを用いた動物実験と2)ヒトを用いた心理実験によって解明することである。

平成16年度には、1)サル実験において、時間順序判断中のサルの脳に電極を刺し、電気刺激することによって時間順序の判断がどのように影響を受けるかを調べるという電気刺激実験を行った。特に手に与えた実際の機械刺激のかわりに一次体性感覚野を電気刺激し、実際の機械刺激と一次体性感覚野への電気刺激の時間順序判断を行わせることに成功した。これにより、脳に直接、情報を入力する技術の開発へ役立つ。

また、2) ヒト実験においては、本研究によって世界で初めて折れ曲がった (L 字型の) 道具の先端にも触知覚が移動することを客観的に示すことに成功した。この結果は、道具の形状に依存せずに道具の先端へ触知覚が移動することを示しており、道具等での相違点があることも明らかにした。この結果は *Journal of Neurophysiology* 誌に掲載された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 道具使用、神経科学

#### 【研究題目】 小脳における運動学習の計算機構の解明に関する研究

【研究代表者】 竹村 文

【研究担当者】 竹村 文

【研究内容】

目標：

動物は様々に変化する環境の中で、そのときどきに適した運動を行うことができる。このためには、優れた脳機能の一つである運動学習機能が必要である。本研究では、運動学習が小脳で行われているとの仮説にたち、小脳の神経回路における学習の計算機構を解明することを目標とする。

研究計画：

複数の脳内領域の同一ニューロンから運動学習前、中、後、を通して神経活動を記録し、そのニューロン活動が運動学習の原因である感覚情報もしくは結果である眼球運動情報とどのような関係にあるのかを解析する。その結果に基づいて、計算機シミュレーションを行い、学習を通して運動誤差を最小にしていくために、脳が神経機構をどのように変化させているかを明らかにしていく。

年度進捗状況：

確立した実験システムを用いて、覚醒サルの慢性電気生理実験を行った。短時間で最大効率の運動学習が得られる学習課題の前・中・後を通して、大脳皮質 MST 野の同一細胞のニューロン活動を記録し、その発火活動が運動の変化とともにどのように変化していくかを定量的に解析した。記録部位として MST 野を選んだのは、学習過程を捉える上で、学習の座と考えられる小脳へ入力されるニューロン活動の持つ情報が学習前後でどのように変化するかを把握する必要があると考えたためである。その結果、この脳領域 (MST 野) では学習を説明することのできるニューロン活動の変化がおきていないことが示唆される実験結果を得ることができた。この点を押さえておくことは、小脳の学習計算機構を解析する上で、大変重要な成果である。また、学習の座と考えられる小脳からもニューロン活動を記録し始めた。小脳の入力および出力におけるニューロン活動の学習中の振る舞いを比較検討することで、学習メカニズムの解明を試みる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳・神経、動物、情報工学

#### 【研究題目】 逆行性神経情報伝達機構の分子生物学的研究

【研究代表者】 戸井 基道

【研究担当者】 戸井 基道、豊永 リカ、小手川 京子

【研究内容】

シナプス伝達は脳神経系における情報伝達の基本単位である。このシナプスにおいて近年明らかになりつつある新規の情報伝達経路、逆行性シナプス伝達の分子メカニズムの解明を目指して分子生物学的研究を行った。これまでにモデル生物線虫において、逆行性シナプス伝達が異常になったと推測される突然変異体を多数単離した。16年度は昨年度に引き続き、これら突然変異体の原因遺伝子の同定と機能解析を行うことを目標として研究を行った。その結果、この伝達経路で機能すると予想される遺伝子を新たに3つ (Golgin84-homologue, Syntaxin1, Hox transcription factor) を同定した。これらの遺伝子は全てポストシナプス側 (筋肉) で発現していた。また、昨年引き続きナトリウムポンプサブユニットのシナプス伝達における機能解析を行い、ベータサブユニットの一つが小胞輸送に関与すること、アルファサブユニットがポストシナプスにおける受容体発現制御を行っていることを明らかにした。さらに、逆行性伝達に伴って起こる細胞内のイオン濃度変化を可視化し、その生理的メカニズムを理解するために、カルシウム感受性の蛍光タンパク質を線虫の神経および筋肉に発現させ、その活動変化を生体内でリアルタイムに観察することに成功した。これらの結果は逆行性シナプス伝達の分子的、生理的機構を理解する重要な手掛りとなると思われる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳神経、シナプス、可視化技術

#### 【研究題目】 状況・意図理解によるリスクの発見と回避

4. 状況・意図理解のための数理的手法の開発

① 状況・意図理解のための確率統計的手法とビデオサーベイランス技術の開発

【研究代表者】 栗田 多喜夫

【研究担当者】 栗田 多喜夫、大津 展之(フェロー)、西田 健治、稲吉 宏明、本村 陽一(デジタルヒューマン研究センター)、安達 栄輔(契約職員)、佐野 夏樹(契約職員)

【研究内容】

本研究テーマでは、自己組織化、認識、競合的選択、学習などの基本機能をベースに、生データを自動的にいくつかの状況に分節し、入力データを過去のデータと照らし合わせて現在の状況を認識し、状況に応じて適切に判断する技術の開発を目指す。特に、事故の原因と結果の「依存」関係を事故履歴データからの確率的因果関係

として抽出し、確率ネットワークによってモデル化する方法を確立する。また、運転員や外界をカメラで撮影し、運転員や外界の状況に関する情報を抽出するための画像センシング技術を確立することを目指す。本年度は、確率統計的手法の研究では、事故の原因と結果の確率的な因果関係をモデル化するための手法について検討し、簡単な例題を用いた予備実験を行った。また、トラックに搭載した計測装置により計測した運転行動データから、通常の運転行動からの逸脱部分を検索するための手法について検討した。画像センシング技術の研究では、車載カメラで撮影した運転員の顔の検出・認識手法について検討した。また、複数のサポートベクターマシンを組み合わせ合わせた検出手法を提案し、歩行者の認識実験を行った。その他、車載カメラで撮影した動画像からオプティカルフローを推定し、環境の形状と車の移動量を推定する手法についても検討した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 交通安全支援、状況・意図理解、ビデオサーベイランス

【研究題目】 地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究 予測のための伝播経路特性・サイト特性のモデル化 反射法記録による速度構造のモデル化手法

【研究代表者】 横倉 隆伸

【研究担当者】 横倉 隆伸、加野 直巳、山口 和雄、田中 明子、大滝 壽樹、伊藤 忍

【研究内容】

本年度は最終年度にあたり、これまで開発してきたS波速度構造の解析手法のさらなる高精度化により、より深部までの速度構造の決定と、当総合研究の主要なモデル地域である大阪地域における手法の適用性の検討およびデータ空白域の補完とを主目的とした。より深部への適用に関しては、車両ノイズなど、都市域特有のノイズが卓越しているものの、深度3km程度までのS波速度情報と構造イメージを得ることが可能となった。これにより、少なくともP波が達する深度程度までのS波速度構造の決定が可能となったと言える。また大阪地域においては、車両ノイズだけではなく、埋設管等を伝わるチューブ波・大振幅表面波などのため、反射信号の抽出に多くの困難があったが、基盤構造・S波速度を決定することができた。これにより、大都市域におけるノイズの克服にまだ課題が残されているものの、解析手法はほぼ完成した。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 強震動予測、S波速度構造、解析手法、深部構造、基盤、大阪堆積盆地

【研究題目】 アジアグリッドイニシアチブ

【研究代表者】 関口 智嗣（グリッド研究センター）

【研究担当者】 田中 良夫、建部 修見、首藤 一幸、横川 三津夫

【研究内容】

本課題ではアジア地域におけるグリッドの先導的研究者を結集し、ネットワーク技術とグリッド技術の協調的研究開発を促進し、当該地域におけるグリッド研究基盤を確立することを目的とする。具体的な内容としては、フォーラムの開催を通じてグリッドやそれを支えるインターネット技術の動向およびアジア地域における課題を共有し、当該地域特有の多様性を尊重しつつ学際的協調により、各国のネットワーク基盤とその技術格差を克服して、次世代インターネット構築とグリッド基盤に関する技術的検討と問題点の解決法についての討論を行い、研究開発を促進する。

本研究においては、アジア地域においてグリッドの様々な要素技術の研究開発やアプリケーションの実行に利用するための大規模テストベッドであるアジアグリッドテストベッドの大規模化および安定化を推進すると共に、開発してきたソフトウェアを各機関に配備し、その実用化を図った。また、ナノテクノロジーや大規模シミュレーションなど、グリッドが適すると考えられる様々なアプリケーションを実行することにより、テストベッドのインフラおよびソフトウェアに対するフィードバックを得ながら研究開発を推進した。

また、平成16年7月にアジア太平洋地域におけるグリッドの先導的研究者を一堂に集め、アジアグリッドワークショップを開催した。本ワークショップにおいて、グリッドに関する技術的動向とこれを支えるインターネット技術の動向、およびアジア地域における課題を共有し、各国のネットワーク基盤とその技術格差を克服して、次世代ネットワーク構築とグリッド基盤に関する技術的検討および解決法についての討論を行ない、今後共同で研究開発を進めていくことについて合意した。本ワークショップの開催を通じ、我が国がリーダーシップを発揮してアジアグリッドテストベッドが構築・整備されたことなど、本研究の成果を広くアピールする事ができた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 グリッド、高度コンピューティング、インターネット

【研究題目】 臍帯血からの神経幹細胞の分離技術の開発

【研究代表者】 金村 米博

【研究担当者】 山田 登美子

【研究内容】

疾病、もしくは損傷により傷害された中枢神経組織の機能回復を図る有効な治療法は未だ存在せず、その開発は国際的にも緊急を有する課題である。その対処法として、神経幹細胞を用いた中枢神経の再生医療の実現に大きな期待が寄せられているが、早期の実用化が有望視さ

れている胎児由来神経幹細胞と、ES 細胞の使用には倫理的な問題と拒絶反応の問題が存在する。本研究開発はこれら細胞に代わって社会的容認が得られやすく、かつ自己細胞移植に準じた安全な同種移植法が既に実用化されており、近年、神経幹細胞のソースとして注目されている臍帯血から、効率的に神経幹細胞を分離する技術を開発し、分離された神経幹細胞の実用化を目標とした。成果として、ヒト神経幹細胞/前駆細胞 (hNSPC) を選択的に識別する新規モノクローナル抗体である HFB25 抗体の開発、hNSPC から分化した前駆細胞マーカーとなりえる抗 JAM-1 抗体の有用性の検証に成功し、この2種類の抗体の FACS への応用技術を開発した。この成果は、造血系細胞などと比較して使用可能な有用な抗体が乏しい hNSPC 評価・分離の領域に有用な細胞表面抗原に対する抗体を提供するものであり、研究計画の第一目標は達成されたものと思われる。次に、開発した HFB25 抗体を用いて、ヒト臍帯血から HFB25 陽性細胞を分離する技術の開発に成功し、細胞の特性解析から、分離された細胞集団は神経幹細胞/前駆細胞の選択的マーカーである nestin 陽性細胞が富化された集団であることが確認された。この成果により、目標であったヒト臍帯血細胞からの神経幹細胞分離技術を得ることができたものと思われる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】臍帯血、神経幹細胞、再生医療

【研究題目】単一種分子から成る新規伝導体の開発と応用

【研究代表者】田中 寿

【研究担当者】徳本 圓

【研究内容】

本課題においては、分子設計が可能な有機分子や金属錯体分子を用いて新規の分子物性を実現し、次世代の分子物性開発を牽引する物質の開発を目標としている。特に、我々が近年開発した単一種分子から成る伝導体(単一種分子性伝導体)は、従来の分子性伝導体の常識である異分子間の電荷移動や部分酸化を行うことなしに伝導キャリアを発生させた新しいタイプの分子性伝導体であり、そのシンプルな組成や構造の多様性から注目されている。しかしながら得られる結晶のサイズが小さく物性測定が困難なため、これが研究の進展を阻む要因のひとつとなっている。

本年度は、本研究計画の柱のひとつである微小結晶の物性測定を目指し、カンチレバーを用いた微小結晶の磁気トルク測定を行った。これにより従来の SQUID 法に比べて(重量比)2桁から3桁小さな結晶での反強磁性転移に伴うスピフロップ転移を確認した。これにより微小な単結晶での磁気トルク測定が可能となった。今後単一種分子性伝導体の磁気トルク測定に応用する予定である。また、磁性金属錯体としてはマンガン錯体、クロム

錯体、多核錯体等の合成を行った。これらに関しては引き続き単結晶化を試みている。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】単一種分子性金属、フェルミ面、磁気量子振動、単一種分子性磁性伝導体

【研究題目】レーザープロセッシングによるβ-鉄シリサイドの低温合成

【研究代表者】奈良崎 愛子(光技術研究部門)

【研究担当者】奈良崎 愛子

【研究内容】

目標、研究計画:

β-鉄シリサイドは、1.5 μm 帯発光を示す環境半導体として、近年注目を集めている。しかし、既存の作製手法では長時間の高温結晶化処理を要し、素子機能の再現性や低融点部材への集積化に問題がある。そこで、レーザーアブレーションにより特異的に発現する微小液滴(ドロップレット)を活用した独自の低温成膜法やレーザーアニーリングを利用し、β-鉄シリサイド近赤外発光素子の低温作製を目指す。

年度進捗状況:

鉄シリサイド焼結体ターゲットのレーザーアブレーションにより特異的に生成する微小液滴を室温堆積させて作製したβ-鉄シリサイド微粒子堆積膜に対して、室温・高速プロセスである KrF エキシマレーザーアニーリングによる結晶性向上を試みた。その結果、最適化したレーザー強度において、シングルショット照射により、β-鉄シリサイド微粒子からのラマンピーク強度が最大5倍に増大することを確認でき、β-鉄シリサイドの近赤外発光特性に重要なβ相の結晶性を顕著に向上させることに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】β-鉄シリサイド、レーザーアブレーション、微小液滴、レーザーアニーリング、近赤外発光素子

【研究題目】高異方性ナノプロセスによる極微 MOSFET

【研究代表者】昌原 明植

【研究担当者】石井 賢一、柳 永勲、松川 貴

【研究内容】

目標:

新たに見いだした、無損傷で微細構造形成可能とする高異方性エッチング特性を利用した、ナノウェットプロセスを構築する。この新技術により、高性能微細立体構造ダブルゲート MOS デバイス作製技術を開発する。これらの微細デバイスの電気的特性をミクロの視点から観測する技術を開発し、デバイス実用性の向上をはかる。最終的には、集積可能なダブルゲート相補型 MOS (CMOS) 回路の実現を目指す。

## 研究計画：

申請者が発見したイオン照射誘起減速エッチング現象を用いて、3次元的に微細加工可能な高異方性ナノウェットプロセスを開発し、これまでに開発されたことのない10nm級の縦型極薄 Si チャネルを有する縦型ダブルゲート MOSFET を実現する。さらに、走査型プローブ容量顕微鏡を用いて、微細 Si 構造をナノスケールで観測する。

## 年度進捗状況：

これまでに開発している n チャネル型縦型ダブルゲート MOSFET に加え、CMOS 化要素素子として p チャネル伝導型 MOSFET を開発した。20nm 以下までの縦型チャネル薄層化により、n チャネルおよび p チャネル、いずれの場合においても優れたサブスレッショルド特性が実現した。さらに CMOS 化に必要な不可欠となるしきい値電圧制御技術として、縦型チャネルダブルゲート MOSFET への非対称仕事関数ダブルゲート導入、電氣的に独立した分離ダブルゲートの導入を試みた。試作したトランジスタの特性評価から、いずれの方法においても、CMOS 論理回路で必要となるしきい値電圧への調節が可能であることを実証した。走査型非線形容量顕微鏡 (SNDM) を用いた微細 MOSFET チャネル中の不純物分布測定技術を確立し、実際にトランジスタチャネル中の nm スケール不純物分布計測および実効チャネル長計測を行った。また、得られた不純物分布とシミュレーションから微細 MOSFET で問題となる短チャネル効果を検証した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ナノウェットプロセス、ダブルゲート

【研究題目】システム詳細化・抽象化の数理モデルの確立

【研究代表者】渡邊 宏

【研究担当者】渡邊 宏、水口 大知、崔 銀恵

【研究内容】

リアクティブシステムの詳細化・抽象化の数理モデル構築と数理モデルを使いシステム検証の事例研究を行うこと、並びに詳細化・抽象化の数理モデルの利用を支援する詳細化・抽象化検証ツールの試作・試用試験を行うことにより大規模システムの開発技術とバグを見つける検査技術を確立することである。

詳細化・抽象化の数理モデルの研究では、組み込みソフトウェアのモデル検査の事例で用いた抽象化技法を考察しまとめた。また、Web アプリケーションの基本設計と詳細設計の関係について、模倣の概念を利用して詳細化の定義を与えた。システム検証の事例研究については、Web アプリケーションの基本設計、詳細設計の上流側開発工程で作成される仕様を題材に、仕様書の検証手法を提案した。詳細化・抽象化検証ツールの試作・試用試験では、ツールを試作するための準備として行った

定理証明支援系の調査と、抽象化アルゴリズムの形式的検証実験の結果を論文にまとめた。

【分野名】情報通信

【キーワード】リアクティブシステム、システム検証、抽象化

【研究題目】感温性表面による廃水の革新的処理プロセス（若手任期付研究員支援（継続1））

【研究代表者】石田 尚之

【研究担当者】石田 尚之

【研究内容】

様々な産業分野から排出される油を含んだ廃水は、大きな環境汚染源となるために適正な処理が必要である。また、産業界におけるゼロエミッション化の推進に伴い、処理後の油水が循環利用できるプロセスの確立が必要である。しかし、従来の手法では、油分が水中にエマルション状態になった廃水の効率的な処理が難しい。そこで本研究では、繊維状の固体表面に感温性分子を固定することで、温度変化で油微粒子の捕捉・放出を行うことのできる油水分離材を創製し、この分離材を用いて、温度により廃水中の油分を分離・回収するとともに、分離材を再生・繰り返し使用できるプロセスを開発する。処理水中の油濃度が排出規制値の5ppm以下で、除去後の油が回収できることを目標とする。

本年度は、吸着した油の回収プロセスを試作し、油の脱離性を検討した。より微細な気泡を発生させるために、空気を加圧して水に溶解させ、これを大気圧に解放することで気泡を発生させる原理を採用してプロセスを試作し、油分の回収を試みた。その結果、この方法により分離材に吸着した油の9割以上が脱離し、回収することが可能であることを見出した。

また、これらの結果を元に、油水分離プロセスを構築した。流量や繊維径、温度に対する最適値は、昨年度油水分離剤を試作したときに得られたものとはほぼ同一であった。しかし、油回収プロセスにおいて、油水分離プロセスと同じカラムに気泡を流したところ、気泡が分離材中に滞り、回収率が悪くなることがわかった。この問題は、分離材の充填形態を工夫することで解決が図れるものと考えるが、実用化に向けて取り組むべき課題として重要である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃水処理、エマルション、油水分離、感温性

【研究題目】構造形成要素に基づく蛋白質構築原理の解明

【研究代表者】新井 宗仁

【研究担当者】新井 宗仁、巖倉 正寛、高橋 尚、皿良 剛

### 【研究内容】

蛋白質の立体構造構築原理の解明すなわち「第二の遺伝暗号解読問題」は、現代の生命科学における最重要課題の一つであり、ポストゲノムの現在に最も優先して解決されなければならない課題の一つである。本研究では、「構造形成要素」という蛋白質構造の基本単位に着目し、「文(=アミノ配列)」「単語(=構造形成要素)」「文法(=構造形成要素の連結法)」というアナロジーにより、蛋白質の立体構造構築原理を新たな観点から解明することを目標とする。具体的には、まず「単語」の意味の同定と同義語の探索、および「文法」の探索を行ったあと、これらの知識をもとに蛋白質をデザインし、本研究の妥当性を検証する。

平成16年度は、「構造形成要素ペプチド間の相互作用の調査」、「構造形成要素の連結順序に関する規則」の調査、「構造形成要素の除去・付加による影響」の調査、および「構造形成要素の連結部における制約」の調査を行うことにより、「文法」の探索を目指した研究を行った。その結果、ほぼ当初の計画通り研究を進めることができた。主な研究成果は次の通り。蛋白質が構造形成できるためには構造形成要素同士が適切なリンカーで連結されていることが必要なことを見出した。ジヒドロ葉酸還元酵素がもつ構造形成要素間相互作用のうちで特に重要な相互作用を見出した。構造形成要素間のリンカー部分における制約についての規則を見出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 蛋白質、立体構造、構造構築原理、変性、安定性

### 【研究題目】 発生・分化における糖鎖受容体の機能解析

【研究代表者】 安形 高志

【研究担当者】 安藤 秀信、田淵 有佳子

#### 【研究内容】

本研究は哺乳動物の発生・細胞分化過程に関与する糖鎖受容体(内在性レクチン)の同定とその高次機能の解明を目標とする。具体的には未知の哺乳動物糖鎖受容体をクローニングし、分子細胞生物学の手法を用いてその高次生体機能の解析を試みる。

#### 1. 発現クローニング法による新規哺乳動物糖鎖受容体遺伝子の獲得

発現クローニング法による新規哺乳動物糖鎖受容体遺伝子の獲得を試みた。

一連の操作を行ったが、糖鎖含有プローブと明確な結合を示す細胞集団が得られなかったため使用した発現 cDNA ライブラリを再評価し、別のベクターへの移植を行った。これを用いて現在細胞ソーティングと細胞増殖からなるサイクルを数ラウンド完了し、さらにサイクルを継続して求める細胞集団の濃縮を試みている。

#### 2. バイオインフォマティクスを利用した新規哺乳動物糖鎖受容体遺伝子の獲得

既知のシアル酸認識受容体の一次配列をクエリーに用いて新規シアル酸認識受容体候補の検索を行ったところ、ヒトで2種類、マウスで1種類の候補配列を得た。これらの全長 cDNA を RT-PCR 法等により取得した。

それぞれについて、リコンビナント可溶性タンパク質を発現した。得られたリコンビナント可溶性タンパク質の糖鎖含有プローブとの結合性を ELISA 法を用いて調べたところ、いずれもがシアル酸を含むプローブと明確な結合を示した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 レクチン、シアル酸、発生・分化

### 【研究題目】 マイクロ流体システムによるナノ分子操作

【研究代表者】 山下 健一

#### 【研究内容】

太さ数百マイクロメートルという極細のマイクロ流路を化学反応に利用するという研究は、流路壁面との接触比表面積の大きさや熱伝達効率の高さという特徴を活かし、ごく最近になって急速に注目を集めている。しかしながらこれら一連の研究は、従来あるものを高効率化するという従来技術の延長線上にとどまっている。

それに対し本研究では、層流という他の反応装置では実現不可能な特殊な化学反応環境を最大限に活用し、分子の立体構造、つまり「形」自体を制御し、従来不可能に近かったような化学反応を可能にしたり、新たな機能的化学反応性の付与などを可能にすることを目的とする。そのために、光学顕微鏡による直接撮影、時間分解分光測定、円二色性分光測定などの実験的手段により、各種分子の状態を検討する。またそのような分子の状態変化に伴う物理化学的性質の変化を検討することで、本技術の普遍化を行う。さらには、得られた知見を基に、新規化学反応や高精度な分子認識の可能性を探っていく。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 高次構造制御、マイクロ流路、マイクロリアクター、層流、反応制御、分子認識技術

### 【研究題目】 細胞の品質管理機構による新規人工蛋白質のスクリーニング

【研究代表者】 萩原 義久

【研究担当者】 湯元 昇、達 吉郎、中村 努、上垣 浩一、茂里 康

#### 【研究内容】

目標:

本研究は新規人工蛋白質の創出によって、蛋白質の立体構造の構築原理を明らかとすることを目標としている。蛋白質の本質的理解は生物を分子論的に理解する上で必

須だけでなく、産業面では新機能酵素の開発に貢献し、環境に優しいバイオプロセスの普及を推進する。またポストゲノム時代を迎え、アミノ酸配列からその立体構造を知り、機能を探り出す必要性が高まっている。本研究はこれらのニーズに合致しておりが本研究を行う意義は大きい。

研究計画：

本研究では『細胞の品質管理機構』を利用して、ランダムなアミノ酸配列のライブラリーの中から強固な立体構造を持つ人工蛋白質をスクリーニング法によって得る。16年度は昨年度に引き続き免疫グロブリンフォールド（抗体）ドメインのジスルフィド（S-S）結合を減少させた人工蛋白質の作製を行う。抗体の工業的生産の問題点の一つは S-S 結合の再生であり、S-S 結合の数の少ない抗体を作製できれば、生産性が大きく向上できると考えられる。そこで、抗体を構成する抗体ドメインについて、S-S 結合を代替するアミノ酸ペアを検索する。そして抗体ドメインの S-S 結合を代替するアミノ酸ペアを見つけることで、ジスルフィド結合の無い抗体のフレームワークを作製する。また得られた変異ペアについてその性質を調べ、蛋白質の構造形成機構についての新しい知見を得ることを目標とする。

年度進捗状況：

現在までに S-S 結合をランダムに置換したライブラリーについてスクリーニングを行ない、抗体ドメインの分子内ジスルフィド結合を置換するアミノ酸ペアを同定した。得られた変異体は30℃で立体構造を維持しており、また V 鎖変異体については抗原と結合することを確認した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質工学、人工蛋白質

【研究題目】ゲノムワイド DNA アレイによる癌診断技術

【研究代表者】角田 慎一

【研究担当者】平野 隆、森田 桂子、大貫 順子

【研究内容】

癌等の染色体異常に起因する疾患について1番から性染色体までの全ゲノム領域で異常を解析し、診断技術として展開することを目的とする。手法としてヒトゲノムプロジェクトで開発されたゲノム断片のライブラリーであるバクテリア人工染色体（BAC）をガラス基板上に貼り付け、癌患者由来の DNA と正常人由来の DNA を異なる蛍光色素で標識し、競合的にハイブリダイズする CGH 法を用いる。基板上に貼り付け BAC ゲノム断片としては、まず既知の癌関連遺伝子の位置に相当する断片を優先して選択し、繰り返し配列等を避け、これまでに疾患に関連する染色体異常が知られている部位を重点的として4000個を選択した。これらの断片は全て染色体上の位置を別の FISH 法により確認し、ガラス基板上

に二重に貼り付けた。今年度は培養癌細胞から得た DNA60例を解析し、胃癌、肺癌、肝臓癌、大腸癌、乳癌等について染色体上の異常部位を検出した。また臨床検体から株化された悪性度の高い胆道癌および胆管癌についても解析を行ない、外科的には判別が困難な両者が、この手法では全く異なるゲノム異変プロファイルを示すことが明らかとなった。これまで癌ゲノムに関しては mRNA を対象とした cDNA 発現解析が多用されているが、本手法の開発により安定な核内 DNA レベルの解析が確立された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ゲノムワイド解析、染色体変異、癌診断技術、アレイ CGH、BAC クローン

【研究題目】ストレスシグナルのプロテオーム解析

【研究代表者】絹見 朋也

【研究担当者】絹見 朋也（職員1名）

【研究内容】

酸化ストレスによる生体応答を解析するためには網羅的解析法が有効である。本研究ではプロテオーム解析により蛋白質レベルでの網羅解析を行い、細胞における応答を解析した。また、高感度解析システム構築のため、質量分析法の開発をあわせて行った。血管内皮細胞における酸化 LDL の影響を検討したところ、細胞内の酸化ストレス状態が亢進すること示す蛋白質の酸化が進行していること、および、ストレス応答性蛋白質のリン酸化が亢進している結果を得た。こうした分子レベルでの応答が、血管内皮細胞の増殖抑制に働いていることが明らかになった。また、酸化修飾を受けた蛋白質はイオン化し難く、質量分析が困難なことが多い。そこで、酸化システインを含むペプチドを用いて、イオン化の定量的な解析、ならびにイオン化を促進させる方法を検討した。その結果、アンモニウム塩の添加によってイオン化が促進され検出効率が高まることを示し、酸化ストレスに関わるプロテオーム解析に有効な分析手法を開発することができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】プロテオーム、酸化ストレス、質量分析

【研究題目】組み換え植物を用いた動物型糖脂質の生産

【研究代表者】田坂 恭嗣

【研究担当者】田坂 恭嗣

【研究内容】

目標：

動物型糖脂質は病原菌やウイルス、毒素等と特異的に結合する性質から医薬品（抗菌剤、抗ウイルス剤）への応用が期待されている。従来糖脂質は動物組織から抽出され化粧品等に利用されていたが、近年は BSE（狂牛病）など動物由来感染症リスクが高いことから利用が制

限されている。一部糖脂質は化学合成可能であるが、高コストなため大量生産に向いていない。本研究は動物の糖転移酵素遺伝子を植物に導入し動物型糖脂質代謝系を付与した組換え植物を作製しようとしている。具体的には糖脂質の基本骨格であるラクトシルセラミド (LacCer) とベロ毒素の拮抗阻害剤であるセラミドトリヘキソシド (CTH) を生産することを最終目標としている。本研究課題は H13年度から4年計画で進められ本年が最終年度である。

研究計画：

ヒトの糖転移酵素  $\alpha$ 1,4ガラクトシルトランスフェラーゼ遺伝子 ( $h\alpha$ 14GT) を単離し、植物発現ベクターを構築する。この発現ベクターを用いて LacCer 生産タバコ (前年度作製済み) を形質転換し CTH を生産する組換えタバコの作製を試みる。

年度進捗状況：

ヒト由来  $h\alpha$ 14GT を単離して植物発現ベクター-pIG/ $\alpha$ GT を構築した。リーフディスク法で LacCer 生産タバコを形質転換し薬剤耐性マーカーであるハイグロマイシンを含む MS 培地上で形質転換体を選抜した。RT-PCR 法で調べた結果18個体に導入遺伝子の発現が確認された。葉の脂質を調べた結果9個体に CTH の生産が確認できた。CTH 生産量は生葉1g あたり約80  $\mu$ g である。植物中の CTH 濃度が動物組織中の量とほぼ等しいことから、動物型糖脂質生産の代替法として組換えタバコが利用可能であると言える。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 組換え植物、糖脂質、物質生産

【研究題目】 酵母による糖タンパク質医薬の生産系の開発

【研究代表者】 千葉 靖典

【研究担当者】 高岡 友紀、高柴 みな子

【研究内容】

従来、エリスロポエチンや G-CSF などの医療用糖タンパク質は動物細胞で生産されてきた。しかし、動物細胞を利用した生産はコストが高く、生産性が悪い、また感染症の問題も指摘されてきた。これらを克服するための代替宿主が望まれており、これまでに昆虫細胞、植物細胞、酵母、カビ、大腸菌などが考えられてきた。しかしこれらを用いて生産した糖タンパク質では糖鎖構造が哺乳類のものとは異なるため、抗原性を有することや、ヒト生体内に導入した際にタンパク質が目的の臓器へ集積する前に分解されてしまうことなどの問題点が指摘されてきた。提案者が所属する研究グループでは、これまで、出芽酵母の糖鎖のリモデリングに関する基礎的研究を進めてきた。当該年度は、マンノース-6-リン酸型糖鎖の生産に必要なマンノシダーゼ遺伝子のクローニングと発現を行なった。またメタノール資化性酵母 *Ogataea minuta* 株でリソソーム病治療薬の大量生産の検討を行

ない、*O.minuta* に生産させたヒト型糖鎖を持つ  $\alpha$ -Gal (ガラクトシダーゼ) が Fabry 病患者由来繊維芽細胞に効率良く取り込まれることを明らかにした。さらに他のリソソーム病治療薬となりうる酵素の生産にも成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マンノース-6-リン酸、酵母、リソソーム

【研究題目】 新規遺伝子発現制御系・光スイッチの開発

【研究代表者】 中島 芳浩

【研究担当者】 中島 芳浩

【研究内容】

目標：

基礎生命科学実験から遺伝子治療等の臨床に渡る広範な分野において、目的とする遺伝子を細胞内に導入し、発現を制御する手段は極めて重要かつ必須である。これまで遺伝子導入系については詳細な研究が行われ、種々の実用的な手法が確立しているが、遺伝子発現制御に関する方法については開発が遅れ、実用的な手法は極めて僅かであり、細胞内プロテオームを攪乱することなく、遺伝子発現制御可能な手法の確立が待たれている。本研究では、これまでの遺伝子発現制御において用いられていない「光」を駆使することで、時間・空間的な発現制御が可能な新しいシステムの確立を試みている。

研究計画：

多くの生物は外界の光情報を受け取り、生命維持に必要なエネルギー生産や体内時計の調節等を行っている。光環境からの情報を受け取り、生体シグナルに変換する役者は総称して「光受容体」と呼ばれ、受容する光の色、遺伝子構造、信号伝達経路は多岐に渡っている。本研究では、この光環境センサーである光受容体を利用し、哺乳類細胞内での遺伝子発現制御を光照射により行う「光スイッチシステム」の構築を試みている。

年度進捗状況：

昨年度試みたカビ由来青色光受容体およびその結合配列 (光応答配列) を用いた、哺乳類細胞での光照射依存性の転写活性の変化について、新規遺伝子発現検出システムを用いて詳細に検討した。その結果、光照射依存的な転写抑制効果の効率の上昇には、光受容体の発現効率と応答配列の更なる最適化が必要であることが明らかとなった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子発現制御、光受容体、転写調節

【研究題目】 ナノ構造体での超高速電子移動の解明と制御

【研究代表者】 古部 昭広

【研究担当者】 古部 昭広

### 〔研究内容〕

これまで、フェムト秒レーザー分光を可視から赤外光域までの広い観測波長領域で行うことより、色素分子吸着半導体ナノ微粒子上における光誘起超高速電子移動反応の機構を解明してきた。本年度より、新たに走査型近接場光学顕微鏡を導入し、フェムト秒レーザーを組み合わせた時間分解顕微分光システムの開発に着手した。探針のない条件、すなわち通常の光学顕微鏡下で、フェムト秒レーザー光の自己相関関数を測定し、群速度分散によるパルス広がりやを補償することによって、約70fs の高い時間応答を得た。今後、特に光検出システムを改良し探針を通したレーザー光に対して同様の測定が出来るようにし、空間分解能100nm 以下、時間分解能70fs の顕微分光システムの完成を目指す。

一方、これまでの通常のフェムト秒分光によって、色素増感半導体微粒子上を試料として、光誘起電子注入の反応機構の解明が着実に進んだ。具体的には、反応中間体である電荷移動コンプレックスの電子状態・エネルギー状態に関して詳細な知見を得ることができた。また、添加金属イオンの電子移動反応に及ぼす効果がある程度明らかに出来た。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高速分光、ナノ構造、電子移動、顕微鏡、色素増感

### 〔研究題目〕 塗布光分解法によるエピタキシャル透明導電膜の低温成長とその機構解明

〔研究代表者〕 土屋 哲男

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 渡邊 昭雄、K. Daoudi

### 〔研究内容〕

本研究では、塗布光分解法による透明導電膜のエピタキシャル成長を制御するため、膜と格子整合性の異なった単結晶基板及びアモルファス基板上に透明導電膜の作製を試み、結晶成長の制御因子や機構を明らかにすることを目的とした。有機溶媒に希釈した原料を各種基板に塗布、300℃で予熱処理後、室温・大気圧下で各種エキシマレーザーを照射して透明導電膜を作製した。レーザー照射は、レーザー波長、フルエンス、照射時間及び照射繰り返し数などを変えて行い、生成膜の結晶構造及び形態に及ぼす影響について X 線回折測定、TEM 測定、AFM 測定及び伝導度測定より調べた。異なった波長のレーザーを用いた場合、結晶性や結晶相が異なり、本プロセスでは照射レーザー波長依存性があることを明らかにした。次いで基板依存性を検討した結果、ストロンチウムチタネート基板では配向膜が、酸化チタン基板上ではエピタキシャル膜が得られた。また、生成膜の表面測定より、原料や前処理条件および照射条件を変えることで、緻密膜とポーラス膜の作製が可能であることを見出した。さらにエピタキシャル膜生成機構を明らかにする

ため、塗布光分解法で作製した膜の透過電子顕微鏡測定 (TEM) 観察を行ったところ、積層膜において不均一相はなく膜厚200nm のエピタキシャル膜が成長していることが分かった。熱処理後のレーザー照射により作製した酸化スズ膜及びアンチモンを10%ドーピングした膜について伝導度測定を測定し、照射繰り返し数、照射エネルギー、ショット数の効果について明らかにした。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 塗布光分解法、エピタキシャル成長、TEM、透明導電膜、酸化スズ

### 〔研究題目〕 表面科学を活用する新規触媒設計手法の構築

〔研究代表者〕 中村 功 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 中村 功

### 〔研究内容〕

本研究では、表面反応を詳細に調べることができる表面科学的手法を触媒開発研究に取り入れて、窒素酸化物 (NO) の分解特性に関する基本原理をナノレベルで解明し、高効率に NO を直接分解できる反応場の表面構造を明らかにすることを目標として研究を行っている。本年度は、金属表面の電子的な特性や表面構造を変化させる合金形成が NO 反応特性に及ぼす影響を調べた。具体的には、白金単結晶基板上に、銀、イリジウム、銅、コバルト、ロジウム等の様々な金属を蒸着した表面上での NO 吸着・解離および酸素と窒素の脱離に関する反応特性を調べた。その結果、ロジウムを白金単結晶表面上に蒸着することにより、白金またはロジウム単結晶表面に比べて高い NO 分解活性を示すことを見いだした。さらに、白金-ロジウムバルク合金が形成した白金表面上に NO を室温付近でさらすと、NO の解離により生成した酸素のみが検出された。白金単結晶表面上では、室温付近で NO の吸着も解離も認められないことから、バルク合金の形成の影響を受けて白金単結晶表面とは異なる特異的な NO 反応特性を持った表面が形成することを見いだした。以上のことから、金属の組み合わせにより新たな NO 反応特性を有する表面の設計が可能であることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 触媒、表面科学、窒素酸化物の分解

### 〔研究題目〕 金属化合物クラスターにおける触媒機能開発

〔研究代表者〕 山口 渡

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 山口 渡

### 〔研究内容〕

環境負荷の低い化学工業プロセスの実現に向け、画期的な機能をもつ触媒を開発するための新しい方法論を見いだすことを目的とする。構成原子数十個以下の小さ

な微粒子（ナノクラスター）は、物性が原子ごとのサイズ変化とともに変化する。この性質に着目し、サイズ・組成の揃った金属化合物クラスターを担持した固体表面で従来にはない触媒機能が発現する可能性について研究を行う。

サイズ・組成を原子レベルで規定した金属化合物クラスターを、基板表面に安定に担持させる。これに種々の気体分子を吸着させ、吸着状態や吸着分子間の反応、またそれらのクラスターサイズ・組成への依存性について調べる。平成15年度までに、サイズの揃ったクラスターを表面に固定する技術を確認し、グラファイト表面に固定されたタングステンクラスターへの窒素吸着について研究を行った。その結果、通常の固体表面では見られない化学的に活性化された分子吸着状態を見出すことに成功した。さらに、窒素分子と水分子を共吸着させると、140K という低温で一酸化二窒素が生成することを見出した。

平成16年度は、前年度までの研究をさらに発展させ、タングステンクラスター上における一酸化二窒素生成反応がクラスターサイズに強く依存し、4量体以上のサイズのクラスターのみが触媒活性を持つことを見出した。また、量子化学計算により窒素のタングステンクラスター上における吸着状態について解析を行い、反応のメカニズムおよびサイズ依存性に関する重要な知見を得た。本研究の成果は、従来にはない機能を有する触媒の開発にサイズ・組成を原子レベルで制御したナノクラスターの利用が有効であることを示している。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ナノクラスター、触媒機能

[研究題目] 糖鎖分子ナノアーキテクチャーの研究

[研究代表者] 湯口 宜明

(サステナブルマテリアル研究部門)

[研究担当者] 湯口 宜明、梅村 舞子、金山 公三

[研究内容]

セルロース、キチンなどの多糖類集合体に機能性分子等挿入し、集合構造が制御された糖鎖からなるナノ包接構造体を創製することを目標とする。このため、多糖類集合体への低分子の挿入法及び低分子-多糖類分子集合体の構造解析を研究する。平成16年度では、多糖類溶液に低分子を添加し、多糖類分子鎖の自己集合化を利用した新規なナノ集合構造体創製の研究を実施した。セルロース骨格にキシロース及びガラクトキシロースを側鎖に持つキシログルカン水溶性を示し、色素分子やヨウ素分子を添加することにより、ゲル化を起こすことを見出した。つまり分子凝集構造を形成していることを示している。色素であるコンゴレッドを添加することにより得られるゲルを小角 X 線散乱法によりナノ構造を解析した。キシログルカン鎖と色素分子が特徴的な積層構造を有する可能性を示し、ナノ構造体の創製を行うことが

できた。構造解析を進めた結果、水素結合だけではなく疎水的相互作用も関与していることが低分子とのナノコンポジットの創製に重要であることが分かった。またキシログルカンはヨウ素デンプン反応のようにヨウ素溶液を添加すると呈色する。本研究においては、それと同時にゲル化することを見出した。この系についても小角 X 線散乱法により構造解析を行った結果、キシログルカン鎖がヨウ素分子の配列のために複数本平行に並びヨウ素分子を介在して、錯体を形成していることを示した。またキシログルカン鎖の側鎖特性を調べるために、分子動力学シミュレーションを実施し、セルロース主鎖に対する側鎖の折り畳み特性を詳細に調べることができた。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 糖鎖、多糖類、キシログルカン、分子集合体、小角 X 線散乱

[研究題目] 被害量算定による総合的影響評価手法の開発

[研究代表者] 伊坪 徳宏

[研究内容]

#### 1. 被害評価のための指標開発

本研究において対象としている人間健康、生物多様性、社会資産、一次生産四項目の被害量を表現するための指標を開発した。人間健康では DALY (Disability Adjusted Life Years) を、社会資産は経済指標 (円)、一次生産は NPP (Net Primary Productivity)、生物多様性は EINES (Expected Increase in Number of Extinction Species) をそれぞれの被害指標として定義した。さらに、これまで得たダメージ関数の結果を集約するための変換係数を保護対象ごとに開発し、これらの結果をそれぞれのダメージ関数に適用することで被害係数を得た。被害係数は単位量あたりの環境負荷の増加による保護対象の潜在的被害量の増分を指す。本研究の成果にインベントリデータを乗じることで被害評価を行うことが可能になった。

#### 2. 被害評価のケーススタディの実施

これまでに得られた研究成果が LCA の実践に活用できるかどうか検証するためにケーススタディを実施した。今回は鉛フリーはんだを対象にして、従来はんだとの比較評価を行った。鉛フリーはんだは、鉛による有毒性を回避することができる一方で、銀や銅を新規に利用するとともに、錫の消費量を増加させるため、エネルギー消費量の増大を招くものと考えられた。本研究では、鉛の有毒性と地球温暖化による健康影響との比較統合を行うため、これらの材料を対象とした健康影響の被害評価を行った。これによれば、鉛フリーはんだは地球温暖化による健康影響の増大を招くものの、鉛の有害性回避による効果の方がより大きかったため、全体では健康影響を低減する方向に働くという結果を得た。今回の事例研究から、被害評価の実施に

より異なる影響領域間のトレードオフの関係を合理的に解決するための指針を得ることを可能であることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 環境影響評価、被害量評価、環境経済評価

〔研究題目〕 環境複合微生物の迅速検出による環境質評価

〔研究代表者〕 関口 勇地

〔研究担当者〕 関口 勇地、大橋 明子、井口 晃徳

〔研究内容〕

本研究では、迅速・簡便に複合微生物群集中の特定微生物群を検出・定量する技術を開発し、その技術によって微生物を指標とした廃水処理プロセス等のバイオプロセスの診断、各種環境の環境室診断を達成することを目的としている。平成16年度は、昨年度に引き続き、嫌気性廃水処理プロセスをモデル微生物生態系とし、その生態系においてプロセス診断上重要な指標となる微生物の特定を行うと同時に、我々が新規に開発した RNA 分子を標的とした RNAase H 法を用いることによって、主要構成微生物群の定量を試みた。この際、定量手法を実際の処理プロセスに適用するためにさまざまなプローブをデザインし、それぞれのプローブの有効性を評価した。その結果、嫌気性廃水処理プロセスの運転上重要ないくつかの微生物を同定し、そのいくつかについて機能解明を行い、論文としてその結果を公表した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 環境微生物、プロセス診断、微生物検出技術

〔研究題目〕 超臨界二酸化炭素の地下水・地下物質に対する動的溶解特性に着目した CO<sub>2</sub>地中隔離技術開発

〔研究代表者〕 染矢 聡

〔研究内容〕

CO<sub>2</sub>隔離技術は地球温暖化防止のための急務策として必要性が認められているものの、その研究開発は世界的にもほとんど進んでいない。しかし世界的な必須事項である CO<sub>2</sub>隔離を、環境影響を最低限に抑えつつ低コストで実現することには大きな意義がある。本研究はそのための技術開発における要素研究として、液体 CO<sub>2</sub>の水に対する動的な溶解特性を明らかにし、CO<sub>2</sub>地中隔離にともなう諸現象を把握することを目的とする。CO<sub>2</sub>地中隔離における安全性に加え、隔離サイトの選定においては、CO<sub>2</sub>の地下水に対する溶解挙動の把握が必要不可欠である。具体的には CO<sub>2</sub>溶解に大きく影響する界面状態を考慮しつつ、光学的計測手法を用いて界面近傍の pH 分布や流れをマクロ及びミクロスケールで解明する。平成13年度10月から開始された本研究では平成16年度ま

でに高压容器など、pH 計測のための試料の特性調査と選定を終え、高压条件下における pH 変化の高精度測定手法を確立した。また、帯水層の一部では液体 CO<sub>2</sub>が包摂化合物を形成するため、この場合における飽和溶解度を明らかにした。更に、新しい pH 測定法で評価した CO<sub>2</sub>溶解度と従来法によって測定した溶解度を比較した結果、新しい方法を用いて短時間に溶解度測定を実現できることを示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 CO<sub>2</sub>大量隔離、ハイドレート

〔研究題目〕 海洋炭素固定技術に伴う温暖化物質動態解明

〔研究代表者〕 鶴島 修夫

〔研究担当者〕 鶴島 修夫、原田 晃

〔研究内容〕

相模湾において、深層水汲み上げ装置の周辺海域で調査を行い、生物生産の活発化に伴う各種気体の動態変動解明を試みた。汲み上げ予定点および周辺の測点において深層までの温室効果気体の分布を測定した。深層水汲み上げ装置「拓海」は相模湾三浦海丘に設置されたものである。観測点は汲み上げ装置の影響を受けないであろうと思われる参照点と、装置の下流側に数点、上流側に1点を設け、春季から秋季にかけて月1回ペースで観測を行った。二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素ともに亜表層・中層で濃度が高いことから、深層水を汲み上げる物理的な効果だけで表層の温室効果気体濃度が増大することが推察された。さらに深層水を利用した培養実験において、生物量増大に伴うメタン発生を確認した。栄養塩の利用に伴う温室効果気体の変動比を求め、生物生産増大時の各種気体の発生量変化を見積もった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、海洋

〔研究題目〕 階層構造からなる生体硬組織代替材料の研究

〔研究代表者〕 稲垣 雅彦

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 横川 善之、斎藤 隆雄、加藤 且也、永田 夫久江、穂積 篤、寺岡 啓

〔研究内容〕

早期の初期固定のみならず、骨同化の経時変化に応じて骨と最適な界面を維持し、20年以上使用可能な生体材料を開発することを目的とし、サブ～数百 μm の凹凸の形、大きさ、配列といった幾何学的な構造が意図的に制御された階層的組織を形成する新規な手法を開発する。すでに、生体骨/インプラント(人工物)の界面において、細胞が組織を構築するための足場となる、幾何学構造が制御された凹凸階層構造を有するコーティングを形成する手法、基板との密着強度として世界最高水準(厚

さ100  $\mu\text{m}$  以上では世界トップ値)の生体活性セラミックス層形成技術ならびに、反応性プラズマ溶射を用いた表面改質チタン皮膜による新規の生体活性付与法を開発している。また、既に開始している動物実験において、生体骨に対する初期固着で市販品と比べ1.5倍程度の引抜き強度があることも確認している。今年度は、皮膜形成条件の最適化により生体活性セラミックス層中の水酸アパタイト結晶の配向性を制御すると共に、皮膜形成後の熱処理により、皮膜中の副生成物相を効率的に除去する方法を開発した。また、動物実験において、骨粗鬆モデルにおいても水酸アパタイト/チタン複合皮膜が有効であることを示すデータが得られた。より長期の試験、加速試験による階層構造の安定性の評価、インターフェイス設計を行い、所期の目的達成を目指す。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 階層構造、アパタイト複合材料、コーティング、生体材料、人工関節

【研究題目】 高速ネットワークのためのスピン光機能素子に関する研究

【研究代表者】 Zayets Vadym

【研究担当者】 安藤 功兒

【研究内容】

磁気光学素子は高速光ネットワークに不可欠な部品であるが、半導体基板上に成長することが出来ない酸化物磁気光学結晶を使用したディスクリット型の素子しか存在しない。そのため、コスト及び信頼性の両面で、今後重要性を増すアクセス系の高速光ネットワークには対応できず、システム全体のボトルネックにもなりかねないと危惧されている。本研究では、半導体基板上に成長可能な強磁性金属系の磁気光学材料を用いるというユニークな発想により、従来全く不可能と考えられてきた、光アイソレータなどの磁気光学素子とレーザなどの半導体光素子の一体的集積化技術を実現することを目標としている。

本年度は、ハイブリッド磁性薄膜作製装置を整備することにより III-V 族半導体をベースとする高品質半導体光導波路上に高品質な Co 強磁性薄膜を成長させる技術を開発した。これにより実現される高品質強磁性金属/半導体ハイブリッド構造を用いて、本研究代表者が理論的に提案してきた半導体導波路中を伝播する TM モード導波光に対して磁気光学効果が発生することの原理的な実証に成功した。また、高品質強磁性金属/半導体ハイブリッド構造における光アイソレーションの発生機構の理論的解析および実験結果との比較により、強磁性金属と半導体コア層の間に挿入するバッファ層の影響を明らかにした。これによりハイブリッド構造における光アイソレーション効果の発現機構を明らかにすることに成功した。

以上の成果は、世界的にも高い注目を集め、2件の国

際誌上における論文発表と共に、1件の国際会議の招待講演も行った。2件の特許出願も行った。

【分野名】 情報通信分野

【キーワード】 スピン光機能素子、強磁性金属/半導体ハイブリッド

【研究題目】 モジュール型ロボットの分散的移動制御手法

【研究代表者】 神村 明哉

【研究担当者】 黒河 治久、吉田 英一、富田 康治、小鍛治 繁、村田 智 (東工大)

【研究内容】

複数のロボットモジュールから構成されるこれまでにない形態や機能の変更能力を持つロボット、モジュール型ロボット (M-TRAN II) に関して、平成12年度～平成16年度の4年間研究を進めてきた。モジュール型ロボットを構成するロボットモジュールは、関節を駆動するためのモータ、制御用マイクロプロセッサ、結合離脱機構、通信機能、バッテリーなどを内蔵している。それらが多数結合することで、全体として4足構造で歩いたり、転がったり、這うように移動したりと環境に応じた形態で運動させることができる。さらに、それら移動構造間の変形を自立で行うことも可能で、災害現場、惑星探査、深海作業など未知な環境での応用が期待されている。本研究の成果として、上記機能を有するロボットモジュール20台を開発し、加えて様々な移動構造(形・スケールが様々な変化)における移動動作を自動的に生成する手法、分散的な移動制御手法の提案、ソフトウェアの開発を行い、実機に実装することでシミュレーションと同様に、適応的な移動が行えることを検証したことがあげられる。今後の発展方向としては、各モジュールに搭載されたセンサ情報を統合して環境を認識し、それをモジュール構造にフィードバックして形態変形を行ったり、運動のパターンを変化させたりする自律的なシステムの研究開発を予定している。将来的には、ロボットの形は人が設計するものではなく、環境に応じてロボット自らを変えていくような進化型のロボットシステムに応用していきたいと考えている。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 モジュール型ロボット、合体変形、移動

【研究題目】 小型分散型電源用 MHD エンジンの開発

【研究代表者】 前田 哲彦

【研究担当者】 前田 哲彦 (職員)、柿崎 和志 (技術研修生、筑波大学)、石川 本雄 (筑波大学)、清水 和弥 (JAXA)、井出 謙一 (技術研修生、東京電機大学)

【研究内容】

MHD (Magneto-Hydro-Dynamics 電磁流体力学) エンジンとは、内燃機関等によるピストンの駆動力を液

体金属等の運動に伝え磁場の印加された流路に導き、直接電力に変換し電力を取り出す発電装置である。また、ダクト内部の液体金属の封入量を変化させることで、ピストンのストロークを変え排気量を調節でき、変動の激しい電力需要にあわせて、出力を変化させることが大きな特徴であり低出力から高出力まで高い効率で運転できる。

本研究では液体金属を駆動するためのシリンダー、及び運動エネルギーを電気に変換する MHD 発電部分に重点をおき、出力可変範囲が広く、小型高効率な分散型電源用エンジンの開発を行うために必要な検討を行った。液体金属 MHD 流れ場の電磁流体シミュレーションコードを開発し、2次、3次元においてその挙動を明らかにして、最適な流路形状を検討し、最適な流路形状があることがわかった。実験的に発電実験を行い検討するために、これまで得た知見を元に、シール材等を使用しない漏れなく液体金属を駆動できるシリンダーを試作して、液体金属の融点付近で駆動するための基礎実験を実施し、発電実験を行える目途をつけた。また、スターリングサイクル駆動による液体金属 MHD 発電システムの検討を実験的にを行い、ガンマ型スターリングサイクルで動作が可能であることが確認できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】小型分散型電源、MHD 発電、液体金属

【研究題目】ヒト微生物共生系の遺伝子解析及び利用

【研究代表者】古賀 隆一

【研究担当者】古賀 隆一、小池 早季、牧野 純子

【研究内容】

目的・目標：

共生微生物とヒトの相互作用は人の一生を通じて続くため、その健康や老化に与える影響は甚大である。従ってこの関係を解析し、改善する方策を見つけることはヒトの健康増進・老化抑制に非常に有効であると考えられる。本研究では、高度生命現象である微生物とヒトとの共生系を遺伝子レベルで解析し、成果をヒトと微生物の関係を改善することによって健康増進や老化抑制を図る食品成分やプロバイオティクスの開発に役立てることを目的としている。

研究計画：

ヒト培養細胞－微生物共培養系をモデルとして、DNA マイクロアレイ、生物情報処理技術、組織化学的手法を駆使し、微生物との相互作用に関与するヒト遺伝子群を同定するとともに炎症反応などの生命現象と微生物との関係も見出す。

進捗状況：

ヒト培養細胞が細菌との共培養によって発現を亢進すると思われる候補遺伝子を DNA マイクロアレイ解析に選出した。これら候補遺伝子と関連する遺伝子の発現変

化を定量的 RT-PCR により詳細に解析を行った結果、腸管免疫系で重要な役割を果たしていると思われる3種のケモカインが処理した細菌種に依存して差分発現変化をしていることが示唆された。また、培養細胞で構築した腸上皮モデル系に細菌を処理したところ、細菌種に応じて異なった膜抵抗変化を示すことを見出した。二つの現象ともになぜ特定の菌がヒトに有用であるのかと言う疑問に対して答えを与え得るものであるため、その解析はヒトと微生物の共生系を理解する上での重要な知見や、ヒトの健康増進や老化抑制を目的とした生理活性物質やプロバイオティクスの新たな選択基準をもたらす可能性がある。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】腸内細菌、健康と老化、プロバイオティクス、機能性食品

【研究題目】遷移金属含有メソ空間の構築と有害物質除去

【研究代表者】木村 辰雄

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】加藤 一実、三木 健、西澤 かおり、鈴木 一行、鈴木 麻起子

【研究内容】

本研究では、生活空間に存在する有害化学物質を除去し、安心、安全、健全な生活環境を生活する人全てに平等に提供するような材料開発を目指し、自律型調湿機能及び有害化学物質認識機能を同時に有する遷移金属含有メソ空間の構築を目的としている。

層状ケイ酸塩由来の構造ユニットをケイ酸骨格中に保持した新規なメソポーラスシリカに着目して研究を行っており、層状ケイ酸塩のケイ酸骨格中へ遷移金属種の導入技術の開発、遷移金属含有層状ケイ酸塩と界面活性剤との反応制御、遷移金属種を含むメソポーラスシリカを利用した有害化学物質の吸着、分解挙動の調査を行う。

平成13年度から開始された本研究課題では、昨年度までに、層状ケイ酸塩から誘導されるメソポーラスシリカの生成機構を全て解明している。そして、遷移金属アルコキシド及びシリコンアルコキシドを予め混合することで均質な前駆溶液調製が可能であることを見出し、チタンなどの遷移金属種を骨格構造中に含有する層状ケイ酸塩の合成を可能とした。最終年度となる本年度は、混合アルコキシド溶液を利用するという手法を更に詳細に検討した結果、チタンを骨格構造中に含む層状ケイ酸塩の合成技術の開発に至った。このチタン含有層状ケイ酸塩と界面活性剤との反応を経て、ケイ酸骨格中に周期構造を有するシリカメソ構造体の合成が可能であることを確認した。焼成による界面活性剤除去を行うと周期構造は消失してしまうが、構造ユニットの安定化を可能とする有機修飾技術を組み合わせることで、明確な壁構造を持つメソポーラス材料の創製が可能となった。そして、チ

タン含有メソポーラスシリカ表面へのアセトアルデヒドの吸着挙動調査から、水蒸気の吸着挙動との類似性を見出すことができ、遷移金属含有メソ空間を利用した有害化学物質除去に向けたメソ空間材料の設計指針を示すに至った。以上の研究成果を更に発展させ、導入した遷移金属種の光触媒機能などを調査し、有害化学物質に対する分解除去機能を明らかにすることで、自律型調湿機能及び有害化学物質認識機能を同時に有する遷移金属含有メソ空間の構築が実現される。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 メソポーラスシリカ、遷移金属酸化物、有害物質除去

#### 【研究題目】 水素貯蔵用高次修飾ナノカーボン触媒の開発

【研究代表者】 高木 英行

【研究担当者】 羽鳥 浩章、八田 千賀子、松尾 聡

【研究内容】

水素を利用したエネルギーシステムを構築していく上で、その貯蔵・供給技術の確立は最重要課題である。これまでに高压で圧縮する、低温で液化する、水素吸蔵合金を使用する等の方法が提案されているが、いずれも問題点が多い。これに対し、カーボン系吸着材は、高い貯蔵能力、軽量、豊富な資源量から水素貯蔵材料として注目されている。しかしながら、カーボン表面と水素分子との相互作用は基本的に分子間力のみであり、これまでに十分な貯蔵量は達成されていない。また、精度の高い水素貯蔵量評価技術の確立、貯蔵メカニズム及び水素とカーボン表面との相互作用に関する知見の集積など解決すべき課題は多い。一方、シクロヘキササンやデカリン等のハイドライドを利用した水素貯蔵技術は、高い水素貯蔵量、CO<sub>2</sub>排出量が理論的にはゼロであること、ハンドリングが容易であるなどの理由から、発展が期待されている。しかしながら、この水素貯蔵系構築のためには、ハイドライドからより温和な条件下で効率良く水素を取り出すことができる触媒が必要であり、その開発が求められている。本研究では、ナノ構造をもつカーボン材料表面に水素活性サイトを付与した高次修飾ナノカーボンを開発し、水素貯蔵材料として、またケミカルハイドライド転換触媒として利用するための基礎的知見を得ることを目的としている。

平成16年度までに、表面に水素と高い相互作用をもつ金属種を高分散担持したナノカーボンを調製し、その水素吸着特性から、カーボン表面に弱く化学吸着した水素の存在を見出しており、本年はその詳細な吸着挙動の解析を行った。また有機ハイドライド転換触媒として有望な触媒系を見出し、その活性ならびに選択性を明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素貯蔵、ナノカーボン、触媒

#### 【研究題目】 複相組織制御による耐酸化コーティング開発

【研究代表者】 田原 竜夫

【研究担当者】 田原 竜夫、菖蒲 一久、坂本 満

【研究内容】

ニオブ(Nb)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、タングステン(W)といった高融点金属材料に耐酸化性を付与する技術が開発されると、火力発電用ガスタービン等に使用されている既存の耐熱金属材料よりも約200℃上回る耐熱性を実現できるため熱エネルギーのより効率的な利用が可能となり、化石燃料資源の節減と二酸化炭素排出削減に大きく貢献できる。そこで本研究では、耐酸化性に優れる Mo(Si, Al)<sub>2</sub>を基とする複相材料を耐酸化リザーバー層（その表面に耐酸化性保護被膜を生成させる）として最適となるよう材料設計し、特に Nb 基複相材料のための耐酸化コーティングとして開発することを目的とする。

昨年度までに、熱応力を可能な限り低減できるよう最適に複相化した Mo(Si, Al)<sub>2</sub>を利用する必要があること、耐酸化リザーバー層と基材との反応防止を目的としたアルミナ中間層の導入が必要なことなどを明らかにし、基本的なコーティング構造を決定している。そこで今年度は、本耐酸化コーティングの耐久性を検証するために、約300 μm の厚さの耐酸化コーティングを施した Nb 基材料の長時間等温酸化試験や繰り返し酸化試験等を実施した。その結果、本研究課題を通じて開発を進めてきた耐酸化コーティングが、Nb 基材料のための優れた耐酸化性付与技術であることを確認した。また、これまでに得られた成果をとりまとめ、Mo(Si, Al)<sub>2</sub>からなる Nb 基材料用耐酸化コーティングの設計指針を提示した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 耐熱化技術、高融点金属、耐酸化性

#### 【研究題目】 窒化物ハイブリッド成長膜による低損失スイッチング素子

【研究代表者】 奥村 元

【研究担当者】 西澤 伸一、清水 三聡、沈 旭強、K. Jeganathan、八木 修一、朴 冠錫、山本 由貴、及び共同研究先（旭化成）研究員

【研究内容】

本研究では、ワイドギャップⅢ族窒化物のヘテロ構造に関し、成長初期制御に優れた MOCVD 法と不純物低減、界面制御性に優れた rf-プラズマ MBE 法を併用して高品質Ⅲ族窒化物ヘテロ構造ウエハーを実現し、従来素子より飛躍的に性能の良い低損失スイッチングデバイスを開発する。ハイブリッドエピタキシャル成長技術、ウエハー特性・デバイス特性評価技術、窒化物スイッチングデバイス作製技術のサブテーマにおいて、本年度は以下のような成果を得た。

ハイブリッドエピタキシャル成長技術では、MBE 法による結晶成長に関して、サファイア微傾斜オフ角基板上成長技術を高度化して、rms 平坦度0.1nm 程度の直線的単原子層ステップをもつ AlN、GaN、AlGaN 成長膜、及び $10^7/\text{cm}^2$ 台の単一成長膜としては極めて低い転位密度を得て、デバイス化プロセスに適した成長表面の平坦化、転位密度低減を果たした。更に、SiC 基板上成長では、表面再配列構造を手がかりに初期成長プロセスの最適化を行った。また、MOCVD 成長技術においては、高抵抗バッファ層作製技術と成長層の表面処理技術を押し進めた。更に、MOCVD 法と MBE 法を合体したハイブリッド成長プロセスでは、AlGaN/GaN ヘテロ構造における AlGaN 層の Al 組成を50%程度にと高めることにより、デバイス性能に直結するウェハー特性として、従来の MOCVD 法では実現困難な $2 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ 以上のシートキャリア濃度と250W/□という極めて低いシート抵抗値を実現した。

ウェハー特性・デバイス特性評価技術では、2次元電子ガスヘテロ構造ウェハーやヘテロ接合トランジスタの特性劣化をもたらしている各種欠陥を微視的に評価して、その電気的特性との関連を明らかにし、その結果をハイブリッド成長パラメータやデバイス化プロセスパラメータに反映させるために、伝導度 AFM 法を主体とする局所電気特性評価システムを構築すると共に、紫外線ラマン散乱分光法や分光エリブソメトリー、等のワイドギャップ特性に対応できる評価法の高度化を進め、実際のウェハー評価に適用した。また、透過電子顕微鏡像の観察から、上記微傾斜オフ角面成長による転位低減メカニズムを解明した。

窒化物スイッチングデバイス作製技術では、デバイス作製として種々の MESFET、MISFET を試作して高耐圧化、低オン抵抗化の条件を検討し、高耐圧スイッチングデバイス性能として耐圧630V、オン抵抗 $2.5\text{m}\Omega/\text{cm}^2$ の値を実現した。また、100V 級の低動作電圧構造で $0.26\text{m}\Omega/\text{cm}^2$ というスイッチングデバイスとして極めて低いオン抵抗値を達成した。更に、実用化に向けて上記デバイス化プロセスを2インチ基板に適用して、フルウェハーでのデバイスチップ作製を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】スイッチングデバイス、窒化物半導体、低損失デバイス

【研究題目】分子の自己組織化を利用する次世代記録表示メディアの開発

【研究代表者】玉置 信之

【研究担当者】秋山 陽久、Ajay Mallia、Riju Davis、藤縄 祐、Subramanian Kumaresan、Anitha Nagamani、工藤 成史、和田 百代

【研究内容】

次世代表示メディアとして紙のように薄くフルカラー情報を何度でも繰り返し書き換えられる材料が望まれている。我々はすでに世界で初めて単一分子の材料で可逆的にフルカラー記録できる化合物（中分子液晶）を見出した。本研究では、中分子液晶の分子配列制御とガラス化による分子配列固定を利用する新しい色再現・表示機構により上記次世代表示メディアを開発する。また、分子間における分子情報の伝達に関する知見を得ることも目的とする。

本年度は、高速光反応系の開発とフルカラーを繰り返し記録可能な熱モード記録材料及び記録装置の実現を目標とし、光応答性化合物の分子構造修飾と記録装置の改良、および繰り返し記録を可能とするため保護層の選定を行った。

DLP を用いて紫外線照射量を連続的に調節して露光が可能である記録装置を世界で初めて作成した。これを用いて中分子コレステリック液晶を用いる光モード記録を行った結果、赤、緑、青などが識別できるカラー画像の記録ができることを実証した。また、液晶中の光応答性添加剤としてアゾベンゼン系オリゴマーが、一定の分子量で感度の極大を示すことを初めて見出した。さらに、可視域に吸収が小さく異性体の熱安定性がより高い光応答性添加剤としてジフェニルブタジエン誘導体を新たに見出した。繰り返し記録に適した保護層としてウレタン系接着層を有する PET フィルムを選定した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】記録表示、液晶、アゾベンゼン

【研究題目】ブロードバンド光シンセサイザの開発

【研究代表者】松本 弘一（計測標準研究部門）

【研究担当者】大苗 敦、洪 鋒雷、稲場 肇、美濃島 薫、平井 亜紀子、鍛島 麻里子、佐々木 薫、SCHIBLI Thomas、JIANG Jie

【研究内容】

平成16年度はプロジェクト最終年度である。時間特性を改良した Er ファイバレーザを光源として高非線形ファイバを利用することにより光通信帯で1オクターブを超える広帯域光を発生し、全ファイバ光学系で構成される光コムシステムを作成した。光通信帯におけるコンパクトで信頼性の高い周波数測定システムの実現に見通しが得られた。また実用的な光シンセサイザの実現のために、光コムに周波数可変 CW レーザを同期させながら、周波数走査する技術を開発した。Ti:sapphire レーザとフォトニック結晶ファイバを用いた近赤外・可視領域の光周波数計測システムについては、極低温サファイア発振器とヨウ素安定化 Nd:YAG レーザを用いて、周波数安定度を評価し1秒平均で $10^{-13}$ オーダーの優れた安定度を得た。またこのシステムを用いた光周波数の標準供給

を開始した。光コムをマイクロ波の周波数標準に位相同期して光周波数標準を測定したときの安定度と、逆に光コムを光周波数標準に位相同期して光コムの繰り返し周波数とマイクロ波の周波数標準と比較して得られた安定度とが一致することを確認できた。これにより次世代の光周波数標準で必要になるダウン・コンバージョン技術が確立された。マイケルソン干渉計とフィゾー干渉計とを連結したタンデム干渉法により共通光路型干渉を実現し、比較的環境の悪い場所でも群屈折率を数 ppm に達する精度で求めることができた。この結果は位相屈折率のデータより計算される値と9ppm の精度で一致した。532nm 波長域に広がるヨウ素の超微細構造測定の精度向上により超微細構造定数の不確かさを大幅に減少させ、超微細構造定数を表す計算式を得た。この波長域において1kHz 以下の不確かさで超微細構造の予測ができるようになったことを意味する。

【分野名】標準、情報通信

【キーワード】光周波数コム、光コム、光シンセサイザ、フェムト秒パルスレーザ、光周波数計測、ダウン・コンバージョン、フォトニック結晶ファイバ、通信帯、干渉計、群屈折率、分散、高分解能測長、分子分光

【研究題目】ブロードバンド光シンセサイザの開発

【中項目1】高品位フェムト秒光コムの研究

【研究代表者】美濃島 薫（計測標準研究部門）

【研究担当者】SCHIBLI Thomas、洪 鋒雷、稲場 肇、JIANG Jie、大苗 敦、松本 弘一

【研究内容】

平成16年度に引き続き、時間特性を改良した Er ファイバレーザを光源として、高非線形ファイバにより、光通信帯をカバーする1オクターブを超える広帯域光を発生し、全ファイバ光学系で構成される、安定で信頼性の高い光コムシステムを開発した。さらに、ヨウ素安定化 Nd:YAG レーザ、及びアセチレン安定化 LD レーザとのビートを測定した結果、チタンサファイアレーザーによるコムと同等の性能が得られた。また、発生したコムの位相ノイズにスペクトル依存性があるという、シンセサイザの特性評価のうえで重要な知見が得られた。これらの成果より、光通信帯におけるコンパクトな周波数測定システムの実現に見通しが得られた。

さらに、異なるレーザーシステムとの比較のため、光通信帯、及び、1 $\mu$ m 帯において固体レーザによる高品位コムの発生を行った。Yb:Er 共ドープガラスを用いて、光通信帯の LD 励起固体レーザを開発し、カーレンズモード同期発振、可飽和吸収ミラー使用において、出力10mW、パルス幅280fs、繰り返し277MHz、低ノイズな RF スペクトルが得られた。また、Nd ドープガラスを用いて LD 励起固体レーザを開発し、可飽和吸収ミラ

ーによるモード同期によって、出力130mW、パルス幅170fs、繰り返し485MHz が得られた。

最後に、実用的な光シンセサイザの実現のために、開発した小型で低ノイズの LD 励起 Nd ドープガラスモード同期レーザによる光コムを用いて、それに周波数可変 CW レーザを同期させながら、周波数走査する技術を開発した。実用的で周波数走査の容易なデジタル位相同期システム、及び、ビート信号を任意周波数に走査するアルゴリズムを開発し、光コムに同期させながら CW レーザの可変幅全域を走査させた。マイケルソン干渉計を組み立ててフリッジ信号を検出し、30GHz/s を超す高速走査が確認した。この技術により、光シンセサイザの基礎となる任意の光周波数への走査、及び、高速な光周波数測定が可能となった。

【分野名】標準、情報通信

【キーワード】フェムト秒パルスレーザ、光コム

【研究題目】ブロードバンド光シンセサイザの開発

【中項目2】光コム周波数標準の研究

【研究代表者】大苗 敦（計測標準研究部門）

【研究担当者】洪 鋒雷、稲場 肇、JIANG Jie、美濃島 薫、SCHIBLI Thomas、松本 弘一

【研究内容】

Ti:sapphire レーザを用いた光周波数計測システムを構築し、標準供給を平成16年度末に開始した。また、位相雑音測定により光-マイクロ波リンクの高安定化のための評価を行い、その結果に基づき装置のブラッシュアップを行った。極低温サファイア発振器とヨウ素安定化 Nd:YAG レーザを用いて光コムの周波数安定度を評価した結果、1秒平均で $10^{-13}$ 程度の優れた安定度が得られた。さらに、差周波数コムおよび和周波数コムによる $f_0$ 制御なしでの光周波数計測法を確立し、光通信帯の安定化レーザに対する光周波数計測を行った。その結果は、これまでの測定が正しいことを裏付けるとともに、本測定法が長期にわたる安定的な測定に有効であることを示すものであった。光周波数標準の評価及び応用を考えたときに、その数百 THz の周波数をマイクロ周波数までにダウン・コンバージョンをする必要がある。我々は、光コムをマイクロ波の周波数標準に位相同期して、光周波数標準を測定したときの安定度と、逆に光コムを光周波数標準に位相同期して、光コムの繰り返し周波数とマイクロ波の周波数標準との比較によって得られた安定度が一致することを確認することにより、ダウン・コンバージョンを確立させた。

【分野名】標準、情報通信

【キーワード】光コム、光周波数計測、ダウン・コンバージョン、フォトニック結晶ファイバ

【研究題目】ブロードバンド光シンセサイザの開発

【中項目3】固体屈折率の研究

【研究代表者】平井 亜紀子（計測標準研究部門）

【研究担当者】鍛島 麻里子、佐々木 薫、松本 弘一

【研究内容】

低コヒーレンス干渉計を利用した新規な高精度屈折率測定法を考案してその干渉縞の位相測定を高精度化し、屈折率測定の実験を継続した。マイケルソン干渉計とファイバー干渉計とを連結したタンデム干渉法により共通光路型干渉を実現し、比較的環境の悪い場所でも群屈折率を従来より1桁から2桁より良い数 ppm の超分解能で求めることができた。厚さ3.5mm、10mm の BK7製平行平面基板の群屈折率を測定し、光学材料製造メーカーで測定されたデータより計算される群屈折率の値と9ppm の精度で一致した。さらに、屈折率分散（屈折率の波長依存性）を得るために、スペクトル領域でのデータ処理法を検討した。

また、光学部品寸法の高分解能計測のための測長ツールであるリニアスケールを評価するため、新しい高分解能干渉計を開発した。2台の異なる波長の He-Ne レーザによるズーム比は16であるが、このズーム比だけで分解能が向上し、サブナノメートルの分解能が実現された。より高分解能を実現するために、ズーム比を1000位にすることが安定性などの点から有効であり、光源として半導体レーザに関して検討を行った。

【分野名】標準、情報通信

【キーワード】群屈折率、分散、高分解能測長、低コヒーレンス干渉計

【研究題目】ブロードバンド光シンセサイザの開発

【中項目4】分子の超微細構造測定の研究

【研究代表者】洪 鋒雷（計測標準研究部門）

【研究担当者】大苗 敦、稲場 肇、JIANG Jie、松本 弘一

【研究内容】

「分子の超微細構造測定の研究」においては、532nm 波長域の約10本の吸収線について超微細構造の再測定を行い、最大で約10倍の精度向上を得ることができた。これらのデータに基づいて解析した結果、超微細構造定数の不確かさを大幅に減少させることができた。得られた精度の高い超微細構造を分析すると、超微細構造定数を表す計算式が得られた。計算式は、4つの超微細構造定数に関してそれぞれ上準位と下準位の全部で8つからなる。これは、この波長域において測定しなくても、1kHz 以下の不確かさで超微細構造の計算ができることを意味する。また、1.3μm 固体レーザの2次高調波発生を利用した660nm ヨウ素安定化 Nd:YAG レーザに関して、光コムをレーザの安定度評価に応用した。200秒以上の積算時間においては、レーザの安定度が $5 \times 10^{-13}$ に達していることがわかった。これは、今まで得られてい

た安定度をさらに倍向上させたこととなり、超微細構造を測定する上で十分である。100秒の平均時間において、レーザ周波数安定度が $1 \times 10^{-12}$ に達した。この周波数安定化レーザは、1.3μm 通信帯周波数標準の優れた候補となるだけでなく、660nm 波長域のヨウ素分子超微細構造を測定する上で重要な役割を果たす。

【分野名】標準、情報通信

【キーワード】ヨウ素分子、微細構造、YAG レーザ

【研究題目】界面メゾスコピック構造に関する研究

【中項目】界面構造計測技術の開発に関する研究

【研究代表者】中山 景次

【研究担当者】中山 景次、初鹿野 寛一、Shamim Md. Mirza、Alexander Gatsenko、田丸 由美子

【研究内容】

目標：

本研究の目的は、薄膜界面とクラスタ界面におけるメゾスコピック構造を欠陥の電子状態を中心に、TSEE 法、TSPE 法、SKPM 法、STM-LE 法の融合による計測技術を開発することであり、その開発目標は原子～ナノメートルの解像度である。

研究計画：

(1) TSEE/TSPE による界面構造計測技術の開発に関する研究、(2) STM-LE による界面構造計測技術の開発に関する研究、(3) SKPM 計測による界面構造計測技術の開発に関する研究の3つのグループに分けて推進する。(1)においては、TSEE と TSPE を用いた界面計測技術を開発する。ここでは、TSEE による表層欠陥と TSPE による深層欠陥の全く新規な計測技術開発を目標とする。(2)においては、STM-LE を用いた界面構造計測技術を開発する。ここでは原子～ナノメートルレベルの解像度を目標とする。(3)においては、現有のSKPM・NC-AFM の複合装置を用いて界面構造計測技術を開発する。ここでは、原子レベルの解像度を目標とする。

H16年度の進捗状況：

TSEE/TSPE 研究においては、超高真空槽本体に抵抗加熱方式の試料加熱システムを設計付加して超高真空 TSPE 計測装置を構築した。さらに、本装置に二次元分布光子計測分光速光装置を付加して、微弱なフォトンのエネルギー計測を可能とした。また、試料昇温に伴う不対電子量変化計測による界面構造計測装置と熱刺激フォトン二次元分布計測装置を構築した。電子打ち込み、イオン打ち込みにより内部欠陥を形成させた試料を作成し、これらの装置を用いて内部欠陥計測に成功した。STM-LE 研究においては、STM-LE 計測装置の集光効率を上げ、試料表面処理機構を付加した高感度 STM-LE 計測装置を構築した。Si 基板上に Ag、Au、Cu などのクラスタ薄膜、及び Si 基板上 Ag 膜をさらにその上に

LiF クラスタを形成させた試料を作成し、本装置を用いてこれらの試料からの STM-LE 像計測と放出フォトンのエネルギー分析を行い、それらの計測を行うことができ、STM によるトポグラフ像では見られない新たな構造をナノメートルレベルにて STM-LE で観察することに成功した。SKPM 研究においては、原子解像度ポテンシャル像計測による欠陥計測に成功した。また、超音波力原子間力顕微鏡 (U-AFM) を構築し、ナノメートル解像度の内部構造計測に成功した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 デバイス設計、製造、プロセス技術、超精密計測、解析・評価技術

【研究 題目】 ナノバイオ分野人材養成ユニット

【研究代表者】 湯元 昇

【研究担当者】 達 吉郎、茂里 康、森垣 憲一、清水 まゆみ、小澤 仁美 (セルエンジニアリング研究部門)、上田 太郎 (ジーンファンクション研究センター)、西井 準治、金高 健二、西山 宏昭 (光技術研究部門)、久保 泰、徐 傑、小林 寿珠子 (脳神経情報研究部門)、芝上 基成、小高 正人、小川 昌克、杜 永忠、平 修、守屋 美紀、河村 智、水野 里香 (生物機能工学研究部門)

【研究 内容】

目 標：

広い視野と先端的な機器・手法の研究開発が要求されるナノバイオテクノロジー分野において、即戦力となりうる人材の養成を行うことを目的とする。

研究計画：

本人材養成ユニットは、産総研内の既存の研究ユニットを複数、融合させることにより、人材養成機関として機動的に組織される。被養成者は研究リーダーの指導の下、既存の豊富な研究資源を活用した養成プログラムにより、ナノバイオ分野で研究を遂行していくための様々な技術を獲得する。その際、被養成者は広範な知識・技術の習得を目的として、講義・技術講習・セミナーを受講するとともに、実践的な技術および知見の獲得を目的として研究実習を行う。実習コースとしては、生体ナノマシンコースとナノバイオ材料コースを提供する。

年度進捗状況：

人材養成業務従事者及び内外の企業、大学、他の研究所等から外部講師を招いた講義を30回行い、ナノバイオ分野全般に関する基礎から最先端の研究成果を被養成者に習得させた。人材養成業務従事者等による技術講習を10回行い、バイオから材料・製造まで、広範囲に渡るナノバイオ分野研究に必携の技術を被養成者に習得させた。被養成者は、生体ナノマシンコース及びナノバイオ材

料・マシン製造コースいずれかのコースを選択し、各研究リーダーの指導の下、既存の豊富な研究資源を活用したプログラム項目について、ナノバイオ分野で研究を遂行していくための様々な技術や研究実務を習得した。定期的にセミナーを開催 (開催総数93回) し、ナノバイオ分野で活躍する外部講師と直接交流する機会、あるいは被養成者が自らの研究成果を発表する機会を与えた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人材養成、ナノバイオ、運動蛋白質、ナノマシン

【研究 題目】 「産総研 生命情報科学人材養成コース」

【研究代表者】 秋山 泰

【研究担当者】 後藤 修、浅井 潔、ポールホートン、諏訪 牧子、野口 保、広川 貴次、秋山 泰、高橋 勝利、五條堀 孝、今西 規、山口 由美、伊藤 剛

【研究 内容】

バイオインフォマティクスの実践的な研究人材を養成するため、大規模プロジェクトが遂行されている現場で総合的な養成教育を行う。先端的な優れた研究リーダーのもとで、ポスドク研究者としての雇用、産業界からの共同研究者・技術研修者の受け入れ、大学との提携による大学院生などの実地教育、ソフトウェア産業を巻き込んだソフトウェア技術者の育成などを大規模かつ拠点集中的に実施している。この事業によって若い研究者のキャリアパスが充実し、多くの優れた人材がバイオインフォマティクスの研究に専念する機会を与えられる。

また民間におけるバイオ情報解析を支える中堅研究者を迅速に供給できることにより、化学・食品・製薬など様々な分野でわが国の産業競争力向上に貢献する。

平成16年度の実施内容は以下の通り。

1. コースと被養成者数：
  - 1) リーダー養成：4名、2) 学際研究者養成：11名、3) アノテーター養成：3名、4) 企業研究者養成：19名、5) 受託学生指導：19名
2. 生命情報科学特別講義の開講：
 

内外の企業、大学、他の研究所などの外部講師による講義 (開催総数35回)
3. 専門別セミナーの開講：
  - 1) 遺伝子情報セミナー (34回)、2) 分子機能セミナー (14回)、3) 生命システムセミナー (11回)、4) 分子進化学セミナー (29回)、5) 生物多様性セミナー (1回)
4. 研究チーム配属による研究実務の体得
5. シンポジウムの開催：
 

シンポジウム名：第3回「産総研生命情報科学人材養成コース」シンポジウム  
開催日時：平成16年10月1日 (金)

開催場所：日本科学未来館 7F みらい CAN ホール

6. 外国人研究者の招聘： 8名

7. その他：

1) 「人材養成コース」 ホームページリニューアル

2) 「研究成果データベース」の構築とインターネット  
公開・検索

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔研究題目〕 人間支援のための分散リアルタイムネットワーク基盤技術の研究

〔研究代表者〕 堀 俊夫

〔研究担当者〕 堀 俊夫、西田 佳史、山崎 信行

〔研究内容〕

環境に多数のセンサを埋め込んで環境内の人間や環境そのものの状態を観測し、得られた情報を元に内部の人間を支援するためのセンサ/アクチュエータ・ネットワークを構築することを目標としている。この一環として、前年度までに超音波センサを利用した3次元位置計測システムや超音波レーダなどを開発してきた。平成16年度はプロジェクトの最終年度として、これまでに開発してきた技術の統合と検証を進めた。開発してきたセンサシステムが実社会で有効に機能することを検証するため、介護施設内で高齢者の事故を未然に防ぐシステムを老人ホームと共同で開発した。高齢者介護の分野では介護者の不足が叫ばれており、我々が開発した技術をこの分野に応用してそのフィジビリティを示すことができれば非常に有意義である。今回開発・導入したシステムでは、入居者の車イスに小型の超音波3次元タグを取り付けてその位置を計測し、予め定めた重点観察区域に車イスが進入するとナースコールで介護士に通知する。重点観察区域は、車イスからの移乗行動が発生するベッド周辺とトイレ内とした。本システムを老人ホームの一室に設置して、一人の高齢者を対象とする実証実験を実施した。数ヶ月に渡ってシステムを稼働させた結果、ハードウェアやソフトウェアの不具合でシステムが停止する障害が何度かあったものの、正常に稼働している最中には、重点観察区域への進入を検出して介護士に通知できることを確認できた。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ユビキタスセンシング、通信ミドルウェア、知能化環境

〔研究題目〕 科学技術計算専用ロジック組込み型シミュレータに関する研究

〔研究代表者〕 長嶋 雲兵 (グリッド研究センター)

〔研究担当者〕 長嶋 雲兵

〔研究内容〕

第一原理に基づいた数値シミュレーションは計算量が非常に多いが、使える計算機資源が一般には PC や WS 程度であるため、応用範囲が限られている。このような

数値シミュレーションでは、一部の数値計算に全計算時間のほとんどを費やしている場合が多い。したがって、この部分のみを超高速計算できる PCI ボードタイプの組み込み型ハードウェアがあれば、比較的小さな計算機環境への投資で、現場で必要とされる大規模なシミュレーションが可能になる。本研究は汎用的な規格である compact-PCI のボードに計算量の大きなコア部分 (例えば、分子軌道計算における分子積分計算) の計算を行う専用 LSI を搭載した「組込み型科学技術専用計算機」を開発することが目的である。

16年度は新規に分子積分計算アルゴリズム、特に二電子積分計算を高速にするような計算アルゴリズムを考案することに成功した。二電子積分計算の計算アルゴリズムの研究は1950年から行われており、今回高速な新しい方法を提出できたことは大変価値の高いことである。

また FMO 法のプログラムである ABINIT-MP の二電子積分のルーチンを、小原と Head-Gordon の方法を組み合わせたアルゴリズムを用いて作成した。これにより、フラグメントおよびフラグメントペアの二電子積分の計算速度が、それぞれ約4倍、7倍になり、FMO による全体の計算時間も1/3ほど減少した。最新の ABINIT-MP では Self Consistent Charge の収束が速くなっているため、積分の高速化による全計算時間の短縮の効果もさらに大きくなると思われる。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 分子積分計算アルゴリズム、FMO 法、小原法、Head-Gordon 法

〔研究題目〕 海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する共同研究(1)

〔研究代表者〕 丸茂 克美

〔研究担当者〕 丸茂 克美

〔研究内容〕

島弧熱水系の水曜海山と海嶺拡大系のマリアナ背弧海盆を対象として地球物理探査を行い、これらの地域の海底熱水系の海底構造や地下構造を解明するとともに、海底掘削を行って、熱水系の地下の岩石試料を採取し、生物が生育できる環境がどこにあるかを解明した。具体的には海底熱水系でサイドスキャンソナーとサブボトムプロファイラによる深海曳航探査手法を確立した。3次元統合モデル作成の一環として、水曜海山カルデラ内の海底熱水地帯の海底熱流量分布や潜水艇による目視観察情報などのデータを、サイドスキャン海底微地形画像に基づく海底面の地質分類画像と合成した。

また水曜海山海底熱水系で掘削作業を行い、得られたコアを偏光顕微鏡観察や蛍光 X 線顕微鏡、電子プローブマイクロアナライザー、X 線回折、透過型分析電子顕微鏡を用いた手法を使って分析し、海底直下における熱水の温度や化学組成の不均一性を明らかにした。その結果、地下から上昇している熱水が海水と混合することに

より急激に冷却するために熱水の温度が海底面に近づくほど低下していくことが確認され、また粘土鉱物の生成条件から推測される地下浅所の温度は150℃～300℃であり、微生物の生存には極めて厳しい温度であったことが明らかにされた。

海底掘削は南マリアナのマリアナ背弧海盆でも実施され、マンガンを沈殿させている噴出孔と鉄を沈殿させている噴出孔が存在することを明らかにした。またコアの熱水変質は水曜海山に比べて軽微であることから熱水は、水曜海山熱水系に比べ、限られた通路のみから海底に噴出していることが確認された。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕島弧熱水系、海嶺拡大系、深海曳航探査手法、海底掘削

〔研究題目〕海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する共同研究(1)

〔中項目〕海底近傍微細構造に規定された熱水系の化学変動に関する研究

〔研究代表者〕中村 光一

〔研究担当者〕岸本 清行、西村 清和、上嶋 正人、松林 修

〔研究内容〕

本課題は、科学技術振興調整費・総合研究「海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する国際共同研究」の大項目「1. 熱水循環系の物理・化学プロセスに関する研究」の中項目「(2) 潮汐による熱水循環系の変動現象の定量化に関する研究」の小項目「①海底近傍微細構造に規定された熱水系の化学変動に関する研究」を担当し、16年度は、水曜海山海底熱水地帯と周辺の地下構造を推定し、3次元的环境場の構造モデルを提供すること、海底近傍での各種化学観測により、海底下の熱水循環系が潮汐によって熱水の化学的性質を変動させ、生物圏環境をどのように規定しているか検証すること、島弧熱水系と異なる海嶺拡大軸の海底熱水系の地下構造や化学変動も比較研究することなどを目標とした。

各種潜水探査機に簡易に搭載できるサイドスキャンソナーとサブボトムプロファイラによる深海曳航探査手法として確立した。3次元統合モデル作成の一環として、水曜海山カルデラ内の海底熱水地帯の海底熱流量分布や目視観察情報などのデータをサイドスキャン海底微地形画像に基づく海底面の地質分類画像と合成し、3次元統合モデルができた。マリアナ背弧海盆の拡大軸や、東太平洋海膨においても深海曳航音波探査装置(DAI-PACK)による良好なマッピングデータの取得に成功した。

マリアナ島弧火山列とファンデファーカ海嶺・エンデバー熱水系の熱水プルームの調査では、メタンと水素センサーならびに粒子粒径分布測定装置(LISST-Deep)によって、プルーム中のガス成分や粒子が島弧と大洋中央

海嶺という熱水活動の場の違いでどのように相違するか基礎的データや、エンデバー熱水系では潮汐によって熱水が変動するデータを取得した。エンデバー熱水系における約1年の熱水の変動の観測を目的に機器を設置し、平成17年の夏に回収する予定である。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕海底熱水系、化学環境、潮汐変動

〔研究題目〕海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する共同研究(1)

〔中項目〕熱水系の変遷と微生物活動の対比に関する研究

〔研究代表者〕丸茂 克美

〔研究担当者〕丸茂 克美

〔研究内容〕

海底熱水噴出口の直下、いわゆる海底熱水系の浅層域は、地下から上昇してくる還元的高温熱水と海底面に浸透していく酸化的低温海水が混じり合っ、混合熱水が形成される場である。こうした混合熱水の温度や酸化還元状態は著しく変化し、様々な熱水鉱物が沈殿するとともに、多様な生物が生息している可能性がある。従って海底熱水系の浅層域は地質学的にも生物学的にも研究対象としての価値が極めて高い。海底熱水系の浅層域にアプローチするための海底掘削を行い、アーキアンパーク計画の調査対象地である水曜海山の浅層掘削を実施した。掘削後の孔内の温度計測はコアバレル内に設置したカスター式温度計により行うことができた。

水曜海山海底熱水系を対象として10本の掘削を行い、掘削深度2.88m～8.99m、総延長56.86m、コア回収率6～90%であった。得られたコアは火山岩や硫化物・硫酸塩鉱物脈の産状を保存しており、偏光顕微鏡観察や蛍光X線顕微鏡、電子プローブマイクロアナライザー、X線回折、透過型分析電子顕微鏡を用いた手法を使って分析した結果、硬石膏や粘土鉱物の化学組成や鉱物組成の不均一性が明らかにされた。海底熱水系の表面で生成する熱水チムニーなどは、高温熱水と冷たい海水とが接触する場であるため、鉱物の生成温度環境や化学環境が変化し、熱水鉱物の化学組成や鉱物組成の不均一性が生じることは容易に想像できるが、こうした不均一性が地下でも起きていることが今回の掘削調査により判明した。この原因としては、地下から上昇してくる熱水と、地下に浸透していく海水との混合が地下で起きており、熱水の温度や化学組成が変動することが挙げられる。

水曜海山海底熱水系の海底掘削で得られたコア試料の分析した結果、様々な熱水性粘土鉱物が見いだされた。これらの粘土鉱物の産状は、地下から上昇している熱水が海水と混合することにより急激に冷却するために熱水の温度が海底面に近づくほど低下していく姿を反映している。粘土鉱物の生成条件から推測される地下浅所の温度は150℃～300℃であり、微生物の生存には極めて厳し

い温度であったと考えられる。

また硬石膏や粘土鉱物の化学組成や鉱物組成の不均一性が明らかにされた。不均一性が生じる原因としては、地下から上昇してくる熱水と、地下に浸透していく海水との混合に伴う、熱水の温度変化や化学組成変化、過飽和状態での沈殿などが考えられる。

また、南マリアナのマリアナ背弧海盆を対象としても海底掘削を行い、熱水活動に起因するマンガン沈殿物や鉄沈殿物や鉄硫化鉱物の採取に成功し、熱水系ではマンガンを沈殿させている噴出孔と鉄を沈殿させている噴出孔が存在することを明らかにした。またコアの熱水変質は水曜海山に比べて軽微であることから熱水は限られた通路のみから海底に噴出していることが確認された。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】海底熱水系、水曜海山、南マリアナ、海底設置型掘削装置、粘土鉱物

【研究題目】海底熱水系における生物・地質相互作用の解明に関する共同研究(2)

【研究代表者】丸山 明彦

【研究担当者】丸山 明彦、河原林 裕、花田 智

【研究内容】

これまでほとんど明らかにされていない熱水系地下生物圏微生物の生物学的特性や生態学的、地球科学的な役割の解明に資するため、その多様性や現存量、現場活性等の解析を通し、微生物群集の構成や時空間分布特性の解明を目指す。また、この始原的環境に連綿と生き長らえていることが期待される始原的な生物の探索を行うとともに、分離培養手法や直接遺伝子解析手法等により生物資源や遺伝子資源の獲得を図る。これらの研究に不可欠な試料の採取や処理、解析に関わる方法論や装置の開発等を目的とした。平成16年度は、マリアナや水曜海山の海底熱水活動域掘削剤等より採取した現場培養試料や現場大量ろ過試料等を対象に、 $\epsilon$ プロテオバクテリア(PB)やアーキア用に新しく開発したプローブやプライマーを用い、各種分子定量手法によりマリアナでは水曜海山より地下圏の微生物バイオマスが大きいこと、両海域とも特定 $\epsilon$  PBが優占していることなどを見出した。また、極めて特徴的なアーキアの鉛直分布パターンを両海域で見出し、熱水地下圏に共通する微生物分布のモデル化を図るとともに、周辺環境に及ぼす影響等の解明を図った。一方、現場培養試料等から微生物を分離し、新種提案のための生理学的解析を積極的に進めた。極限環境遺伝子の直接解析を進め、多数の新規遺伝子を見出すとともに一部については発現解析に取り組んだ。また、16S rRNA 遺伝子の GC 含量に注目し、高温環境コア試料採取の際に問題となる中温性微生物起源遺伝子による汚染除去法を開発した。関連研究を含め、得られた成果の学会発表や論文文化を進めた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】微生物、遺伝子、アーキア、海底熱水系、地下生物圏、海洋

【研究題目】風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響に関する研究

【中項目名】発生域における風送ダストの大気中への供給量評価／東アジア域の風送ダスト供給量と沈着量

【研究代表者】金井 豊

【研究担当者】金井 豊、太田充恒、上岡 晃、今井 登、金井 三千代、ブロス 美穂、清水 洋、高橋 嘉夫  
(職員4名、他4名)

【研究内容】

風送ダストによる地球環境・気候への影響を正しく評価するため、アジア内陸部の乾燥・半乾燥域における風送ダストの舞い上がり過程、およびその大気中での長距離輸送過程に関する総合的観測調査を行うことにより、風送ダストの供給量評価のためのモデル化を行い、過去半世紀にわたる風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響を明らかにすることをめざしている。本年度は第Ⅱ期の最終年度にあたり、第Ⅰ期で完成した観測ネットワーク(中国の青島、北京の2ヶ所、日本国内のつくば、名古屋、福岡、沖縄の4ヶ所の合計6ヶ所)で継続的にサンプリング観測を継続すると同時に、これまでのデータをとりまとめた。最終年度ということもあり国内に重点を置いて行った。

これまでの観測結果からダストの変化特性や物性を明らかにし、これらの結果をとりまとめて第4回 ADEC ワークショップ等において発表を行い、また、論文投稿を行ってプロジェクトとしての総まとめを行った。また、これまでのデータを整理して公表を図り、その結果ダストのモデル計算の検証用データとして利用され、関連する論文公表に大きく貢献することが出来た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】風送ダスト、地球化学サイクル、粒度分布、鉱物組成、化学組成、黄砂

【研究題目】雲仙火山：科学掘削による噴火機構とマグマ活動解明のための国際共同研究／雲仙火山及び島原半島の火山発達史及び三次元構造モデル化の研究／火山体形成史とマグマ進化の解明

【研究代表者】宇都 浩三、篠原 宏志

【研究担当者】宇都 浩三、篠原 宏志、星住 英夫、松本 哲一、角井 朝昭、下司 信夫、斎藤 元治、風早 康平、高橋 浩、安原 正也、稲村 明彦、Nguyen Hoang、小栗 和清、小林 佳代子、染谷 雅美

## 〔研究内容〕

雲仙火山および島原半島の火山活動史およびマグマの進化過程を、地表地質および第1期山体掘削結果を総合して定量的モデルを構築し、背弧地域の地溝帯内に形成された活動的火山のテクトニクス上の意義付けを行った。野外地質調査及び1期掘削試料の再検討、化学分析、K-Ar 及び $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代測定により、雲仙火山の各時代の噴火様式、噴火中心、地溝の沈降活動について明らかにした。岩石学的特徴から雲仙火山のマグマ溜まりは約50万年前に形成され、苦鉄質マグマの注入を受けながら維持されたと考えられる。

雲仙火山周辺での土壌ガスの分析を行い、火山体内部での深部起源流体の分布や移動経路を明らかにした。火山ガス・地下水も含めた火山性流体の放出過程の総合モデル化を行った。島原半島における土壌ガス調査および地下水調査により、島原半島東部において深部起源 $\text{CO}_2$ の拡散的放出が顕著であることが明らかとなった。深部起源 $\text{CO}_2$ 放出量は土壌ガスから80t/d、地下水経路で10t/dであり、現在の山頂における放出量の1t/dを大きく上回る。放出量放出の分布は主に断層沿いに集中しており、深部からの供給は断層を通路としている可能性が高い。しかし、同様に断層の活動度が高い西部においては深部起源 $\text{CO}_2$ の拡散的放出が顕著ではなく、深部起源ガスの供給源が東部に偏在する可能性が明らかとなった。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕火山噴火、科学掘削

## 〔研究題目〕染色体の構造と機能解明のためのナノデバイスに関する総合研究

〔中項目〕染色体ナノ情報解析ツール（ナノソーターなど）の開発

〔研究代表者〕井上 貴仁

〔研究担当者〕井上 貴仁、野口 豊、林 修一

## 〔研究内容〕

本研究では、染色体ナノ情報解析ツールの開発を目的として、チップスケールで高速かつ高効率に染色体ソーティングを実現するオンチップの染色体ソーターの開発を行う。そのために、輸送、選別、検出などの各要素技術の高性能化と安価で使い捨て可能なデバイスの最適な作製プロセスの検討を行う。

平成16年度は、本課題の目標である染色体ソーターの開発に必要な要素技術となる電圧変調法と既存の電気泳動法との組み合わせた染色体ソーターを試作し、グリセロールマトリックス中においてスイッチング操作と電圧変調で染色体の選別を行った。また、選別後の回収効率を上げるために、染色体とマイクロ流路材料間の凝着力を低減する流路内壁用被膜方法とその材料の検討を進め、生体適合材料であるメタクリロイルオキシエチルホスホコリン（MPC）被膜による染色体の流路内壁への吸着

抑制の検討を行った。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕チップソーター、マイクロフルイディクス、単一分子検出

## 〔研究題目〕乱流制御による新機能熱流体システムの創出（科学技術総合研究委託費）

〔研究代表者〕大橋 秀雄（工学院大学理事長）

〔研究担当者〕吉田 博夫、川口 靖夫、菊島 義弘、阿部 裕幸、瀬川 武彦、松沼 孝幸、前田 龍太郎（先進製造プロセス研究部門）、西澤 啓（JAXA）

## 〔研究内容〕

本プロジェクトでは、産業技術総合研究所、航空宇宙技術研究所、海上技術安全研究所の3国研がそれぞれにおける研究ポテンシャルを融合させ国内外の諸大学とも連携協力してプロジェクトの推進に当たっている。産業技術総合研究所グループの研究目的は、最新のマイクロデバイス技術ならびに制御技術を用いて乱流を知的に制御しその短所を克服し長所を伸ばすための基盤技術を確立することである。本年度は最終年度にあたるので、これまで個別に開発してきた要素研究の成果をまとめ制御システムを構築した。具体的には、翼型剥離抑制制御システムの構築に取り組み、本研究で新たに開発した縦渦発生アクチュエータ（特許取得）、風向センサ（特許出願）を搭載した能動制御システムを完成させ、その制御効果を実証した。また、さらに高度な機能を持つ光ファイバー型音響インテンシティマイクロホン、駆動部のないアクチュエータに関する原理確認をおこなった。これらの成果をもとに実用化型センサ、アクチュエータに関する提案をおこなった。流体そのものの物性に働きかける制御においては、水に界面活性剤を微量添加した場合の壁付近での流れの構造と基本特性を実験的かつ直接数値シミュレーションにより検討した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕乱流制御、抵抗低減、剥離制御、マイクロデバイス、界面活性剤

## 〔研究題目〕生体硬組織の無機ネットワーク構造を模倣した骨組織誘導型人工骨の創製

〔研究代表者〕寺岡 啓（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕横川 善之、西澤 かおり、永田 夫久江、穂積 篤、稲垣 雅彦、斎藤 隆雄、加藤 且也

## 〔研究内容〕

本研究では骨の無機ネットワーク構造を基に、耐荷重構造及び骨形成に関わる物質輸送、シグナルの伝達を最適化することにより、骨のリモデリングのカスケードを速やかに人工骨内に誘導できる人工骨を創製することを目標とした。

平成14年度8月までは、マイクロ X 線 CT により精密計測した海綿骨形状データを基に、海綿骨形状の雌型を光造形法により造形し、上記雌型を利用して水酸アパタイトを海綿骨形状に成型することにより、海綿骨構造をコピーした人工骨の作成を試みた。海綿骨構造を持つ人工骨は、骨の機械的特性を再生する目的においては、魅力的なアプローチであったが、海綿骨構造は、優れた骨形成環境においても、骨で埋まることがないため、実用的な治療目的、つまり骨再生には不向きであると考えられた。また、上記のように海綿骨構造をロストワックス的に構築する手法では、技術的な制約により大きな人工骨を得ることが困難であった。

意図的に骨形成を促進することができるマクロ空間構造を見出し、その結果を反映した人工骨を製造することを研究目的に再設定した。その結果、骨伝導構造を持つ微小ユニットの集積化でモザイク的に硬組織再生空間を形成することを発想するに至った（「骨伝導構造を持つ微小ユニットの集積化による骨再生空間創製」）。本研究における人工骨のユニット化により下記を達成した。

- ・任意形状人工骨形成技術
- ・人工骨内に骨伝導構造を確実に分布させることができる製造プロセス
- ・骨伝導に最適な完全連通孔の形成技術
- ・注入療法に対応できる人工骨（仮骨延長、椎体圧迫骨折治療に対応）
- ・細胞との複合化が容易な人工骨

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、人工骨、再生医療

【研究題目】 新情報処理パラダイムに基づく技術分野：大域情報処理技術

【研究代表者】 大蒔 和仁（研究コーディネータ・情報通信担当）

【研究担当者】 関口 智嗣、横川 三津夫、長嶋 雲兵、小島 功、小川 宏高、中田 秀基、田中 良夫、首藤 一幸、高木 浩光、菅原 保雄、工藤 知宏、児玉 祐悦、瀬河 浩司、坂根 広史、松田 元彦、建部 修見、伊藤 智、川田 正晃、西川 武志、山本 直孝、戸村 哲、新部 裕、田代 秀一、田沼 均、半田 剣一、錦見 美貴子、高橋 直人、中村 章人、渡邊 創、田中 哲、北川 隆、上野 乃毅、木下 佳樹、高橋 孝一、大崎 人士、渡邊 宏、古澤 仁、武山 誠、岡本 圭史、尾崎 弘幸、西原 秀明

【研究内容】

世界中に分散して置かれる膨大な計算機資源を、i) 計算機ネットワークを用いて有効に利用するとともに、

ii) ハードウェア的にもソフトウェア的にもつなぎ目がないように構成し、接続するための基礎技術の確立を目指す。iii) また、大域での情報処理の方式についてシステムが正しく動作することを保証するための理論の確立を目指す。

(1) グリッド技術

大規模 Grid 環境において高い性能と利便性を提供する GridRPC プログラミングシステムである Ninf-G Version 2の実装と予備評価を行った。その結果、ベンチマークプログラムを用いた性能評価により、複数の大規模クラスタにより構成される計算グリッドにおいて高い性能を提供することが実証された。

また、量子化学計算の1つである TDDFT を例にとり、科学技術計算のために Ninf-G が備えているべき機能を検証し、Ninf-G の実用性を明らかにした。

(2) グローバル情報技術

ソフトウェア開発を支援するために、ソフトウェアのソースやドキュメントだけではなく、バグレポートや開発者のコミュニケーションなどまで情報を統合して提供するシステムの研究を行った。また Linux/Unix 汎用多言語情報処理ライブラリの正式公開を行い、普及活動を行った。

(3) システム検証技術

リアクティブシステム検証に必要な一階様相  $\mu$  計算の構築とその健全性および完全性の研究をおこない、健全性を示した。別途 AIST 内で行なわれた企業との共同研究の成果を分析してモデル検査を開発現場に適用するためのノウハウを抽出し、環境ドライバ法と名付けた。また、リアクティブシステム検証のための有力な検証手法であるモデル検査について、特定のツールに依存しない知識を伝えて、ツールの良し悪しを判断する能力を身につけさせることを目標とした研修コースを研究開発した。本年度は初級コースのテキストと演習ソフトウェア環境を完成させ、4回20日にわたってコースを開催した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 グリッド技術、グローバル情報技術、システム検証技術

【研究題目】 セキュリティ情報の分析と共有システムの開発

【研究代表者】 大蒔 和仁（研究コーディネータ・情報通信・エレクトロニクス担当）

【研究担当者】 高木 浩光、森 彰、橋本 政朋、泉田 大宗、渡邊 創、北川 隆、戸村 哲、中村 章人、田代 秀一、田沼 均、田中 哲

【研究内容】

IT 技術の進展に伴い、インターネットに対する攻撃手法は広域化、悪質化してきており、後追い対策を中心

とした従来の情報セキュリティ対策を越えて、早期警戒をはじめとする対策技術の抜本的な高度化と国レベルで一貫した対応体制の構築が求められている。また、セキュリティの向上に伴い利用者のプライバシーがセキュリティ管理者により多く集中するので、適切なプライバシー保護を実現する必要がある。

そこで、誰もが安心して情報通信システム(機器および網)を利用できるような、世界最先端の IT 国家の実現をめざし、情報通信システム(機器および網)のセキュリティ事故やサイバー攻撃に対する早期警戒システム(分析と共有)構築のための技術開発、ならびにプライバシーに関する検討を行う。また、これらの研究開発を、複数の関係機関が有機的な連携によって進めることにより、情報通信システムに対して国・民間が一丸となって一貫したセキュリティレベルを確保できるような体制を構築する。

(1) コンピュータウィルスの異常な振る舞いに基づく検出技術の実用化に関する研究

① ポリシー定義言語の設計

定義された状態ごとに、状態遷移を API 関数呼び出しパターンと引数の値に関する条件の組で定義する言語を設計した。そして、ポリシー記述やポリシー記述のマクロ変換処理の実験を通じてその有用性を検証した。

② 仮想実行環境の整備

API 関数呼び出しを処理するスタブ関数ライブラリを自動的に構築するツールを開発するとともに、レジストリ、環境変数、ファイルシステム、メモリ管理、例外割り込み、スレッド管理に関する情報を格納したデータベースとこの情報へアクセスする関数ライブラリを作成した。これにより、スタブ関数の自動生成とその内部での仮想実行処理の記述が可能になった。

(2) Web システムの脆弱性分析法に関する研究

Web アプリケーションの脆弱性調査を目的とした特殊な機能を持つ「Web ロボット」を作成した。検索サービスを目的とした一般的な Web ロボットと異なり、応答のヘッダ情報や、HTML の属性情報を保存するように工夫している。これを作動させる実験を行い、「.jp」ドメインのサイト約2万か所について分析したところ、(i)SSL を用いた暗号化ページを持つサイト386か所のうち8.8パーセントに問題があること、(ii) cookie を発行しているサイト7075か所のうち、P3P ポリシーを提示していないサイトが83パーセントの割合で存在することなどがわかった。

(3) フォーマルメソッドに基づくセキュアプロトコルの評価および設計指針に関する研究

フォーマルメソッドに基づく形式的安全性評価法を柔軟かつ高機能、また効率的に実装するため、システムでどのような機能が必要であるかを検討し、要件定義書としてまとめあげた。またシステムの基本的な構

成や内部で使用する中間言語、各部の機能を設計し、システムの核となる中間言語処理系基本設計書を作成した。さらに、評価手法に精通していないユーザでも、システムを容易に利用できるよう、GUI を含めたユーザインターフェイスでどのような情報をいかに表示、入力させるかを検討し、ユーザインターフェイス基本設計書としてまとめた。

(4) 脆弱性情報の収集・分析・流通・活用法に関する研究

脆弱性情報の収集、分析する技術、既存の脆弱性情報データベースのコンテンツを XML 等の互換性の高い情報形式に変換しコンピュータが活用できる Web サービスとして連携させる技術、その脆弱性情報を活用するための技術およびそれらのシステム環境を確立するための基本設計を行った。

[分野名] 情報通信

[キーワード] コンピュータウィルス、未知ウィルス検知、Web アプリケーション、脆弱性、Web ロボット、SSL、P3P、セキュアプロトコル

[研究題目] 状況・意図理解によるリスクの発見と回避

[研究代表者] 赤松 幹之(人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 赤松 幹之、宇津木 明男、加藤 晋(人間福祉医工学研究部門)

[研究内容]

目標・計画:

長距離運転に伴う運転リスクの変化を運転行動及び車両状態から検知する技術を開発する。運転行動が適切か否かは、規範となる運転行動を知ること、それからの逸脱の程度によって判定することができる。そこで、運転行動と車両状態および道路交通状況そして運転員状態を長時間に渡って計測できる運転記録装置を開発し、高速道路上での運転行動データの計測・蓄積を行う。そして、運転行動データに基づいた行動モデル化手法を開発して、モデル化された運転行動と比較することで運転リスクの高まりを事前に推定する技術を開発する。

年度進捗状況:

運転操作行動を検知するための操作具センサ、車両状態を検知するための3軸加速度計、ジャイロセンサ、交通状況等を検知する車間距離センサ、交通状況および運転者状態を検知するための CCD カメラ、高速道路上での車両位置(キロポスト)を検知する装置、およびこれらのセンサ出力を記録する装置を統合した運転行動計測装置を開発した。この装置を、東京一大阪間の高速道路を定期運行する5台の運送トラックに搭載し、4ヵ月間で120往復分の運転行動データを収集した。計測データからデータベースを構築し、計測変量間の関連性のマクロ的解析を行った。ペダル操作による速度変化と道路勾配

の間に運転者特性を表す特徴的な関連性のパターンを見出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 運転リスク、行動モデリング、長距離運転行動

【研究題目】 危機管理対応情報共有技術による減災対策

【研究代表者】 野田 五十樹（情報技術研究部門）

【研究担当者】 野田 五十樹、和泉 潔、太田 正幸、熊田 陽一郎

【研究内容】

大規模災害・テロ・重大事故などの災害が発生した際の救助活動を円滑に実行するために、災害発生時の状況からの時系列推移をマルチエージェントシミュレーションで推定しながら救助計画を策定する救助計画立案システムの研究開発を行う。時間軸を有する地理情報システムを核とし、そこから得られるリアルタイムでの現場の状況を把握し、その情報を元にマルチエージェントシミュレーションを実行することにより、どのような救助計画が有効であるのかを検証・提案するシステムを構築する。これらのシステムは様々なサブモジュールを統合したシステムとして動作するものとなる。すなわち1) 交通シミュレータ、人流シミュレータ、構造物シミュレータなど個別のマルチエージェントシミュレータ、2) 統合シミュレーションエンジン、3) 救助計画立案等のための付加モジュール、等である。

これに対し、当該年度は以下の項目を行った。

シミュレーションによる情報共有の減災効果検証に必要な基礎データを、共有プラットフォームからシミュレーションシステムに迅速に転送するために、データ入力・検索およびシミュレーション制御のための共通プロトコルの設計を行った。災害に関係する情報には多種多様なものが考えられるため、それらを柔軟に扱いつつ、大量のデータを高速に検索・操作するための枠組みを用意する必要がある。また平常時における自治体業務やインフラ事業者との連携等を考慮した結果、XMLの各種標準を用いたプロトコルを設計した。さらに既存の各種システムを迅速に連携させる実験を行うために、そのプロトコルにのっとり情報共有データベースのサンプル実装を行い、機能などを検証した。

さらにシミュレーションについては、中越地震など実際の事例を中心に現状で入手可能な情報の収集を行い、広域交通管制・医療資源分配等を対象に減災効果の検証が可能なテーマの洗い出しを行った。特に医療資源分配については、現状システムの検証とシミュレーションモデルの検討を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス分野

【キーワード】 災害救助、マルチエージェント、シミュレーション、情報共有

【研究題目】 障害者の安全で快適な生活の支援技術の開発

【研究代表者】 坂上 勝彦

【研究担当者】 坂上 勝彦、北島 宗雄、関 喜一、熊田 孝恒、橋田 浩一、児島 宏明、佐土原 健、依田 育士、樋口 哲也、梶谷 勇、佐藤 雄隆、関田 巖

【研究内容】

障害者の自己決定を支援する情報コミュニケーション技術の開発（サブテーマ1）においては、①認知・知的障害者の理解特性に合わせた情報提示技術、②認知・知的障害者の知識表現支援技術の開発を行い、実用性を確認するとともに普及のための基礎を確立する。重度障害者の自立移動を支援する技術の開発（サブテーマ2）においては、①重度障害者の移動を支援し、個人差が大きく、特性が変動しやすい重度障害者による入力操作に対して的確に対応できる新たな操作入力技術、②安全な移動を確保するために環境中の危険要因を検出するシステムを開発し、重度障害者の生活場面における臨床実験によってその有効性を実証する。平成16年度は要素技術の技術スペックの明確化を図り、基本的な手法の開発を行った。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ヒューマンインタフェース、福祉、重度障害者支援

【研究題目】 金属コア入り圧電ファイバの実用化

【研究代表者】 佐藤 宏司

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 佐藤 宏司

【研究内容】

金属コア入り圧電ファイバは、コンポジットに埋め込むことによって、センサとしてもアクチュエータとしても利用することができる。また直径は0.2mm程度でありながら、長さは数メートルの長さまで作製することが可能である。その多機能性及び斬新な構造的な特徴から、例えば航空機の翼の損傷箇所の診断や、翼に発生する振動を抑制することが可能となる。このファイバを利用した各種応用研究を行うために、金属コア入り圧電ファイバのデバイス提供のための技術開発を行ない、日本発のデバイスとして、国際スタンダードの確立を行う。それにより、国内外の大学、企業、研究所等に金属コア入り圧電ファイバを供給し、それぞれの分野において基礎研究、応用研究を独自にまた協力して研究を行い、金属コア入り圧電ファイバの特徴を利用した新しいアプリケーションの創造を促すことを目的として研究をしている。共同研究を行っている長峰製作所において直径200 $\mu$ mの金属コア入り圧電ファイバの作製に成功しており、また環境問題へ対応するため BNT 系の非鉛圧電材料においても金属コア入り圧電ファイバの試作に成功した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造  
 〔キーワード〕 スマートストラクチャー、圧電、ファイバ、アクチュエータ、センサ、振動制御、CFRP

〔研究題目〕 科学技術振興調整費（緊急研究）「平成16年（2004年）新潟県中越地震に関する緊急研究」

〔研究代表者〕 横倉 隆伸

〔研究担当者〕 横倉 隆伸、杉山 雄一、粟田 泰夫、吉岡 敏和、岡村 行信、遠田 晋次、石山 達也、丸山 正、吉見 雅行、柳沢 幸夫

〔研究内容〕

地表地震断層の緊急現地調査を行い、新潟県中越地震に伴って、旧広神村～小出町に出現した地表地震断層の可能性が高いと判断された地表断層について、緊急に詳細な観察・記録・計測を行った。地質情報に基づく地下構造を推定するため、5万分の1地質図などの既存の地質及び地球物理学的な情報を収集整理した。その結果、バランス断面法を用いた震源域の地下構造を推定することができた。また、震源断層と地表地震断層との関係についての総合解析を行った。すなわち、緊急現地調査によって確認された地表地震断層と、バランス断面法を用いて既存地質情報から推定された地下構造モデルを、GPS、水準点測量、InSAR 等による地殻変動データ、並びに余震の高精度臨時観測結果などを参照して統合し、flat and ramp 構造を有する buried faulting モデルを構築した。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 2005年新潟県中越地震、地表地震断層、地下構造、バランス断面法、伏在断層

〔研究題目〕 ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム（NPPP）

〔研究代表者〕 横山 浩、秋永 広幸

〔研究担当者〕 中桐 伸行、大井 暁彦、若山 貴行、金澤 朋実、佐藤 平道、本多 尚子、樋口 博文、仙波 靖之、風間 茂雄、大山 育子、唐澤しのぶ

〔研究内容〕

目標：

ナノレベル構造を有するデバイス、MEMS の作製および構造・機能評価のため産総研ナノプロセッシング施設（AIST NPF）にラインアップされた先端機器、専門知識およびノウハウを、産学官の研究者に広く提供し、ナノテクノロジー分野における研究開発の促進、先端的アイデアの実証を支援する。

計画：

産学官連携部門、研究環境整備部門等の産総研の支援

部門と一体となって、本格的な支援活動を実施する。また、ナノテクノロジー総合支援プロジェクト「ナノレベルでの極微細加工・造形支援」に参画する5機関（産業技術総合研究所、早稲田大学、東京工業大学、大阪大学、広島大学）の幹事機関として、相互の情報交換をはじめ、統一的な広報・周知活動、ワークショップなどを企画する。

年度進捗状況：

- 1) 平成16年度には、ナノプロセッシング施設の拡充を実施し、支援依頼を受けて計123件を採択し実施した。支援形態の内訳は、技術代行28件、装置利用79件、共同研究5件、技術相談11件である。産官学の内訳は、企業41件、大学34件、公的研究機関48件で、企業のユーザーが多いことが特徴である。
- 2) 平成16年度は、ナノ・マイクロファブリケーションの代表的な装置やテーマ毎に、一日半あるいは二日間の短期で少人数のスクールを6回開催することとした。取り上げた装置やテーマは、集束イオンビーム加工観察装置、電子ビーム描画装置、走査型プローブ顕微鏡、高分解能電界放出型走査電子顕微鏡、薄膜作製、フォトリソグラフィの6つである。全員が装置を操作できるようにそれぞれのスクールの参加者を4名とした。第1回目の集束イオンビーム加工観察装置に関するスクールでは応募者が非常に多かったため、このスクールのみ2回実施した。従って、平成16年度は合計7回のスクールを開催した。このような新たな試みに対して、「本など文献では得られない多くの情報が得られた」というコメントを受講者から数多くいただき、実習を主体とするスクールの特徴が発揮され、良い評価を受けていることが確認できた。
- 3) 当事業の活動を紹介する A4両面印刷のフライヤーを修正して印刷し、産総研の関連事業所などでの常備等を通して約1500部を配布した。インターネットのホームページを拡充し、支援件数や支援成果例を掲示した。ホームページのナノテク図書館では15年度に開催したスクールのテキストを公開中であるが、16年度に開催したスクールに関するテキストを順次公開して、ナノテク図書館の充実を図った。グループの支援活動の PR として昨年度と同様に応用物理学会誌、日本物理学会誌、電気学会誌に1ページの広告を掲載した。
- 4) 極微細加工・造形グループの幹事機関として、支援活動に関わる様々な問題を協力して解決することを目的に、グループ会議を2回、早稲田大学と東京工業大学で開催した。また、広報を主目的として、極微細加工・造形グループ主催のワークショップを約100人の参加者を得て、大阪大学で開催した。産総研の平成15年度の実績報告書を製本し、ナノテクノロジー総合支援プロジェクトセンターや他支援機関に配布した。さらに極微細加工・造形グループの実績報告書のまとめを作成、製本して関係機関に配布した。

[分野名] ナノテク・材料・製造  
 [キーワード] 微細加工、ナノ造形、リソグラフィ

[研究題目] 遺伝子情報解析に関する研究  
 [研究代表者] 河原林 裕  
 [研究担当者] 河原林 裕、阿久津 純一、辻村 昌也、  
 張子 蓮、佐々木 真弓

[研究内容]

目標：

様々なタンパク質の形を決めようというタンパク3000プロジェクトに貢献するため、形を決めるのに都合の良い、安定性が高く（80℃でも形が変わらない）、熱に強いタンパク質を出来るだけ多く大腸菌に作らせる。作ることが出来たタンパク質の働きを解明すると共に大学と共同で形を決める。

研究計画：

温泉から発見され、80℃程度の温度を最も好む微生物には約2800の遺伝子らしい領域が見つかったので、この微生物が生きていくのに重要な遺伝子を選択して、この遺伝子から目的とするタンパク質を大腸菌内で作らせる。元と同じように熱に強い性質を有するタンパク質が十分量得られたら、それらをタンパク3000プロジェクトに提供する。また、その内の幾つかに関しては、その働きについても確認を行う。

年度進捗状況：

本年度は、80℃程度の温度を最も好む微生物について、約100個の遺伝子を対象に大腸菌で作らせる事を試みた。大腸菌の中で作られたタンパク質の状態や熱に強い性質を保持しているかの確認を進めた。その結果、約半数のタンパク質は熱に強い事が判った。さらに、幾つかのタンパク質の働きの解析を昨年度から継続し、熱に大変強く80℃でも働くだけでなく、予想外の物質を変化させる事や予想外の金属イオンを必要とする事などが判明した。その成果は、論文として公表しただけでなく、産総研から特許の申請を行った。

[分野名] ライフサイエンス  
 [キーワード] 耐熱性タンパク質、超好熱古細菌、ゲノム情報、組換え発現

[研究題目] スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急調査研究

[中項目名] 震源近傍における海底調査／海底変動地殻調査

[研究代表者] 池原 研  
 [研究担当者] 池原 研、荒井 晃作、岸本 清行、  
 西村 清和、上嶋 正人、辻野 匠

[研究内容]

海洋研究開発機構所有の調査船「なつしま」による調査航海に参加し、シングルチャンネル音波探査システムによる音響断面記録の取得とその処理・解析、ならびに

無人探査機ハイパードルフィンに搭載した深海曳航式地層探査装置による海底表層の精密地層探査を行った。得られたシングルチャンネル音響断面記録には地震断層に関係すると考えられる明瞭な断層は確認されなかったが、前弧海盆沖合の海溝陸側斜面では地形が急峻で海底からの反射が弱く記録の質が十分でないため、より詳しい地質構造の調査・解析が必要である。表層地層探査記録では、海底下10-20mまでの表層構造が把握でき、その変化がとらえられた。一部では泥質堆積物がブロック状に傾斜した構造や堆積層がやや乱れた部分が認められるが、これらが地すべりに関係したものか、断層自体に関係したものかは現時点では不明である。

[分野名] 地質・海洋  
 [キーワード] 2004年（平成16年）スマトラ沖地震、津波、音波探査、斜面崩壊

—原子力試験研究費—

[研究題目] トリチウム吸蔵材料における蓄積ヘリウムの非破壊観測技術の開発

[研究代表者] 林 繁信  
 [研究担当者] 林 繁信、小森 佳彦  
 [研究内容]

核融合の燃料であるトリチウムを長期にわたり安全に保存するためには合金系吸蔵材料の使用が有望である。ところが、トリチウムの崩壊に伴って生成するヘリウム-3が材料内部に蓄積することにより吸蔵材料の特性が変化してしまうことが安全上問題となっている。蓄積ヘリウム-3の量は推定されているのみで実測されておらず、蓄積ヘリウム量をモニタリングする技術の開発が望まれている。

本研究では、トリチウム吸蔵材料における内部蓄積ヘリウムを非破壊・非接触で観測する技術を開発する。手法としては、固体核磁気共鳴（NMR）法を用い、蓄積ヘリウムの定量および存在状態に関する観測手法を確立する。本研究によってヘリウム-3の非破壊観測技術を確立することにより、トリチウム吸蔵材料における内部蓄積ヘリウムのモニタリングが可能となる。この結果、トリチウムの安全な取扱技術の確立に貢献することができると期待される。

平成16年度は、ヘリウム-3を標準試料に導入する試料調製装置を自作して、ヘリウム-3を含む試料を作製できるようにした。また、既存の1.4テスラ卓上型固体NMR分光器にヘリウム-3用検出器を接続して、ヘリウム-3用固体NMR装置を整備した。並行して、4.7テスラ超伝導磁石を持つ固体NMR装置の整備も行き、ヘリウム-3シグナルを積算無しの状態検出できた。4.7テスラ超伝導磁石を持つ固体NMR装置を使用して測定条件と検出感度についての検討を行った。試料として1気圧以下のガスを用い、シグナル積算の測定パラメータの調整を行い、シグナル強度とガス圧との相関関係を確

認できた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 トリチウム、ヘリウム、非破壊観測、核磁気共鳴

〔研究題目〕 自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究

〔研究代表者〕 山田 家和勝

〔研究担当者〕 山田 家和勝、清 紀弘、小川 博嗣、安本 正人、豊川 弘之、渡辺 一寿、大垣 英明

〔研究内容〕

産総研では、小型電子蓄積リング NIJI-IV を用いた広帯域（真空紫外～赤外）自由電子レーザー発振の研究を進めており、発振波長は国内唯一の真空紫外（VUV）域に到達している。また蓄積リングを用いたものとしては世界初の、赤外（IR）FEL 発振も見込める状態となっている。この場合、FEL 発振器内でレーザーコンプトン散乱を自動的に起こさせ、準単色エネルギー可変硬 X 線（FELCS-X）を発生させることも可能である。本研究課題は、VUV 域における FEL の短波長化を進めるとともに、IR FEL 及び FELCS-X を発生させ、基礎科学分野はもとより、材料診断・評価、選択的振動励起等に応用するための研究開発を行うことを目標としている。

平成16年度は、VUV FEL 用高安定光共振装置を設計・試作するとともに、光共振器パラメータの最適化により200nm 付近における FEL 出力の一桁向上（50 $\mu$ W から500 $\mu$ W へ）が可能となった。IR FEL 発振に関しては、赤外用光クライストロンからの自発放光スペクトルを詳細に調べ、赤外域で2%以上の FEL ゲインが得られることがわかった。FEL 利用研究として、VUV FEL と PEEM を組み合わせてパラジウム表面における CO と O<sub>2</sub>反応の実時間イメージングが可能となった。また阪大との協力により、リニアックベースの IR FEL をポリエチレンテレフタレート（PET）に照射し、発生する光音響信号を高感度マイクロフォンで検出する光音響分光法（PAS）を用いた元素分析実験を開始した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 電子蓄積リング、広帯域自由電子レーザー、硬 X 線、レーザーコンプトン散乱、化学反応イメージング、光音響分光法

〔研究題目〕 小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究

〔研究代表者〕 鈴木 良一

〔研究担当者〕 鈴木 良一、大平 俊行、石橋 章司

〔研究内容〕

電子加速器等で発生した高エネルギーX線から得られ

る高強度陽電子ビームは様々な高機能材料の物性測定プローブとして有用であり、これを用いた材料評価法は材料開発にブレークスルーをもたらすツールとして期待されている。本研究では、陽電子発生用に最適化した高パルスレートの小型電子加速器により高品質・高強度の低速陽電子ビームを発生し、それをマイクロビーム化および短パルス化する技術を開発するとともに、この短パルス陽電子マイクロビームを用いた革新的材料評価技術を確立することを目標とする。平成16年度は、5年間の研究プロジェクトの初年度であり、上記の目標を達成するために半導体素子を用いた大電力パルス発生回路等の小型電子加速器のコンポーネントの開発、放射線遮蔽・エネルギー増強のための C バンド加速管の導入、陽電子コンバータ・減速部の開発、陽電子ビーム輸送系・集束系の開発を行った。さらに短パルス陽電子マイクロビームの応用範囲を広げるため、従来の原子力試験研究で開発した装置を用いてシリカ系のポーラス材料やイオン注入半導体等の薄膜や表面近傍の極微構造の評価を行って、短パルス陽電子ビームによる材料評価法の有用性を示した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 低速陽電子ビーム、マイクロビーム、ポーラス材料、電子加速器

〔研究題目〕 真空紫外～軟 X 線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発

〔研究代表者〕 鳥塚 健二（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 欠端 雅之、高田 英行、小林 洋平、植村 禎夫

〔研究内容〕

目標：

レーザーによる高次高調波は高い時間分解能を持つコヒーレント短波長光源であり、最先端のフェムト秒レーザー制御技術を適用することで時間分解計測の方式に新しい展開が始まりつつある。本研究ではフェムト秒からサブフェムト秒レベルの真空紫外～軟 X 線コヒーレント光パルスによる時間分解現象計測を目指した技術開発を行うことを目標とする。

研究計画：

パルス内光波位相（Carrier-envelope phase: CEP）を制御した高強度基本波パルスを用いた高調波パルス発生により、真空紫外から軟 X 線領域パルスの時間特性の制御を行い、さらに高調波のダブルパルス化による干渉計測、そして基本波電界と高調波パルスを組み合わせた計測手法の開発を目指す。

年度進捗状況：

（1）レーザー発振器の高精度 CEP 制御

計測応用に必要な CEP 精度と安定性を実現することを目指し、レーザー発振器のミラー角度制御と共に励起レーザーパワー制御を行い、CEP 揺らぎ0.13rad（周波数

成分0.02Hz から2MHz)、50分に渡る制御を実現した。また、高精度な広帯域 CEP シフターとして波形整形器を用いることを提案・実証した。

〔2〕真空紫外軟X線コヒーレントパルス評価

チタンサファイアレーザー増幅器の出力を干渉計を用いてダブルパルス化し、5次高調波（160nm）を発生させ、高調波のスペクトル干渉を観測した。また、波長800nm のレーザー照射により引き起こされるフッ化カルシウム結晶の過渡的屈折率変化によって、高調波のスペクトル干渉が変化することを、ポンププローブ実験で確認した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕超高速光計測、位相制御、軟X線

〔研究題目〕SR-X線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究

〔研究代表者〕小池 正記

〔研究担当者〕小池 正記、池浦 広美

〔研究内容〕

ライフサイエンス分野の重要なターゲットの一つは、それら遺伝情報の細胞内発現や発現タンパク質の機能のダイナミクス観察の実現と考えられている。これまで空間分解能が最も高い分析手法として透過型電子顕微鏡手法が用いられてきているが、生きたままでのリアルタイムでの分析は不可能であった。生きたままでのサンプルを解析できる可能性はX線を用いるしか方法はないため、本研究課題では、リアルタイム・ナノメータサイズ分析法として透過モード光電子分光法を新たに開発する。これは試料に微細ビームを照射し透過X線を変換面で光電子に変換し、磁界レンズで光電子の発生部位を拡大し分析を可能とする手法である。X線集光素子としてゾーンプレートが広く用いられているが、この性能は最外層のゾーン幅をいかに小さくできるかによっており、電子ビーム露光装置などの加工精度に依存している。これを解決するため1次元非対称ゾーンプレートで斜入射で用いる方法を考案した。ゾーンプレートの垂直に対する傾け角を $\theta$ とすると、最外層の線幅を $1/\sin\theta$ 倍小さくできる。光電子顕微鏡を用いた生きたままの細胞観察の基礎実験として、光電変換面としても利用されるSi基板からの二次電子の有機薄膜への照射効果について調べた。それにより、有機薄膜の直接励起と比較して、光電変換面からの二次電子による間接励起の効果が小さいという結果を得た。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕電子蓄積リング、放射光、集光分光、ゾーンプレート、光電子顕微鏡

〔研究題目〕原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究

〔研究代表者〕荒井 和雄（パワーエレクトロニクス研

究センター、光技術研究部門）

〔研究担当者〕奥村 元、福田 憲司、田中 保宣、石田 夕起、先崎 純寿、小杉 亮治、高尾 和人、鈴木 良一、西島 俊二

〔研究内容〕

Siに代わるSiCなどの放射線耐性を有すると期待される軽元素半導体材料のデバイス試作を行い、原子力エレクトロニクス・システムを構成する候補デバイスとして、pnダイオード、ショットキーダイオード、MESFET、MOSFET等のデバイスを取りあげ、その放射線耐性を評価し、回路構成における影響を含め、優劣を明らかにする。また、評価技術としては放射線ビームを用いた新しい評価手法を開発し、それらの手法を用いて各種デバイスを耐放射線性や放射線損傷の観点から評価する。

平成16年度は、新たに設計・試作した大面積高耐圧pnダイオードの耐放射線性評価を行った結果、逆方向特性については $\gamma$ 線照射線量を59.5MRまで増加させても全く変化が見られなかったが、順方向特性では $\gamma$ 線照射線量の増加に伴い、オン電圧が増加する傾向が観察された。この順方向特性劣化は、その原因がダイオードの中に生じる再結合中心による可能性が大であると推測された。このことからユニポーラスイッチング素子が放射線照射耐性の大きな素子と考えられる。引き続き実証する予定である。

〔キーワード〕シリコンカーバイド、耐放射線素子、放射線照射欠陥、素子化プロセス

〔研究題目〕軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究

〔研究代表者〕苑田 晃成

〔研究担当者〕苑田 晃成、横田 洋二、細川 純嗣、坂根 幸治、廣津 孝弘

〔研究内容〕

本研究は、経済的かつ効率的にリチウム、ホウ素同位体採取する分離プロセスの確立を目的とする。また、海水等の国内資源から採取したリチウムおよびホウ素を用いる分離システムを設計・評価し、同位体資源の安定確保を目指す。

平成15年度から5年計画で同位体濃縮度を3倍にすると共にミリグラム単位での同位体分離を目指す。更に実用化に向けた詳細設計についての研究を進める。

平成16年度は前年度に引き続き、単一カラムを用いて異なる条件で同位体分離実験を行い、同位体分離曲線を作製した。単一カラムによる結果と多段カラムを比較し、多段化の効果について明らかにした。ホウ素同位体分離において、自ら合成したポリエステル系のグルカミン樹脂を固定相に用い、内径1cm、長さ1mのガラスカラム4本に詰めて、複数のカラムを用いた疑似移動カラム法の操作条件を明らかにし、同位体分離を試みた。カラムを長くすることによる多段分離の効果が明らかになると共

に、疑似移動カラム法による同位体濃縮において、約1ヶ月の連続運転（疑似移動8m）を実施した。吸着帯がバンドを形成し、その中で、同位体分別が起こっていた。ホウ酸が中性分子のため、電気伝導度の変化率が小さく（pH の変化率も同様）、吸着帯前端を認識することは容易でなかった。一方、吸着帯後端は、色素を添加することにより、容易に認識することができることがわかった。これにより、カラム再生のタイミングをはかり、疑似移動カラム法による同位体濃縮において、約1ヶ月の連続運転を実施できた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 リチウム、ホウ素、同位体分離

【研究題目】 高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究

【研究代表者】 豊川 弘之

【研究担当者】 清 紀弘、小川 博嗣、山田家 和勝

【研究内容】

高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の確立と実用化を目指して、高輝度 $\gamma$ 線ビームを用いた高速・高分解能 CT システムの開発を行うと共に、光子エネルギーの X 線領域への拡張によって、対象とする物質の種類の拡大や、物質に対する選択撮影の実現など、高度な CT 技術の構築とその利用技術の拡大を図る。またこれと平行して、赤外からマイクロ波領域の電磁波と電子の相互作用について研究し、電磁波アンジュレータ等の新技術の開発を行い、高透過性光子ビームの高効率な発生、高輝度化、エネルギー範囲の拡大、装置の小型化について研究する。

産総研電子蓄積リング TERAS を用いたエネルギー可変 $\gamma$ 線を用い、高透過性光子ビームを利用した大型工業製品等の非破壊検査 CT システムを構築した。準単色・高エネルギー光子ビームを用いた産業用非破壊検査システムの開発において、Fabry-Perot 共振器を用いて共振器内部で実効的なレーザーパワーを増大させ LCS- $\gamma$ 線光子の収量をこれまでより約一桁向上させることを考えた。そのため、高フィネス Fabry-Perot 共振器の設計、製作、および性能評価を行った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 高透過性光子ビーム、高輝度 $\gamma$ 線ビーム、非破壊検査、CT

【研究題目】 原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究

【研究代表者】 馬場 哲也（計測標準研究部門）

【研究担当者】 渡辺 博道、高澤 眞紀子

【研究内容】

原子力プラントの伝熱解析を行う上で、それらを構成する材料の1000~3000K における比熱容量、熱伝導率、熱拡散率、半球全放射率は必須のパラメータである。そ

こで、これらの熱物性値を1台の装置で高速測定する技術を開発すると共に開発した装置により測定したデータや過去の文献値をデータベースに収録してインターネット上に一般公開することを目標とする。平成16年度末までに、通電加熱技術と光加熱技術を組み合わせ、1秒以内に1000K 以上の温度域における導電性物質の熱拡散率を計測する技術の開発を行った。また、試料温度分布の影響を考慮した半球全放射率の新しい解析法を考案した。これら新しく開発した測定法と解析法の妥当性を評価するため、モリブデンの熱拡散率・半球全放射率測定を行い、得られた測定結果と文献値の比較を行った。その結果、熱拡散率の測定結果と文献値との差は10%以内であることを確認した。半球全放射率に関しては、複数の文献データのほぼ中間の値であることを確認すると共に、低温域において試料温度分布の影響が大きくなる傾向を確認した。それらの結果に関して、学会発表及び論文発表を行った。データベースに関しては、インターネット上にデータベースを公開すると共に、評価を行った上で333件の物性文献データの収録を行った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 比熱容量、熱伝導率、熱拡散率、放射率

【研究題目】 原子力構造材の遠隔検査技術に関する研究

【研究代表者】 松田 洋一（計測標準研究部門）

【研究担当者】 服部 浩一郎

【研究内容】

本研究では、放射線環境下や狭隘部での非破壊検査を実現するため、レーザーによる非接触の超音波発生、及び検出技術を開発する。レーザーによる発生では、パルスレーザーを用いて数 MHz~100MHz までの超音波を励起する技術を開発する。また、レーザーによる検出では、試料表面の光学的性状や形状に影響を受けにくい光計測技術を開発する。これらの技術開発により、従来検査が困難であった線量の高い部位や狭隘部での測定を可能とする遠隔検査技術の確立を目的とする。

レーザーによる非接触超音波技術において、最大の技術課題は実環境での超音波検出技術の開発である。本研究では、位相共役結晶（フォトリフラクティブ結晶）により破壊された光の位相情報を復元し、検出感度を向上させる技術を開発する。また、広範囲の検査を迅速に行うため、短時間で S/N の高い信号波形が得られる超音波励起レーザーを実現する。さらに、励起及び検出光を光ファイバーで伝送する技術を開発し、検査システムとしての融通性を得る。これにより、迅速な走査を可能とし、得られた2次元欠陥イメージから検出能力を実証する。

平成16年度は、超音波の検出レーザー及び励起レーザーを光ファイバーによって伝送する技術を開発した。検出レーザーについては、多モード光ファイバーによる伝送を行うと共に光波面のひずみを補正する技術を開発した。励

起レーザについては、パルスレーザ（ピークパワー0.3MW）をバンドルファイバーにより伝送した。き裂の画像化については、矩形き裂（大きさ5×2mm、距離5mm）の画像化を行い、き裂幅及び距離を定量的に評価できることを示した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 超音波非破壊検査、レーザ超音波、き裂計測、光位相共役

【研究題目】 低エネルギーX線精密回折分光技術の開発に関する研究

【研究代表者】 藤本 弘之（計測標準研究部門）

【研究担当者】 渡部 司

【研究内容】

目標：

X線を用いる基礎研究並びに応用研究の場では精度信頼性向上のために高精度の波長マーカの設定が不可欠である。この研究では低エネルギーX線の波長を正確に測定するため、SI波長標準に準拠した高精度の波長マーカの設定を目指している。具体的には核共鳴 $\gamma$ 線（14.4keV）波長のレーザ波長標準に基づいた絶対測定を行い、さらに近傍の核共鳴 $\gamma$ 線の波長の絶対測定も行う。1.この時の精度目標を0.1ppmレベルに、2.さらに核共鳴 $\gamma$ 線（14.4keV）による相対測定を低エネルギー側に拡張し、その時の精度を10ppm程度とするものである。

研究計画：

様々な核種について、核共鳴 $\gamma$ 線波長の絶対測定を行い、波長マーカデータベースの拡充を測る。核種の選択は、放射光施設での励起可能核種の状況を検討して決定する。波長測定は、精密角度設定装置の製作、その不確かさ評価、標準回折結晶の格子定数の不確かさ評価、総合的不確かさ評価を行いながら、核共鳴 $\gamma$ 線波長測定法を確立する。合わせて、格子比較器を用いた格子定数標準試料の供給方法を研究する。軟X線領域へ展開するために、回折格子等を評価する。

年度進捗状況：

波長マーカの設定に関しては、Fe（鉄）アイソトープの核共鳴 $\gamma$ 線波長について測定をすすめ、前年度までの測定と組み合わせて繰り返し不確かさ、再現不確かさを評価した。格子定数標準試料の供給方法の確立に関しては、格子比較器の不確かさ評価、格子定数絶対測定の不確かさ評価、トランスファー体系の検討を行ない、 $10^{-8}$ 台でトランスファー可能である見通しを得た。

【分野名】 標準

【キーワード】 放射光、エックス線、波長標準、精密回折技術

【研究題目】 原子力施設に係わるエネルギー発生源の爆発影響評価システムに関する研究

【研究代表者】 中山 良男

【研究担当者】 松村 知治、若林 邦彦、石川 弘毅

【研究内容】

本研究課題では、1.エネルギー発生源の評価システムの開発と2.熱流体-構造物相互作用の評価システムの開発を行った。

1.に関しては、リン酸トリブチル/発煙硝酸混合物の衝撃起爆感度について検討した。具体的には、種々の混合組成に調整して容器に詰めた試料物質（リン酸トリブチル/発煙硝酸混合物）が、どの位の衝撃で起爆するのか、実験的に検討した。以下の知見を得た。

- (1) リン酸トリブチルの濃度が量論比より低い条件では、衝撃起爆感度はリン酸トリブチルの濃度に依存する。
- (2) リン酸トリブチルの濃度が量論比より高い条件では、衝撃起爆感度とリン酸トリブチルの濃度との間に相関がみられない。

2.については、昨年度設計した模擬爆発試験装置（スケール1/16）を用いて基礎的な実験を行った。具体的には、再処理モデルプラントの第1モデルセル～第1ダクト～第2モデルセルにいたる部分を模擬した軟鋼製構造物の内部で模擬エネルギー発生源を爆発させ、構造物の壁面に設置した複数の圧力変換器により構造物の内部を伝播する爆風の圧力計測を行い、以下の知見を得た。

- (1) 第1モデルセル内で繰り返し起こる爆風の反射波が第1ダクト内へ次々と供給され、第2モデルセル方向へ伝播する過程で一体化し、より強い衝撃波を形成する可能性があることがわかった。これは、第1ダクトと第2モデルセルとの接続部分で高い圧力が発生することからも確認できる。
- (2) 第1ダクトの管径や長さが圧力波の伝播に及ぼす影響について数値計算等により検討を行う必要があると思われる。

また、微小エネルギー発生源（アジ化銀ペレット10mg）の爆発に伴う衝撃波伝播状況のシミュレーションを実施して実験結果との比較を行い、本研究で開発中の統合解析コードの妥当性を確認した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リン酸トリブチル、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃、爆風、衝撃起爆感度

【研究題目】 重イオンマイクロビームによる化学結合状態分析法に関する研究（外部資金）

【研究代表者】 奎野 由明

【研究担当者】 奎野 由明、木野村 淳、茶谷原 昭義、堀野 裕治（職員4名）

【研究内容】

イオンビーム励起のX線分析法である高分解能粒子励起X線分析（PIXE、Particle Induced X-ray Emission）法は材料表面の化学結合状態を表面状態によらず非破壊的に分析できる方法として有望である。そこで本研究で

は、材料の微小部に高エネルギーイオンマイクロビームを照射し、発生した特性 X 線に現れる化学結合効果の高い検出感度で測定できる局所・高分解能粒子励起 X 線分光装置を開発するとともに、実用材料をそのまま観察するために必要なイオンマイクロビームの真空外取り出し技術を開発し、材料表層の局所的な化学結合状態を非破壊かつ高感度で分析するための基盤技術を開発することを目的としている。

平成16年度の進捗としては、局所・高分解能粒子励起 X 線分光装置を用いた化学結合状態マッピングなどを行うため、ビーム照射位置に対応したスペクトルデータを X 線位置検出器 (X 線 CCD) から収集できるデータ収集系を構築し、システムとして最終的に完成させた。重イオンマイクロビームなどを用いた分析例の蓄積を行うとともに、得られた高分解能特性 X 線スペクトルから化学結合状態マッピングを得る方法を明らかにした。さらに、半導体 X 線検出器を用いた特性 X 線マッピングにより、イオンマイクロビームの真空外取り出し機構から取り出されたビームのビーム径を測定し、13ミクロンのビーム径が得られた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 化学結合状態分析、PIXE、イオンマイクロビーム

【研究題目】 KrF レーザーによる核融合の研究

【研究代表者】 大和田野 芳郎

【研究担当者】 奥田 功、高橋 栄一、加藤 進、松本 裕治

【研究内容】

目標：

レーザー核融合方式に用いる大出力レーザーの高繰り返し動作技術を確立すると共に、高効率反応を目指す高速点火方式に紫外レーザーを用いた場合の基礎過程を解明する。

計画：

大出力化可能で高効率な電子ビーム励起型 KrF レーザーについて、原型増幅器 (20J 級) を開発し、繰り返し頻度数 Hz で長時間運転を実証する。また、既存システムも活用し、相対論的強度の集光強度を達成し、紫外光照射時の吸収、高速電子発生過程を解明する。  
進捗状況：最終年度にあたり、本テーマで得られた成果を以下に総括する。

- 1) 耐久性に優れた磁気スイッチを用いた高電圧回路の開発、陽極および圧力薄膜の冷却法確立と長寿命化などにより、高繰り返し動作小型原型増幅器 (励起エネルギー300J) を開発し、頻度1Hz での連続1時間動作の実証、および頻度2Hz への拡張に成功した。
- 2) 短パルス発生器出力の強飽和増幅、短焦点法物面鏡による集光により、パルス幅800fs、集光径2.5μm、ピーク集光強度 $2 \times 10^{19} \text{W/cm}^2$ を達成した。これを用

いた平面ターゲット照射実験と計算シミュレーションにより、P 偏光の場合には吸収率に入射角に依存した大きなピークがあり共鳴吸収に類似の過程が考えられること、発生する高速電子のエネルギーは低いものの絶対量は多く、Iλ<sup>2</sup>の比例則に従うように見えるが、照射時のプラズマ密度分布に大きく依存すること、などを明らかにした。

【分野名】 エネルギー

【キーワード】 核融合、レーザー、プラズマ

【研究題目】 高効率磁場核融合に関する研究

【研究代表者】 八木 康之

【研究担当者】 八木 康之、平野 洋一、芦田 久男、小口 治久、榊田 創、木山 学、椎名 庄一、島田 壽男、杉本 久也、田辺 敏子、ロレンツォ・フラシネッティ、池田 長康、石崎 欣尚、浅井 朋彦、佐藤 康宏、永田 正義、早瀬 喜代司、政宗 貞男、満田 和久、吉川 正志 (職員11名、他9)

【研究内容】

原子力委員会核融合会議が平成4年に定めた第三段階基本計画に沿って、逆磁場ピンチ方式 (RFP) の研究開発を進め、その一層の性能向上を図り効率の良い核融合実現のための研究開発を行うことを目的とする。RFP はトカマクと比較して弱いトロイダル磁場で大電流が得られ、追加熱をすることなく、プラズマ電流加熱だけで自己点火できる可能性がある等、構造が簡素で経済的な小型簡略炉が期待できる魅力的な炉心方式の一つである。また、トカマクと同じ軸対称電流系トラスであることから、トカマク研究との成果の相互利用が可能である。本研究課題のもとで、高性能 RFP 装置 TPE-RX の実験、小型装置 TPE-QS の実験、および理論・数値シミュレーションによって RFP の研究を総合的に進めている。本研究は、IEA (International Energy Agency) の RFP 研究協力協定下で国際的に推進している。

具体的には、大型 RFP 装置 TPE-RX を用いて、種々の能動的プラズマ制御手法により、RFP プラズマの閉じ込め改善を目指す。エネルギー閉じ込め時間10ms の達成が目標である。そのため、総合2MW 級パワーNBI 垂直入射によるベータ値 (プラズマ圧力と磁気圧力の比) 限界及び電流駆動の研究、パルストロイダル電流駆動 (PPCD) による閉じ込め最適化と向上並びに比例則確立、ヘリシティー入射による RFP への粒子補給・電流駆動・電位変動による輸送変化の研究、ペレット入射による密度制御、及び、周辺プラズマ乱流計測及び高エネルギー分解能軟 X 線計測に関する研究等を行う。特に、PPCD 及び他の方式との複合によるエネルギー閉じ込め時間の目標値達成を目指す。また、低アス

ペクト比 RFP の研究や理論・数値シミュレーション研究により、RFP の高度化と理解を進める。

H16年度の研究においては、RFP 装置 TPE-RX での実験を中心に、エネルギー閉じ込め時間の一層の向上の実現及びプラズマ物理課題探究における進展を目標として以下の研究を行った。(1)パワーNBI (2号機) のテストスタンドでの試験運転による性能向上と実測、(2)パルスプロイダル電流駆動 (PPCD) による最適運転条件探索とエネルギー閉じ込め時間向上並びに閉じ込め比例則確立、(3)強磁気シア配位の長時間維持による電磁流体力学的 (MHD) 不安定性の研究と閉じ込め向上モードの実現、(4)磁化同軸プラズマガン入射による粒子・ヘリシティー供給実験、(5)ペレット入射による電子密度増加・粒子輸送実験、(6)ガスパフイメーシング手法による周辺プラズマ乱流計測、(7)高エネルギー分解能軟 X 線計測器による分光計測、(8)小型低アスペクト比 RFP 装置 TPE-QS の RFP 放電特性改善と MHD モード解析、(9)理論・数値計算研究として、低アスペクト比 RFP の高自己維持電流配位及び高ベータ配位の平衡計算、不安定性モードロックの数値シミュレーションを実施した。

【分野名】エネルギー

【キーワード】磁場閉じ込め核融合、逆磁場ピンチ、閉じ込め向上、NBI

【研究題目】動的アニール・ソフトイオンビームプロセスによる高品質ダイヤモンド半導体基盤技術の研究 (外部資金)

【研究代表者】大串 秀世

【研究担当者】堀野 裕治、坪内 信輝、小倉 政彦、渡邊 幸志、大串 秀世、藤森 直治 (職員5名、他1名)

【研究内容】

イオン注入に伴う原子核反跳、および電子励起作用によりダイヤモンド単結晶中に生成する照射欠陥の発生および消滅メカニズムを解明することにより、イオン注入の諸条件 (照射温度、注入量、ビーム強度、アニール温度) を最適化したダイヤモンドに適したソフトイオンビームプロセスの開発を行う。さらにレーザー照射によるダイヤモンド中の照射欠陥のアニール効果を解明し、イオン注入と同時に動的に格子欠陥修復を行う新たな手法の開発を行う。このようなプロセス技術の開発を行い、高品質な p 型および n 型ダイヤモンド半導体作製の基盤技術を確立する。

平成16年度の進捗としては、キャリアトラップ準位となるイオン注入時に形成される照射欠陥を、注入時に動的に即時修復するためのプロセスの検討を系統的に行った。即時修復の方法としては、ダイヤモンド基板を高温に保ちながらイオン注入を行う方法と、高温に保った上でさらに同時にレーザーを照射することにより一層のア

ニール効果を促進させる、2つの方法の検討を系統的に行った。注入不純物として、p 型導伝層の形成を狙い、B (ボロン) の導入を試みた。結果は、高温注入については従来報告されている値と比べて良好な電気特性を示し、注入時その場欠陥修復の効果が見られた。また、レーザー同時照射を行うと、単なる高温注入に比して、大幅ではないものの光特性と電気特性の双方から欠陥修復効果が認められた。また、レーザー同時照射によって電極特性が改善することが明らかとなった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ダイヤモンド半導体、イオン注入、伝導性制御、n型ダイヤモンド

【研究題目】光子情報複合検出技術に関する研究

【研究代表者】大久保 雅隆

【研究担当者】浮辺 雅宏、久志野 彰寛、陳 銀児

【研究内容】

光子が運ぶ情報を高精度で取得することにより、光子発生源の元素の種類、組成、化学状態、発生源と検出器の途中の媒体の情報等を取得することができる。特に、光子単位でそのエネルギーを測定する分光法は、エネルギー分散分光と呼ばれ、分光結晶を使う波長分散分光に比べて、「有利な幾何学的条件による短時間分析」という特徴を有する。一方、半導体技術によるエネルギー分散分光のエネルギー分解能は、波長分散分光に及ばない。本課題では、エネルギー分解能の点で半導体技術の限界を突破し波長分散分光に匹敵する性能の超伝導 X 線光子検出器によるエネルギー分散分光法を実現することを目標とする。

超伝導現象を利用した X 線光子検出器は、X 線光子エネルギーの測定精度 (エネルギー分解能) においては、半導体を大きく上回るが、広く普及するには至っていない。実用化に向けた分光法開発のキーポイントは、検出器サイズ、エネルギー分解能、吸収効率、光子計数率についてバランスの取れた性能を実現することであり、ブレイクスルーが必要とされている。

平成16年度は、放射光の軟 X 線ビームライン (70-1900eV) にて、超伝導検出器のユニフォミティー特性 (検出器出力の空間分布) の評価ができる装置を構築した。また、前年度開発した、軟 X 線用超伝導検出素子 (半導体検出器のエネルギー分解能を最高で10倍上回る) にて、次世代半導体用酸化絶縁薄膜、化合物半導体の分析を試みた。その結果、酸素、窒素といった軽元素からの蛍光 X 線の測定に成功した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】X線分析、エネルギー分散分光、超電導

【研究題目】挿入光源を利用した動的過程の高度評価法に関する研究

【研究代表者】渡辺 一寿

〔研究担当者〕 中川 和道（神戸大）、山田 亨（脳機能情報研究部門）

〔研究内容〕

偏光アンジュレータは、高強度、波長可変、偏光可変などの特徴を有する放射光挿入光源である。これは新たな物質分析技術の開発など極めて有用な光源であり、世界各地の放射光施設に於いて同様な装置の開発と利用研究が進められている。本研究においては、加速器制御技術の高度化、アンジュレータ放射を高度に利用する技術の確立、新たな分光計測技術の開発など新しい放射光利用技術の開拓を目標としている。これまでに産総研電子蓄積リング TERAS において、偏光アンジュレータビームラインの構築と蓄積リング・アンジュレータ・分光計測系の系統的な制御システムの開発を進めてきた。平成16年度には偏光アンジュレータからの偏光変調された放射光を用いた円二色性（CD）測定技術を開発した。CDは既に可視から紫外領域においては透過型偏光変調素子を利用することによる測定技術が確立されているが、我々が開発した手法では、従来法の波長限界を越える短波長領域において CD の計測が可能となり、今回アミノ酸の真空紫外 CD 測定に成功した。TERAS においては波長40nm までの偏光変調放射光を発生することが可能であり、40nm までの真空紫外領域での CD 測定が行えることが確実となった。CD は蛋白質などの生体分子の立体構造解析において有益な測定手段である。生体高分子の基本構成要素であるアミノ酸や糖では、主に波長200nm から10nm の真空紫外領域の光と強く相互作用するため、真空紫外 CD 測定技術の開発により、測定対象となる生体高分子の種類は劇的に増加し、生命科学分野に革新的な進歩をもたらすものと期待される。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 偏光アンジュレータ、真空紫外、円二色性

〔研究題目〕 超高強度レーザーによる高エネルギー粒子・放射源に関する研究

〔研究代表者〕 小山 和義

〔研究担当者〕 三浦 永祐、加藤 進、齊藤 直昭、益田 伸一（放医研）、阿達 正浩（広島大）

〔研究内容〕

レーザーとプラズマの相互作用を利用して、高エネルギー加速器を現在よりも2〜3桁小型で放射線発生部分を数センチメートル以下にして遮へいを含めても普通の部屋に設置できるような、夢の加速器を実現するための基礎技術の開発を目的としている。

平成15年度に、世界で始めてレーザープラズマによってあるエネルギーに集中した単色電子ビーム加速の兆候を捉えた。従来どうしても得られなかったレーザーによる単色ビーム加速の可能性が見えてきたことと、平成16

年度が研究計画の最終年度に当ることから、研究計画を見直して単色ビーム加速に絞って研究開発を行なった。その結果、世界に先駆けてレーザーによる単色ビーム加速に成功すると同時にレーザーパルスプラズマによる散乱光の解析に成功し相互作用の機構を明らかにするなど、レーザー粒子加速器開発にとって大きな成果をあげることができた。ほぼ同時期に国外の他機関（仏英米）でも単色電子ビーム加速に成功したが、加速機構を明らかにするために必要なレーザーとプラズマの相互作用に関する計測に成功したのは産総研だけである。我々の成果は論文、プレス発表、招待講演等さまざまな方法で成果の周知と普及に努めた。

〔分野名〕 環境・エネルギー、ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 電子加速、単色ビーム、レーザー・プラズマ、超高強度レーザー

〔研究題目〕 2段式反応焼結による繊維強化炭化ケイ素複合材

〔研究代表者〕 谷 英治

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 谷 英治

〔研究内容〕

核融合炉の第一壁材として、耐熱性、高熱伝導性、耐熱衝撃性、耐放射線特性に優れた緻密な繊維強化炭化ケイ素複合材の製造に関する研究である。繊維強化炭化ケイ素複合材は高温強度特性に優れ、低放射化材料として期待されているが、繊維とマトリックスの界面制御に BN コーティングが不可欠である。しかし、中性子照射により B は He へと核変換し照射損傷を高め、N は<sup>14</sup>C という長半減期の放射性物質に核変換するので核融合炉には BN コーティングは使用できない。また核融合炉で冷却剤に使用する高圧の He ガスが漏れないような緻密な材料が必要とされている。

本研究では、反応焼結法と溶融含浸法を組み合わせた二段式反応焼結法により、BN コーティングを用いずに緻密で第一壁材に適した繊維強化炭化ケイ素複合材を得る最適な条件の検討を行う。

平成16年度では、接合、組成の均一化、2D 材（積層材）の問題点である剥離の問題について実験を行った。接合実験、組織の均一化は昨年度と同様に行ったが、接合は炭素化後、溶融含浸後も可能であり、初期亀裂部を除外すると強度低下は少ないことが分かった。組織の均一化を SiC 粉末添加で行えば、繊維織布間に溶融 Si が入る余地が少なくなり、フェノール樹脂含浸を2回行う複合材は、チョーキングを示したので、織布に穴を開けて実験した。剥離の問題は、繊維織布の枚数等を変化させて、剪断強度測定と、剪断強度特性を上げるための実験を行った。剪断強度が低いのは、織布部分のアモルファス炭素が原因と考えられた。2段反応焼結法を用いた

スポンジ状多孔質 Si/SiC セラミックスは、光触媒担体として非常に効果があることが明らかになった。また、高温用のフィルターとしての用途も考えられている。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 繊維強化、複合材、炭化ケイ素、炭化ケイ素繊維、炭素繊維

【研究題目】 超高輝度 KHz プラズマ X 線源とその応用の研究開発

【研究代表者】 富江 敏尚（光技術研究部門）

【研究担当者】 松嶋 功、屋代 英彦、眞島 利和

【研究内容】

目標：

エネルギー $\text{keV}$ のX線発生の数 $\text{kHz}$ 以上の超高繰り返し化を可能にする技術および、生物応用技術の開発を通じて、新たな利用技術の開拓を行う。

研究計画：

超短パルスレーザー照射により生成されたプラズマから高輝度の硬X線を発生させるために、プラズマ生成の照射条件の制御、ターゲット形状、状態の選択などで硬X線への変換効率の向上を図る。さらに高繰り返し照射に対応可能なターゲットの供給装置を開発する。また、これを用いて生物・医療応用の実証実験を行う。

年度進捗状況：

昨年度、 $1\text{kHz}$ 、 $20\text{W}$  励起の液体窒素冷却の Ti:S レーザー再生増幅器で、世界最高の変換効率 $37\%$ を実現し、出力 $7.4\text{W}$  を得ているが、今年度、励起レーザーを $180\text{W}$  まで高くして（繰り返し $10\text{kHz}$ ）、出力 $40\text{W}$  を得た。これは、従来の単一の再生増幅器の最高出力の2倍であるとともに、多段の増幅システムでの最高値も上回る、世界最高値である。これは、レーザーの励起方法の最適化と、高い熱負荷に耐えるレーザーロッド冷却部の開発により実現できた。回転円筒ターゲットに $1\text{kHz}$ 、 $1\text{W}$ 、 $48\text{fs}$  のレーザーを照射して  $\text{kHz}$  繰り返しでの X 線発生実験を行った。発生 X 線は  $\text{keV}$  以下であった。KeV X 線発生のためには、パルスエネルギーを $1\text{mJ}$  から数倍以上に大きくする必要があると考えられる。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス、(ナノテク・材料・製造、ライフサイエンス)

【キーワード】 keV X 線、kHz フェムト秒レーザー、熱レンズ効果、液体窒素冷却

【研究題目】 原子力ロボットの環境作業蓄積技術に関する研究

【研究代表者】 末廣 尚士

【研究担当者】 北垣 高成、音田 弘、齋藤 史倫、尹 祐根、安藤 慶昭

【研究内容】

本研究では、原子力ロボットの環境作業蓄積技術に関する研究として、原子力関連プラントで必要とされる

盤開閉、スイッチ操作、バルブ操作、計測・検査作業、サンプリング、結線作業など多数の作業技能の教示／蓄積／再実行を自律遠隔融合で実現する技術の研究開発を行う。

具体的には多種多様な作業を実行して見せることで、従来の研究で確立された環境モデルと作業技能に基づく作業の自律実行技術が多くの作業に適用可能であることを示す。また、あらかじめ用意されていたスキルの不足などスキルに基づく手法が適用困難な場合でも作業が容易に続行できるように操作者の介入を積極的に許す自律遠隔融合手法を開発する。さらに、そのときの操作者による操作を再利用可能な形で蓄積(技能の蓄積)し、半自律システムが経験を積むに従って段階的に使いやすくなるシステムを構築する。

平成16年度は、人間による遠隔操縦データから、作業に必要な動作をロボットの作業技能として抽出し、蓄積していくスキルトランスファーの基礎手法を開発した。それを用いてナットのボルトへの装着のための作業技能を実現し、手法の有用性を確認した。また本格作業実行装置を作業に用いるために必要な手首部、グリップ部の作成を行った。そして動作制御部の RT コンポーネント化を行い、制御プログラムの再利用性向上の確認を行った。さらに、仮想空間中で作業技能に必要なパラメータを抽出するためのプロトタイプシステムを作成し、擬似接点を用いた作業技能への適用を行い、有効性を確認した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 原子力ロボット、マニピュレーション、技能蓄積、スキル、自律遠隔融合

【研究題目】 先端領域放射線標準の確立とその高度化に関する研究

【研究代表者】 鈴木 功（計測標準研究部門）

【研究担当者】 齋藤 則生、納富 昭弘、高田 信久、黒澤 忠弘、加藤 昌弘、工藤 勝久、檜野 良穂、瓜谷 章、佐藤 泰、坂本 勲、小池 正記、原野 英樹、松本 哲郎

【研究内容】

放射光軟 X 線利用での数百 eV でのフルエンス標準の確立、管球からの X 線場利用の線量標準の高度化、環境放射能標準の開発および $5\text{--}9\text{MeV}$  領域の高速中性子フルエンス標準の基盤技術を確立するとともに、多層膜の巨大磁気抵抗 (GMR) 特性を用いた粒子線モニターへの応用を果たした。

軟 X 線エネルギーフルエンス計測用の極低温カロリメータを用いて、 $150\text{eV}$  から $1.7\text{keV}$  範囲の放射光単色軟 X 線の絶対測定を行うとともに、多段型イオンチェンバーと絶対強度の比較を行い、当初の目標を達成した。中硬 X 線標準では、自由空気電離箱の入射孔にお

ける散乱線と透過線に対する補正係数評価を完了した。軟 X 線標準では、自由空気電離箱と被校正電離箱の感度の違いに対する補正を導入して校正方法の高度化を図るとともに、BIPM との相互比較を実施し、国際標準化へ大きく貢献した。γ 線標準では、新たに Ra-226 γ 線の線量標準設定を完了した。新規の β 線線量標準の設定では、線源装置および測定機器の設定がすべて完了した。また、ラドンガスや他の放射性ガスの測定では、これまでに作成してきたラドンガス発生システムからの標準ラドンガスを基本とした種々のラドン測定装置に対して、校正を実施できるシステムが完成した。一方、5-9MeV 範囲の準単色高速中性子フルエンス標準の基盤を確立するとともに、新規の GMR 型中性子検出器の開発を行った。

【分野名】標準

【キーワード】軟 X 線フルエンス、X 線線量標準、環境放射能、高速中性子フルエンス、巨大磁気抵抗、多層膜

【研究題目】TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価

【研究代表者】鈴木 正哉

【研究担当者】鈴木 正哉、間中 光雄、月村 勝宏、渡部 芳夫、鈴木 憲司  
(職員4名、他1名)

【研究内容】

本研究の目的は、原子力発電に用いられた使用済み燃料の再処理工程で発生するヨウ素ガスを、廃銀吸着剤を用いずに直接固化体中に取り込む技術を開発し、またそのヨウ素固化体の長期安定性を評価することである。また最終的にはヨウ素を取り込む鉱物に対して10重量%以上のヨウ素ガスを固定化することを目的としている。

今年度は、ヨウ素を固定したハイドロソーダライトによる溶解実験を行い、ハイドロソーダライトへのヨウ素固定化状態の解明を行なった。またヨウ素とは反応させていない未反応のハイドロソーダライトを用いて、合成ソーダライトの溶解に関する基礎的データ取得のため溶解実験を行った。その結果、時間経過にかかわらず一定の比率を保ちつつ元素が溶出していることから、ヨウ素はソーダライトの骨格内に取り込まれヨウ素ソーダライトの溶解によってヨウ素が溶出すること、また初期溶解時におけるヨウ素の全元素に対する比率は、全体のヨウ素固定化率に比較して10倍以上も高いことから、ヨウ素固定化率は粒子径に依存することなどが明らかになった。さらにハイドロソーダライトの溶解速度は、 $\text{SiO}_4$ 四面体の頂点がすべてお互いに結合しているテクトケイ酸塩としては比較的大きいことがわかった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】ハイドロソーダライト・ヨウ素固定・

TRU 廃棄物処理

【研究題目】地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究

【研究代表者】内田 利弘

【研究担当者】内田 利弘、光畑 裕司、松島 潤、横田 俊之、西澤 修、中島 善人

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物地層処分場の総合的な岩盤特性評価に密接に関連する比抵抗、地震波速度等の物性の3次元分布を高精度にイメージングするため、地表および坑井を用いる物理探査（電磁探査、地震波探査等）の測定装置及び解析技術を開発することを目的とする。そのために、ハイブリッド人工信号源電磁探査法システムの開発と地震波データ3次元解析法の開発を行う。平成16年度の成果として、ハイブリッド人工信号源電磁探査法システムの開発では人工信号源電磁探査（CSEM）測定システムの試作品である24ビット受信器及び高出力送信機、そして比較のための16ビット受信器を用いて、茨城県中部の濁沼川周辺地域でデータ取得野外実験を実施した。測定データにおける地質構造の影響について検討した結果、地質構造に対応した過渡応答波形が測定できていることが確認できた。地震波データ3次元解析法の開発では地震探査反射法の3次元散乱重合法の高精度化のため、従来法（CMP 法）と散乱重合法（PSTM 法）の速度推定の性能比較について数値実験による検討を行った結果、PSTM 法の適用により S/N 比が高い速度解析パネルを作成できること、PSTM 法では傾斜角の変化により速度推定に大きな誤差を生ずることがわかった。さらに、実フィールド地震探査データへの適用として、陸上地震探査データに比べて一般的に S/N 比が良好な海上地震探査データ（2次元）に対して、CMP 法と PSTM 法に基づく速度解析を適用し、比較評価を行った結果、PSTM 法による速度解析パネルの方が、S/N 比が高く振幅ピークを抽出しやすいことがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地層処分、物理探査

【研究題目】高選択性分離膜による放射性廃液処理と放射線廃棄物エミッションの低減化の研究

【研究代表者】金森 敏幸（バイオニクス研究センターバイオナノマテリアルチーム）

【研究担当者】岩坪 隆、須丸 公雄、Samuel Priyantoro Kusumocahyo  
(職員2名、他1名)

【研究内容】

昨年度までに本委託研究で開発した Polymer Inclusion Membrane (PIM) について、膜内におけるセリウムイオンの輸送メカニズムを詳細に検討し、至適設

計法を提案した。さらに、当該 PIM による連続実験を行い、安定性を確認した。PIM で発現した長期安定性は従来技術である含浸液膜では実現が困難であり、当研究課題によって開発された有機ゲル膜の実用性を検証することができた。

昨年開発した後処理法による PIM の製膜技術についてさらに条件を検討し、従来法と比較して約80%のセリウム輸送速度を有する PIM が得られることが明らかにした。この結果を元に中空糸有機ゲル膜を作製し、輸送実験を行ったところ、促進輸送によるセリウムイオンの濃縮が確認された。

【分野名】 ナノ・材料・プロセス

【キーワード】 促進輸送、

Polymer Inclusion Membrane、  
キャリア輸送、輸送メカニズム

【研究題目】 核廃棄物関連金属配位性のヘテロ元素系化合物の開発

【研究代表者】 林 輝幸（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 韓 立彪

【研究内容】

現在、超ウラン元素の再処理や核分裂生成物の分離には、リン酸エステル類やイオン交換樹脂が用いられているが、次世代の抽出剤についての検討が、各国で開始されている。本研究は、新規五価有機リン系等の新規化合物を合成し、金属への配位挙動を明らかにすることにより、放射性廃棄物からの高効率な抽出に資する。

種々の新規環式ホスホン酸ジアミド化合物を良好な収率で得、ランタンイオン及びユウロピウムイオンに対する抽出試験を行った結果、抽出能力は窒素原子上の直鎖アルキル基の炭素数に依存し、炭素数が10以上のものは水溶液中の大部分のイオンを抽出することがわかった。ホスホン酸ジアミド化合物の濃度と分配比の関係を検討した結果から、抽出力は、ホスホン酸ジアミド化合物の親油性だけではなく、Eu<sup>3+</sup>イオンに配位可能な分子数に依存すると考えられた。なお、ビス（フェニルホスホニル）化合物とジアルデヒド、ジケトン類との付加重合によるポリマーを合成したが、特段の抽出性を示さなかった。

さて、これまでに合成した新規抽出剤について、トレーサーレベルでのアクチノイドイオンについての抽出力評価を行った。

いずれの五員環ホスホン酸ジアミド類も従来のリン酸トリブチルに比べれば極めて高い抽出力を示した。特に、三桁以上の分配比を示し、再処理用の抽出剤として高い可能性を有するもの、及び、従来高い分配比を実現することが困難であったイオンについても高い分配比を示すものを見いだした。さらに、約1/50の低濃度でも、同程度の分配比を示すものも見いだした。これらの結果から、本研究で開発した五員環ホスホン酸ジアミド類は、核廃

棄物に含まれるアクチノイド類の抽出剤として極めて高い抽出力を持つと結論される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 再処理、抽出剤、核燃料サイクル、ヘテロ元素化合物

【研究題目】 光音響分光法を用いた地下水センサーの開発と適用に関する研究

【研究代表者】 丸井 敦尚

【研究担当者】 丸井 敦尚、宮越 昭暢、楠瀬 勤一郎

【研究内容】

放射性廃棄物の地層処分において、その安全性を評価する時に地下水の挙動を的確にとらえることが必要不可欠である。このため、光音響分光法を用いた長期安定水分センサーを現場用に開発し、その実用化に関する研究を実施する。このため、最初の3年間では実験室レベルのセンサーシステムを実用化するため、励起光源の開発、レーザー伝播用ファイバーケーブルの選定、ディテクターの高精度軽量化等を行う。その後2年で、観測井を設けて地下水位を変動させながら水分変化を観測する現地適応試験を実施する。平成16年度は、水分量センサーの実用化、水質センシング機能の追加、現場実証試験の準備を行った。H16年度の成果として、地下水水質センサー（H14に温度センサー部分を完成させた）に塩分濃度センシング機能を追加し、同時に両センサーを現場観測用に実用化（小型化）した。尚ここで開発された温度センサーの精度は1/100℃と、本分野においてはこれまでにない高精度な長期安定性型センサーであった。塩分濃度測定器としての精度は概略±0.01%変化が検出できるものと考えられ、極めて高精度な長期安定性地下水センサーシステムが完成したといえる。次年度は最終年度にあたるため、これまでの知見を生かした実用型（小型）光音響地下水センサーの開発を完成させる予定である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 光音響分光法、地下水センサー

【研究題目】 地下深部岩盤初期応力の実測

【研究代表者】 長 秋雄

【研究担当者】 長 秋雄、楠瀬 勤一郎、国松 直

【研究内容】

本研究では、(1)地下深部岩盤初期応力測定の空白領域である地球科学的な静穏域（測地測量による地殻変動量が少なく、地震活動も低調な地域）での応力測定用調査ボーリング孔の掘削・各種岩盤調査・水圧破砕法等による地下深部岩盤初期応力測定、(2)既存の水圧破砕法による岩盤初期応力測定データの収集、(3)国内の応力場・応力の深さ分布のモデル化、を目的としている。平成16年度は、前年度までに測定した深さ750m までの応力値を評価するために、応力測定孔周辺の地質調査・屈折法弾性波探査・コア物性試験・亀裂面物性試験・2次

元数値解析による広域応力場の評価を行った。周辺地質調査では、細粒花崗岩が粗粒花崗岩の構造的上位に薄く重なることが明らかになり、応力測定孔周辺の花崗岩体の内部構造は粗粒花崗岩中に細粒花崗岩が緩傾斜で進入する構造であると推定された。応力測定孔で見られた深さ420m以浅の変質帯の東西方向の幅を確認する目的で屈折法弾性波探査を実施したが、変質体の幅を確認することはできなかった。2次元数値解析を母岩と割れ目の変形を別々に扱う複合降伏モデルで実施し、原位置応力測定結果と概ね合致する数値解析結果を得た。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕岩盤初期応力、水圧破砕法、花崗岩

#### 〔研究題目〕放射化コンクリート構造物の環境低負荷解体に関する研究

〔研究代表者〕緒方 雄二

〔研究担当者〕緒方 雄二、和田 有司、久保田 士郎、青木 一男、瀬戸 政宏

#### 〔研究内容〕

耐用年数に達する原子力発電施設の増加に伴い、その解体処分を効率的に行うことが重要な課題となっている。特に、生体遮へい構造物は放射能の漏洩防止のために、従来の構造物と比較して堅固なコンクリート構造設計となっている。そこで、本研究では、この堅固な構造物の解体を効率的かつ安全に実施するため、発破による高エネルギーを利用した自動制御発破工法を開発し、人間への曝露を最小に抑えることを目的とする。また、本研究では、原子力施設である生体遮蔽コンクリート構造物の放射化別解体技術の開発についても併せて検討する。平成16年度は、動的破壊特性の解明では、加圧衝撃波に対するレーザー変位計で計測した変位速度を比較すると再現性があり、緩衝用に設定した水パイプの長さにより応力が減少し水中衝撃波を制御できることを示した。これらの現象を数値シミュレーションするために Autodyn-2D コードを適用し、実験結果と一致することを示した。また、モルタル材料も動的強度が静的強度より大きくなる。モルタルブロック供試体を用いた破壊制御実験では、成形爆薬のスタンドオフの相違による破壊状況を検討し、スタンドオフの相違による顕著な相違は見られなかった。さらに環境低負荷解体技術として波動干渉法による振動制御技術について検討し、現場実験から振動を制御できることを示した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕コンクリート構造物、解体

#### 〔研究題目〕放射性廃棄物地層処分における岩石の長期変形挙動解明と地層構造評価技術の開発

〔研究代表者〕山口 勉

〔研究担当者〕山口 勉、當舎 利行、相馬 宣和、

及川 寧己、竹原 孝、内田 利弘、中島 善人、西澤 修、瀬戸 政宏、歌川 学

#### 〔研究内容〕

高レベル放射性廃棄物地層処分場においては、長期的力学的変形挙動の評価法の確立は不可欠な課題である。また、地圧や水理構造、地層内亀裂等の地質条件、力学条件を高精度で評価することも重要である。本研究では、ニアフィールド環境条件を模擬した条件において岩石の三軸圧縮応力下クリープ特性実験による研究を行い、岩石の長期変形挙動を明らかにするとともに変形予測モデルの作成をめざす。また、ボーリング掘削時に得られる情報の有効利用を図るために、ボーリング掘削音を利用した反射法による地層構造評価法と岩石コアを用いる地圧評価法の開発を行う。平成16年度、岩盤の長期変形挙動解明に関する研究では、良質なクリープ試験データの蓄積のため使用機器の改良を行い、試験方法の検討を行った。ボーリング掘削音を利用した反射法による地層構造評価法の開発については、コア採取ボーリング時データの解析を進め、周波数依存性に着目した信号処理法を考案して、より信頼性の高い検出を試みた。小規模掘削の坑道内観測でも、比較的深部まで地下構造の推定が可能であることが分かった。岩石コアを用いる地圧評価法の開発では、データの再解析を行い信頼性の向上について検討し、原位置応力に対応する評価点が複数見られるような場合での共通の評価点を選ぶ方法や、新しい解析方法を試行した。NMR 検層における新しい浸透率推定手法の開発では、岩石中の間隙水の自己拡散データを NMR で計測することによって、空隙の幾何学的情報（空隙率、屈曲度、比表面積）を求め、それらをカルマン・コゼニー式に代入して浸透率を求める手法を開発した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕地層処分、岩石の長期変形、地層構造

#### 〔研究題目〕放射性廃棄物の処分施設の長期安定型センシング技術に関する研究

〔研究代表者〕神宮司 元治

〔研究担当者〕神宮司 元治、中山 紀夫

#### 〔研究内容〕

放射性廃棄物の監視技術で、熱・水・応力および化学物質の変化を長期的に安定してセンシングできる技術の開発、検証、評価を行う。このため、センシングシステムに関する検討、センシングシステムの有効性に関する検証、環境耐久性に関する検討について研究を行う。地上部に電源および計測システムを有し、地下設置部には、光ファイバー、電極のみで構成される耐環境型センサーについて検討した。平成16年度、光ファイバー熱物性量センサーを利用したセンシング技術の開発では、ボーリング孔にセンサーを配置して計測するが、センサーの周

囲にベントナイトや水などの充填剤やケーシングが存在する場合、それらが計測にどのような影響を与えるかについて、数値シミュレーションによる解析によってそれらの影響を検討した。その結果、熱伝導率推定値は同じ深度では一定の値を示し、ベントナイト等の封入剤の影響を受けずに、対象となる地層の熱伝導率を示すことが分かった。また比抵抗イメージング法によるセンシング技術の開発では、4端子対構成のインピーダンス計測器を試作し、温度および含水率を変えた試料のインピーダンス・スペクトルを計測する実験を行い、含水率の変化がインピーダンスの絶対値およびその周波数変化に大きな影響を与える事が分かった。複合電極を用いた電気化学式センサーによる監視技術の開発では、本センサーによりベントナイト中の  $\text{Fe}^{2+}$  イオン濃度が定量できることを確認した。また、光ファイバーを用いた出力信号送信システムを試作し、上記の還元電流を電圧信号として送信し処理できることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】放射性廃棄物処分施設、センシング技術

【研究題目】高レベル放射性廃棄物の地層処分用緩衝材材料の機能評価と高度化に関する研究

【研究代表者】蛭名 武雄

【研究担当者】蛭名 武雄、小野寺 嘉郎、  
長瀬 多加子

【研究内容】

本研究の目的は、高レベル放射性廃棄物の地層処分システムにおける緩衝材候補材料の品質管理のための基礎資料を整備するとともに、緩衝材の機能高度化のための高機能吸着材を開発することである。このため本研究では、産地の異なる種々のベントナイト試料を収集し、それらの鉱物学的・結晶化学的特性と緩衝材に求められる止水性や核種吸着性等の機能との相関関係を明らかにし、ベントナイトの品質管理のためのデータベースを構築する。またベントナイトの核種吸着機能を補完・高度化するための高選択性無機イオン吸着材の開発を行う。一方、結晶化学的な解析データ、核種の吸着性及び計算機シミュレーションによる性能予測結果に基づきベントナイト試料をスクリーニングし、緩衝材材料として適したベントナイト種の選定及び合成緩衝材との組み合わせ効果について検討を行う。

平成16年度はベントナイトの品質管理のためのデータベース構築のため、オーバーパックやコンクリート周囲の環境条件下での緩衝材性能を検討した。特にカルシウム化や鉄型化に伴う緩衝材の透水係数の変動を検討した。その結果より、多価イオンへのイオン交換が大規模に起こらない限り、周囲からの圧力によって緩衝材は緻密に保たれ、遮水性能の低減は起こりにくいと考えられる。また、止水性の評価としてベントナイトの分析値と透水係数の関連を重回帰相関式によって表した。相関結果は

非常に良好であり、未知のベントナイトについてもその止水性の予測が可能であると期待される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高レベル放射性廃棄物、地層処分、緩衝材、機能評価、高度化

【研究題目】微視的数値解析手法による地層環境内の物質拡散現象予測の高度化に関する研究

【研究代表者】高田 尚樹

【研究担当者】三澤 雅樹

【研究内容】

日本では近年、原子力発電による高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価において、地下水によって地下処分場から地表に運ばれる放射性物質が人間に影響を及ぼすシナリオが検討されている。そこで本研究では、地層のような微細で複雑な隙間を持つ物体内部の物質拡散現象を解明し高精度に予測するためのコンピュータシミュレーション技術の開発を目的として、目標を(1)マイクロフォーカス X 線 CT ( $\mu$ -XCT) 計測による地層を模擬した複雑流路の構造計測と高い空間分解能 (1000分の1mm 精度) の検出器の開発、(2)複雑で微細な構造の物体内での気体と液体の動きを捕える新しい数値計算法と解析コードの開発とした。

最終年度の本年度は上記目標(2)に取り組んだ。まず、空気や水の動きを表すナビエ・ストークス (NS) 方程式と、質量差が非常に大きな気体と液体の接触面を表現するフェーズフィールドモデル (PFM) を融合した数値計算法 (NS-PFM) を国内外で初めて開発した。そして、その解析コードを用いて空気と水のテストシミュレーションを行い、従来よりも簡単な手順で効率良く高精度で空気と水の動きを予測することに成功した。次に、地下水に対する岩石表面の接触性 (濡れ性) を与えるための境界条件を提案し、これを NS-PFM に組み込んで空気と水のシミュレーションを行った。その結果、固体表面上の水滴が濡れにくい所から濡れやすい所へ移動する現象を現実と同様に再現するとともに、幅 0.1mm の空間内の気体と液体の動きを詳細に捕えることに成功した。以上より、開発した計算法が岩石内の微細な隙間を通る地下水の流れを高精度で予測できること、および地下水は地層内で濡れやすい隙間を選んで流れることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】原子力発電、地層処分、放射性廃棄物、コンピュータシミュレーション

【研究題目】RI 廃棄物のクリアランスレベル検認技術の確立に関する研究

【研究代表者】檜野 良穂 (計測標準研究部門)

【研究担当者】佐藤 泰、瓜谷 章、原野 英樹

【研究内容】

放射性廃棄物の多くは、規制レベル以下の極微量の放射能しか含まない建設廃材などであり、これらは十分に少ないことが確認できれば、一般の廃棄物と見なす、所謂クリアランス制度の適用が可能である。イメージングプレートは、食物中に微量含まれる K-40の分布を見ることが出来、しかも、測定データは二次元のイメージとしてコンピュータに保存され、第三者への説得力ある情報開示が行えることから、廃棄物中の極微量放射能測定に最も適した手法となり得る。そこで、イメージングプレートと、Ge 検出器を用いたスペクトル測定を組み合わせ、クリアランスレベルの検認技術の確立を試みた。16年度においては、Ge 検出器による高精度スペクトル測定により、体積線源からの放射能を精度良く測定し、環境レベル放射能標準の立ち上げを実施した。100～1500cm<sup>3</sup>の範囲の体積線源について、あらかじめ立体角を一定にした検出効率の値付けを行い、これによって得られた体積線源放射能の、国内的及び国際的な整合性に関しても確認するなどの一連の研究開発を実施した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 放射性廃棄物、極低レベル放射能測定、環境レベル放射能標準

〔研究 題目〕 DNA マイクロアレイ技術を利用した放射線及び放射線物質の影響評価に関する研究

〔研究代表者〕 岩橋 均

〔研究担当者〕 岩橋 均、植村 浩、有田 光代  
(職員3名)

〔研究 内容〕

広島大学の施設、放医研の施設、京都大学の施設について、その許可が下りた線種、中性子線、重粒子線、の酵母細胞に対する影響評価を行い、さらに、ラジオアイソトープの影響評価についても行った。また、酵母の放射線影響メカニズムを本計画中に解析することとなり、Yeast deletion pool を用いた有効な解析システムの構築を行った。中間評価の際に、次期実験生物を提案することとしているため、植物を中心に、生態毒性試験に利用されているメダカについてもマイクロアレイ解析に適用可能か否かの検討を行った。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 放射線、酵母、DNA マイクロアレイ

### ③【環境省】

一公害防止等試験研究費一

〔研究 題目〕 ガス状ほう素化合物による大気汚染監視技術及び除外技術の開発

〔研究代表者〕 田尾 博明

〔研究担当者〕 田尾 博明、山崎 章弘、中里 哲也

〔研究 内容〕

ほう素合金製造事業所周辺で植物被害が顕在化したた

め、ほう素化合物の動態、植物に対する毒性について早急に研究し、発生源対策を施す必要が生じた。本研究では、発生源における高温排ガス中のほう素化合物の採取方法や分析方法を確立するとともに、ほう素化合物に高い親和性を持つ素材の探索・改質を行い、ガス状ほう素化合物の分離性能を解明する。さらに実測分離性能に基づき、新規な除去・リサイクルプロセスを提案し、その概念設計及び評価を行う。本年度は、発生源における高温排ガス中のほう素化合物の化学形態と、排ガス温度並びに水分量との関係を明らかにするため、現地調査を行った。現地調査では、ほう素合金製造工場の発生源、バクフィルター後の排ガス等を採取し、ガス状及び粒子状ほう素の分別定量を行った。また、外気温とほう素排出量との相関を調べるため、外気温が異なる、1月、3月、5月に現地調査を実施した。更に、ほう素化合物の排出量を減少させるため工場で採用している水シャワーを用いる方法の有効性を評価した。その結果、ほう素の排出量は外気温が低いほど少ないこと、また、水シャワーにより、排出量が約33%減少することが認められた。一方、新規な除去・リサイクルプロセスに関しては、昨年度見出した、ポリビニルアルコール (PVA) 膜によるほう酸水溶液の上り坂輸送現象に関して、さらに広範囲の実験条件でほう酸水溶液の透過実験を行った。実験結果に基づき、ほう酸の上り坂輸送現象のモデル化を行い、透過のメカニズムについて検討した。また、乾式吸着法によるほう素分離に最適な吸着剤の探索を目的とし、吸着性能評価のための流通系吸着装置を構築した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ほう素、植物被害、分析、分離

〔研究 題目〕 臭気環境目標の設定に必要な臭気に係る量反応関係に関する研究

〔研究代表者〕 外池 光雄 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 外池 光雄、山口 雅彦 (人間福祉医工学研究部門)、斉藤 幸子、小早川 達  
(脳神経情報研究部門)

〔研究 内容〕

目的：におい環境指針の策定には、この微妙な濃度や質を科学的に計測し、その代表的な指標項目を見いだし数量化する必要がある。そこで環境臭気の採取法を検討すると同時に、臭気物質の濃度-応答曲線、異なる刺激種の重ね合わせの法則性、においの生理的反応効果や順応の時間依存性等を、嗅細胞、嗅球、脳応答、認知応答のレベルで臭気に係る量反応関係を明らかにする。

平成16年度は、臭気環境目標の設定に必要な量反応関係の基礎データとして次のことが明らかとなった。

1. 前年度に開発した低温濃縮による環境低濃度臭気測定法を用いて都市域における臭気濃度を実際に測定・分析し、バックグラウンドレベルの推定を行い、都市域でのバックグラウンド臭気の実態を明らかにした。

2. 異なるにおい臭や混合臭気に対する応答を記録し、嗅覚信号処理の原理を明らかにし、刺激量の重ね合わせの法則性を調べた。脳応答レベルでは、高速気体流動センサーを用いた嗅覚誘発電位の計測による立ち上がりの正確なリアルタイムモニタリングに成功し、確度の高い応答潜時や活動部位の推定が可能となった。嗅細胞では世界に先駆けた分子科学的研究から、すべてのにおい受容が cAMP 系のセカンドメッセンジャーによって説明できることを明らかにするとともに、Ca イオンがにおいの順応を制御しているメカニズムを解明した。また、光学的測定法を用いて、ラット嗅球の「におい地図」上で、アミン類やメルカプタン類などの悪臭に反応する糸球群の空間的配置を決定し、「におい地図」上における反応の重ね合わせ法則を明らかにした。
3. 嗅覚の順応過程の時間依存性と順応のメカニズムについて、環境臭気の順応による時間依存性を種々の脳応答計測や心理物理計測による認知反応計測から、悪臭物質においても体に良いか悪いかという教示の違いが快不快評定に影響することを明らかにした。さらに、受容器レベルと中枢レベルでの慣れ（順応）を分離する実験系の検討により、教示の違いが感覚的強度を変えることを見出した。
4. 新規に開発した高速気体流動センサーや眼球運動追尾装置を用いて臭気に対する脳活動を計測し、脳応答と眼球運動などの生理的反応、自律神経反応との関係や、認知心理的反応との関係について検討し、MEG との同時計測実験から悪臭に対する自律神経の効果を観測した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 嗅覚・味覚刺激装置、環境の臭気基準、悪臭評価、眼球運動、瞳孔径変化、生理反応指標

[研究題目] 都市気候・エネルギー連成モデルによるヒートアイランド対策の総合評価に関する研究

[研究代表者] 近藤 裕昭

[研究担当者] 東海林 孝幸（ライフサイクルアセスメント研究センター）  
 玄地 裕、井原 智彦、亀卦川 幸浩、  
 吉門 洋（化学物質リスク管理研究センター）（職員4名、他2名）

[研究内容]

本年度は業務系街区と住宅系街区での都市気候・エネルギー連成モデルの検証を行うため、東京都大手町地区と東京都練馬区の2地点で7月下旬に街区内気温の詳細観測を2回行った。

H16年度研究では、対策がもたらす気象とエネルギー消費への両影響について、都市スケールでのより広域的

な予測を行うべく、CM-BEM とメソスケール気象モデル（MM）の接続改良を実施した。具体的には、CM-BEM と MM を都市キャノピーの上空で双方向に接続し、広域気象モデルである MM に CM-BEM を組み込んだ。これにより、対策がもたらす広域の気温緩和のみならず、その都市全体の空調需要エネルギーへの波及効果をも予測可能とする広域モデル（MM-CM-BEM）を構築した。

16年度の観測期間に対応する期間について、まず気象条件再現のパフォーマンスを検証するための計算を行った。計算領域中、東京23区域については、GIS データに基づき2km 格子毎の街区構造（平均の道路幅・建物幅、建物の高度分布）を同定し、23区域を約100の街区キャノピーとしてパラメータ化した。23区外の領域については MM のみによる計算を行った。昼間については気象モデルの日射量予測があまりよくなかったが、AMeDAS の日照データより雲量を補正することにより日射量と最高気温の予測値が改善された。また気温の日変化、風速の時間変化についてもよい結果が得られた。一方、夕立については現在のモデルでは陽に降水を計算していないため、再現できなかった。また、2002年の夏季数日間を対象としたシミュレーション結果とアメダスおよび街区内での実測気温を比較した結果では、MM-CM-BEM は東京都心部（大手町・神田周辺）の地上気温の日変化を概ね良好に再現できることが確認された。気温予測の妥当性が検証された MM-CM-BEM にヒートアイランドの対策シナリオを投入し、東京23区全域への対策導入がもたらす広域の気温緩和効果と空調エネルギー需要への影響について予測計算を行った。対策については、昨年度までの CM-BEM による評価結果を踏まえ、夏季の街区気温緩和と省エネに寄与する対策として、事務所系街区については空調排熱を地下・下水等の大気以外へ放熱する排熱削減策を想定した。一方、住宅系街区については、緑化や光触媒コーティング建材の導入による建築外壁の湿潤化冷却対策を想定した。以上の2対策を東京23区の全街区に導入するケースについて MM-CM-BEM により夏季数日間のシミュレーションを行い、以下の予測結果を得た。

- ・対策による気温緩和は、昼間に23区の全域で0.5℃～1.5℃に達する。特に日射をエネルギー源とした水分蒸発に伴う壁面冷却効果が発現する住宅密集域と、空調排熱の削減が土地面積あたりで100W/m<sup>2</sup>以上に達する都心の高密度事務所街において1℃超の大きな気温低減が期待できる。
- ・一方、外壁面での水分蒸発量と削減される空調排熱が減少する夜間においては、気温低減は23区全域で0.5℃以下に止まる。
- ・以上の気温緩和効果は、対策の導入を想定した23区外にも及び、風速条件にも依存するが23区の風下側10～20km の範囲においても0.2℃～0.5℃程度の気温低下

が期待できる。

・以上の対策導入に伴う建築外壁温度の低下と外気温緩和により、23区内の事務所ビルと住宅建築の冷房消費エネルギーは、前者が約5%、後者が10~15%程度、削減可能と推定される。

冬季を含むより長期間の計算を行い通年・都市スケールでみた対策効果を定量化すること、異なる都市条件へモデルを適用し、対策効果の都市の規模や立地条件等への依存性を明らかとした上で、日本やアジアの都市全体でみたヒートアイランド緩和とその省エネ効果の予測を行うこと、が今後の研究課題である。

H15年度までの研究では、ヒートアイランド対策の通年の導入効果を街区スケールにて予測可能とする、ビルエネルギーモデルと都市キャノピー気象モデルの連成モデル(CM-BEM)を改良・適用し、東京23区域のいくつかの典型的街区構造を対象に各種対策の簡易評価を行った。MM-BEM-CMをそのまま用いて通年の評価を行うには膨大な計算資源が必要なため、街区をその構造により分類して実測の気象データを用いてCM-BEMを駆動し、対策の通年評価を行った。この結果全般的に外壁の湿潤化・高アルベード化の評価が高くなることが示された。ただし高アルベード化は住宅街区では冬季に増エネとなる傾向が示唆された。

前年度にヒートアイランド対策のライフサイクルアセスメントを実施した緑化(屋上、壁面)、高放射高反射塗料に対してLCC(ライフサイクルコスト)検討を行った。さらに前年度のLCCO<sub>2</sub>結果とあわせて、CO<sub>2</sub>削減の費用対効果について検討した。機能単位としては、各対策施工面積1m<sup>2</sup>あたりのコストを算出した。

昨年度のLCA検討からCO<sub>2</sub>排出削減につながると考えられた日本橋地区屋上への高放射高放射塗料塗布対策についてLCCの結果を適用してコスト見積もりを行った。その結果、計算領域全体で約1億3千3百万円と見積もられた。昨年のLCAによるCO<sub>2</sub>削減量とコストから日本橋地区における屋上への高放射高放射塗料塗布による年間CO<sub>2</sub>排出削減コストは1トンあたり約32万円と試算された。

雲を考慮した気象モデルを用いると、都市域からの排熱が増加すると都市域の雲量を変化し、日射量に大きな影響を与える。一般に高温化すれば光化学反応が促進され大気汚染が進むと考えられるが都市の高温化は雲を含む気象条件を複雑に変化させるため、単純な結論は導けないことが示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ヒートアイランド対策、都市気候モデル、街区モデル、ビルエネルギーモデル、対策評価

【研究題目】生分解性プラスチックの適正使用のための分解菌データベース作成に関する研究

【研究代表者】相羽 誠一(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】常盤 豊、中山 敦好、山野 尚子、川崎 典起、土井 明夫、平栗 洋一、山下 桂子

【研究内容】

プラスチック廃棄物問題の解決に向けて生分解性プラスチックを普及させることを目的に、土壌特性解明、土壌中のプラスチック分解菌の分離、同定、分解挙動解明、そして分解菌データベース作成の研究を行う。土壌微生物数と生分解との関係を調べるため、土壌の生分解性を示す指標として分解指数を導入した。分解指数はすでに実施された生分解性プラスチックのダンベル片の全国のフィールド試験の結果を基に算出したもので、重量減少率の総和として定義した。土壌一般微生物数との関係は細菌数、放線菌数との間では正の相関性が認められたが、糸状菌との間ではあいまいであった。菌数が少ないところでは分解指数は小さいが、菌数の多いところでも分解指数の小さいケースもあり、他の因子が影響しているためと考えられる。

ポリエステルカーボネートを対象に土壌分解活性を調べ、分解菌を定量的に評価し、分離した。単離した分解菌のうち活性の強い菌について同定及び分解機構の解明を行った。代表的な生分解性樹脂6種について海、河川、湖沼での実環境下での生分解試験を実施し、また、環境水中の微生物分析を行い、環境水のプラスチック分解能を調べた。

保存機関の保有する微生物資源を活用して、生分解性プラスチックの環境影響評価を行うため、前年度に引き続いて、*Firmicutes*(グラム陽性、低GC含量)に属する細菌6株を用いて、各種のポリエステル分解能を調べた。*Bacillus subtilis*がポリカプロラクトン(PCL)とポリブチレンサクシネート(PBS)、*B. megaterium*と*B. licheniformis*がポリ3-ヒドロキシ酪酸(PHB)の分解能を示したが、*Firmicutes*は、一般に多様なポリエステル分解能をもっていないことが明らかとなった。

一方、放線菌 *Amycolatopsis* 属や *Saccharothrix* 属のポリ乳酸分解能が、それぞれ絹粉末やゼラチンにより顕著に誘導されることが明らかとなった。

土壌分解性に影響する因子と分解予測のためのパラメーターの数値化を行った。各種因子の数値化は各種樹脂の土壌中での分解予測カーブを描くためのデータベース作成の基本データとなる。その因子として樹脂の種類、埋設場所、地域性、気温、降水量、土壌のpH、含水率、土壌中の一般微生物数、分解菌数、土壌の持つ分解活性を検討し、データ化した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、分解菌、分解挙動、土壌特性

**〔研究題目〕 有害大気汚染物質・揮発性有機化合物の高効率・簡易型処理システムに関する研究**

**〔研究代表者〕** 尾形 敦

**〔研究担当者〕** 金 賢夏、小淵 存、内澤 潤子、  
難波 哲哉、二タ村 森、小林 悟、  
山崎 正和

**〔研究内容〕**

大気中に放出された揮発性有機化合物（VOCs）は、それ自身の毒性並びに後続する化学反応で粒子状物質（SPM）、光化学オゾンを形成する等、健康被害や環境汚染の原因物質となっている。排出源別では移動発生源に比べ圧倒的に固定発生源からの排出量が多い。その中でも大手企業の90%以上は除害装置が設置されているのに対し、中小の零細企業では導入コストや装置の大きさなどから適当な除去システムの導入が進んでいない。本研究では、中小の事業所でも取り扱える小型で安価なVOCs分解除去装置の開発を目指し、排ガス条件によらない高効率の分解除去システムの構築を図る。

特殊反応場を用いた分解法については、反応温度、VOCの化学構造、空間速度、PDCシステムの耐久性等、プラズマ駆動触媒反応器（以下PDC）の最適化に必要な諸パラメータについて検討を行った。その結果、PDC反応器では、通常の触媒反応器でみられる空間速度に対する関係は認められず、比投入エネルギーが一定であれば空間速度に関係なく同様の分解率が得られることが明らかになった。耐久性についても150時間連続実験を行い、分解能力の低下は認められず安定した性能が得られることを確認した。

高効率触媒燃焼器の開発については、熱交換機能-触媒反応一体型反応器の圧力損失を低下させるよう構造を変更した。また最終的に、始動から異常加熱における緊急停止までの動作を自動化した最大処理空気流量500L/minの触媒燃焼型VOC処理実証装置を試作し、その性能試験を行った。その結果、0~500ppmのトルエンを96%以上の転化率で完全分解できることを確認した。

**〔分野名〕** 環境・エネルギー

**〔キーワード〕** プラズマ、VOC、触媒、分解、燃焼

**〔研究題目〕 軽油の酸化的超深度脱硫に関する研究**

**〔研究代表者〕** 矢津 一正（エネルギー技術研究部門新燃料グループ）

**〔研究担当者〕** 矢津 一正、古屋 武、山本 佳孝、  
武内 洋、斎藤 郁夫  
（職員5名、他1名）

**〔研究内容〕**

軽油中の硫黄分低減は、ディーゼル車の排気ガス対策上、不可欠である。現行の水素化脱硫法では除去が困難なジベンゾチオフェン（DBT）類を効率的に除去でき

る酸化脱硫技術を確立し、軽油中の硫黄濃度を1ppm以下に低減する経済的プロセスを開発することを目標とする。本年度の研究では、強酸存在下における、モデル軽油/酢酸からなる有機二相系中での、DBT類の酸化反応について検討した。酸化反応は、有機二相系溶液中に、酸触媒として硫酸または強酸性陽イオン交換樹脂を添加し、50℃に加温後、35%過酸化水素水溶液を添加することにより行った。この酸化反応系においては、効率的に過酢酸が生成し、モデル軽油中のDBT類を速やかに酸化・除去できることがわかった。この酸化剤として過酢酸を用いる有機二相系中での酸化脱硫法は、市販軽油の酸化脱硫においても有効に作用し、軽油中の硫黄分を大幅に低減できることがわかった。酸化処理と抽出処理を組み合わせることにより、軽油中の硫黄分を1ppm以下まで低減できることを明らかにした。また、軽油含有成分への影響把握としては、過酢酸による酸化反応の炭化水素類への影響について検討を行い、DBT類と同様に、多環芳香族類も酸化可能であるが、それらの酸化反応性は、DBT類に比べて、かなり低いことがわかった。さらに、酸化的超深度脱硫処理の効率化においては、連続式酸化物分離装置を試作し、連続式酸化脱硫装置と組み合わせることにより、軽油の酸化的超深度脱硫プロセスを完成することができた。

**〔分野名〕** 環境・エネルギー

**〔キーワード〕** 脱硫、軽油

**〔研究題目〕 自動車由来有害大気汚染物質の光分解除去に関する研究**

**〔研究代表者〕** 松沢 貞夫

**〔研究担当者〕** 松沢 貞夫、根岸 信彰、佐野 泰三  
（職員3名）

**〔研究内容〕**

自動車由来の揮発性有機化合物（VOC）及び粒子状物質（PM）中の有害物質を無害化するため、光触媒を用いた沿道での太陽光利用浄化（パッシブ浄化）及び道路排水系への適用も考慮した人工光源利用浄化（アクティブ浄化）技術の開発を目指す。光触媒としては、二酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）又は改良や新規合成法で得られたチタン系のものを用いる。研究では、有害化学物質の光及び光触媒分解性評価、沿道で有害化学物質を除去する際に必要な高性能光触媒材料の開発、及びそれを用いた環境浄化システムの開発を行う。同時に環境データの取得も行う。平成16年度は、VOC、PM中多環芳香族炭化水素等の光触媒分解性評価の他に、昨年度合成に成功した光触媒の性能評価および可視光応答性の発現機構解析、実用化を目指したパッシブ及びアクティブ式浄化装置によるモデル汚染空気浄化試験、誘導路型光触媒ユニットによる水浄化試験等を行った。

多環芳香族炭化水素の分解性をピレンで調べた、その結果、ピレンが短時間の内にCO<sub>2</sub>まで分解されること、

TiO<sub>2</sub>表面に残留する酸化物や重合物もやがて CO<sub>2</sub>まで分解されること等がわかった。合成した (N、C) ドープ酸化チタンは、NO<sub>x</sub> 除去に関しては可視光照射下においても高い活性を示したが、アセトアルデヒドのような揮発性有機物の分解に関しては紫外光照射下でも低い活性しか示さなかった。(N、C) の共ドープによりバンドギャップが小さくなり過ぎ、有機物の分解に必要な活性種を生成できない可能性が考えられる。パッシブ及びアクティブ式浄化装置については模擬ガスでの試験を行った。また、本年度から道路排水処理を目指して、その第一段階としてフェノールの分解を行い、誘導路式の評価を行った。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 大気浄化、空気浄化、光触媒、酸化チタン、TiO<sub>2</sub>、自動車排気、可視光応答性、道路排水

〔研究 題目〕 有機塩素化合物等有害化学物質の排出抑制のための電気化学的高度分解処理技術の開発に関する研究

〔研究代表者〕 山根 昌隆

〔研究担当者〕 山根 昌隆、村上 幸夫

〔研究 内容〕

有機塩素化合物を含む排水は、コスト面やプロセス管理が煩雑等の理由により効率的な処理が困難であった。このような化合物を使用する業種には中小規模工場・事業場も多く、それらにおいても利用可能な、低コストかつオンサイトで効率的にこれらの化合物を含む排水を分解処理できる技術の開発が求められている。このような技術の一つである電解還元法においては、電解システムに固体高分子電解質 (SPE) 膜を用いることにより処理操作の簡便化と装置のコンパクト化が期待できる。そこで本研究では SPE 電解還元法による有機塩素化合物の分解処理技術の確立を目指す。

本年度においては、有機塩素化合物等を高効率で分解できるカソード電極材料・電解セルデザイン等の要素技術の集積化および処理システム全体構成の最適化を図った上で、各種の有機塩素化合物に対する連続通水処理特性の確認を行う。また、最終的に本処理システムが実用化された場合に備えて、念のため、この処理プロセスによる分解産物が生態系にとって無害であるかどうかの確認を、微生物を用いた変異原性試験により行う。

有機塩素化合物に対する還元効率が良好で、より耐久性に優れたカソード電極材料としてはパラジウム系の電極材料をすでに見い出しているが、脂肪族有機塩素化合物に対してはその還元特性が芳香族有機塩素化合物に比してやや低い傾向が見られていた。そこで、電解処理の後段に電解生成水素ガスを利用するための還元触媒カラムを接続した、2段階処理法により連続処理を行うことを検討してきたが、今回、この処理法の適用性を調べる

ため、各種有機塩素化合物に対する分解特性について調べた。その結果、本システムでは、芳香族有機塩素化合物に対しては常温で効率的な処理が可能であり、ある程度の温度と水素圧を与えれば、分解困難であった脂肪族有機塩素化合物の連続的な脱塩素分解処理も可能であることが分かった。また、本システムによる還元処理を適用した各種有機塩素化合物の分解処理水の Ames 試験においては、試験を行った全対象物質において変異原性が認められたものはなかった。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 有機塩素化合物、分解処理、電解還元、固体高分子電解質、Ames 試験

〔研究 題目〕 瀬戸内海の家砂利資源採取による広域的環境影響評価と管理に関する研究

〔研究代表者〕 星加 章

〔研究担当者〕 星加 章、高杉 由夫、湯浅 一郎、橋本 英資、高橋 暁、井内 美郎 (愛媛大学)

〔研究 内容〕

瀬戸内海での家砂利採取による流動や生態系への影響、採取海域の回復過程、家砂利資源量などについて調べ以下のことを明らかにした。

- (1) 海底地形が大きく変化し潮流や残差流が変わった。その影響は広域的に生じた。
- (2) 海底が礫化した海域では砂質生態系から岩礫性生態系に変わり、採取中止以降もそのまま推移していた。安定同位体比解析から、採取を中止した海域では複雑な食物網構造が示されたが、採取以前は植物プランクトンを出発点とする単純な摂食食物連鎖が卓越していると考えられた。
- (3) 採取により透明度は低下し、藻場の衰退・消滅につながった。その影響は深い藻場ほど大きかった。採取を中止した海域で藻場の回復を確認した。
- (4) 家砂利賦存量は202億 m<sup>3</sup>である。採取可能な40m以浅では42億 m<sup>3</sup>で、そのうち15%はすでに採取された。

〔分 野 名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 瀬戸内海、家砂利採取、海底地形変化・回復、流況影響、藻場・生態系、家砂利資源

〔研究 題目〕 エコ・アドバンスト技術による高効率環境修復・保全システムの確立

〔研究代表者〕 北本 大 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 柳下 宏 (環境化学技術研究部門)、木村 信忠、金川 貴博、鎌形 洋一 (生物機能工学研究部門)

〔研究 内容〕

目 標 :

本研究では、バイオサーファクタント等の環境調和材料、及び即効的な環境生物モニタリングシステムを一体化した、安全かつ高効率な環境修復システムの確立を目指している。

進捗状況：

本年度は、昨年度に引き続き、バイオサーファクタント等の界面活性剤の油汚染処理に対する添加効果を検証するため、珪砂土壌を用いた洗浄実験、および実土壌を用いた微生物分解試験を実施した。その結果、バイオサーファクタントによる処理を行うことで、他の合成界面活性剤の使用に比べ、炭化水素による汚染を効率的に洗浄・除去可能であることが判った。さらに、微生物分解試験では、新たな定量的 PCR 法（消光プローブ法）を開発・適用することで、土壌中に存在する炭化水素分解微生物の挙動を精度良く定量的に把握できることが確認された。最終年度に向けて、上記の浄化促進技術と定量的な微生物モニタリング法を統合・最適化することで、環境効率のより高い、土壌修復技術の基盤を確立できる見通しを得ることができた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕環境浄化、土壌汚染、油、炭化水素、バイオサーファクタント、バイオレメディエーション

〔研究題目〕発火・爆発性廃棄物の安全処理に関する研究

〔研究代表者〕松永 猛裕

〔研究担当者〕和田 有司、飯田 光明、岡田 賢、秋吉 美也子、藤原 修三

〔研究内容〕

本研究では、発火・爆発性廃棄物を安全に処理するために、その危険性を迅速に評価する試験法、無害化処理技術の開発、廃棄物の発火・爆発現象の解明、および、廃棄に関わる発火・爆発危険性の情報整備を行う。本年度、得られた成果は以下の通りである。①発火・爆発性検出のための評価フローチャート、および、その後の処理のための簡易分析フローチャートを試作した。②著しく処理が困難な化学系廃棄物を面倒な条件設定無しで無害化するための耐爆加熱炉を開発するため爆薬の威力で 10g の爆発に耐える処理炉を試作した。③金属粉末含有組成物の自然発火特性を評価する試験法を開発することを目的として、多くの自然発火事故が報告されている塩素酸カリウム／硫酸塩含有組成物について小型等温試験を実施し、酸化剤種が発熱挙動に及ぼす影響の把握を行った。また、単独では発火・爆発危険性が低い溶液系化学物質が他の化学物質と混合されることにより、より危険な状態になる反応を詳細に調べることが目標とし、過塩素酸／有機物をモデル物質に選び、その爆発性の変化を化学的に解明することを目的とした実験を行った。④化学物質が関与した廃棄物処理中の事故を調査・解析し、

インターネット上で情報公開を開始した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕廃棄物安全、発火・爆発危険性

〔研究題目〕GIS による騒音源周辺環境を考慮した騒音伝搬予測に関する研究

〔研究代表者〕今泉 博之

〔研究担当者〕今泉 博之、高橋 保盛、神宮司 元治、国松 直

〔研究内容〕

本研究は、地理的位置や構造物の平面分布などの空間情報に自然・社会・経済などの属性データを統合的に処理・管理・解析が可能な GIS（地理情報システム）を用いて、都市域の複雑な伝搬系を考慮できる騒音伝搬予測手法を開発するとともに、標準的な音環境管理手法の確立を目的とする。平成16年度の成果を要約すると以下の通りである。GIS を用いた音環境管理に必要な各種の属性データの中で、騒音源、防音壁及び建物内の居住者に係るデータベースを構築するための機能拡張を GIS 上に開発した。また、本システムの適用性を検討するための事例検討として、道路端の低層防音壁の設置前後における周辺騒音場の変化に関して、その騒音低減量と影響範囲に関して考察した。GIS ベースの騒音伝搬予測手法の精度を検証するために、住居地域及び防音壁背後の地域における道路交通騒音の分布に関する実測値と予測値とを比較した。さらに、GIS 上に蓄積した各種の属性データを活用しモデル地区内における広域騒音場の予測計算をケーススタディとして実施し、騒音場の解析及び評価に資する騒音レベル分布図を得た。騒音場の解析及び評価に係る意思決定支援のケーススタディとして、GIS ベースの騒音予測計算から得られた騒音状況と用途地域との整合性及び建物毎の騒音レベル状況に関する分析を実施した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕GIS、騒音

〔研究題目〕ハロゲン化ダイオキシン類似物質の QSAR 分析法と分解処理技術の開発

〔研究代表者〕山下 信義

〔研究担当者〕羽成 修康、堀井 勇一、谷保 佐知、荷福 正治（爆発安全研究センター）

〔研究内容〕

塩素化ダイオキシン類と同様な環境影響、毒性が懸念される臭素・フッ素などのハロゲン元素置換のダイオキシン類似物質（PHDLC: polyhalogenated dioxin-like compounds）については環境動態・危険性把握が急務であるが、これらの化学物質は理論的には数千種類もの成分を有するため、塩素化ダイオキシンのみを対象とした現在の分析手法では対応できない。このため、複雑な混合物である PHDLC に適した新規研究手法を開発し、

併行して生化学的構造活性相関法 (QSAR) による危険性評価、高効率分解処理技術の開発から構成される、「発生源推定」「毒性評価」「分解処理技術」を融合させた総合的研究を行うことで第二、第三のダイオキシン問題の発生を防止し、今後のダイオキシン対策の円滑な推進に資する。全く新しい給源推定法として、二次元 GC/C/IRMS (図1) を用いた炭素安定同位対比分析法を PCB 異性体について適用した。世界各国から収集した 18種の製剤を異性体別に詳細分析した結果、その炭素同位体比は-34.4-22%の範囲を示し、各 PCB 製剤内において高塩素化異性体ほど低い値を示すことがわかった。特に、東欧諸国の PCB 製剤についての報告は世界初であり、旧チェコスロバキアの製剤が特異的な同位体組成をもち、他製剤と識別可能であることが判明した。これら人工有機化合物の炭素同位体比は、原料である原油の組成及び製剤の製造法と密接に関連しており、PCB 製剤と石油の同位体比範囲は一致した。これらの結果から、従来の地球化学的手法が人工有機化合物にも有効であることが証明され、炭素安定同位体比、さらには塩素・水素同位体比を用いたマルチ同位体比による環境動態把握が可能であることが示唆された。

また臭素化ジフェニルエーテル・臭素化ダイオキシン・ダイベンゾフランや新規物質も含めた臭素系難燃剤の包括的分析法を開発し、大気汚染長期指標として常緑針葉樹葉の分析が有効であることを明らかにした。本手法は、塩素化ナフタレン、PCDD、PCDF、PCB 異性体 (理論上484種類、実試料では200種余) の給源推定法と臭素化ジフェニルエーテルや新規臭素系難燃剤を含む約20種類の PHDLC について適用可能であることが確認できた。また、塩素化ナフタレンの異性体別発生源の推定にも適用可能である。

有害ガス (揮発性有機化合物) や有害化学物質を含有する焼却灰にパルス放電を印加し、その特性と有害物質の分解性を検討した結果、これらの有害物質を効果的に分解処理できる以下の基礎情報を得た。

- (1) 有害化学物質 (VOC) の処理 (無害化) には、放電電圧がある程度高く、放電発生率の大きい、放電立ち上がり早い、半幅値の小さい、正極性の放電が効果がある。さらに、直流を重畳すると、有害化学物質の分解率が大きくなる。
- (2) ハロゲン元素を含むガスの分解率は約90%にも達しており、多くの試料ガスは約50%以上の分解率であり、放電パルスを印加することによりハロゲン元素の脱離つまりハロゲン元素を含む化合物の分解が効果的に進められる。
- (3) 有害物質を含む焼却灰を無害化するには、放電パルスの立ち上がりが遅く、正極性の放電パルスが効果的である。条件を整えば、有害物質 (ダイオキシン類) を50%程度分解 (無害化) できる。
- (4) パルス放電印加により、固体には破壊、断裂など固

体全体や表面に物理的変化が生じる。

- (5) プラスチック廃棄物にパルス放電を印加することにより、その廃棄物処理が行えると考えられる。

【分野名】環境

【キーワード】塩素化ダイオキシン、臭素化ダイオキシン

【研究題目】ダイオキシン類及び内分泌攪乱物質のセンシングシステムを用いた環境リスク対策の研究 (地球環境保全等試験研究に係るもの/環境省)

【研究代表者】黒澤 茂

【研究担当者】黒澤 茂、愛澤 秀信、朴 鍾元、片岡 春樹、太田 好、片岡はるみ (職員2名、他4名)

【研究内容】

本研究では超高感度センサー素子を用いたダイオキシン類の超高感度センシング法を確立し、当該センサーに係る使用上の最適条件は環境試料を用いた実証試験を通じて明らかにすることにより、環境モニタリング調査及びダイオキシン排出削減等のダイオキシン類対策に貢献することを目的とする。当該年度は、各種超高感度センサーを用いたダイオキシン類等の測定に関する三項目の研究を行った。

(1) ダイオキシン類に対する単一認識抗体の選択とその超高感度センサー上への固定化法を継続し、抗体の固定化条件と抗原抗体反応の最適化条件について QCM (水晶振動子) 法と SPR (表面プラズモン共鳴) 法を用いて明らかにする。(2) QCM 法での化学的な高感度測定の検討として、MPC (2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine) ポリマーナノ粒子やポリスチレンナノ粒子でのサンドイッチ反応、グラフト高分子による抗体固定化量の増加について明らかにする。(3) QCM 法と従来の簡易測定法である ELISA 法 (酵素結合型固相免疫測定法) や公定法の GC/MS 法を測定法に用い、高速溶媒抽出・濃縮・カラム処理などの前処理を行った比較的に低い TEQ 値の環境試料を用いた分析結果の比較実験を継続して行った。また、QCM 法でのマルチセンサー化と液体ハンドリング装置を結合した分析装置の試作を行った。

新規に合成した mono 6-(2,3,6,7-tetrachloroxanthene-9-ylidene) hexyl succinate を bovine gamma-globulin (Dioxin-BGG) に結合したハプテンを用い、抗 2,3,7,8-TCDD 抗体である IgG 型、IgM 型、そして single-chain fragment (ScFv) 型のモノクローナル抗体を合成した。QCM 法を用いて、これらの新規な抗ダイオキシン抗体のダイオキシン認識性能評価を行い、ScFv 抗体の有用性を明らかにした。抗体固定化 MPC ナノ粒子でのサンドイッチ反応により、モデル実験の BPA 抗体固定化 MPC ナノ粒子でのサンドイッチ反応

により BPA 検出限界を0.01ng/mL まで拡張できる可能性を示した。QCM 上をプラズマ重合膜で被覆したものを基体としてリビングラジカル重合法でポリアクリル酸をグラフトしたものが、従来法に比べ抗体固定化量及び抗原抗体反応量をそれぞれ10倍増やす結果を得た。マイクロ流路型 SPR センサーチップ上への自己組織化膜を介した抗 CRP 抗体固定化と抗原抗体反応での SPR 応答性を検討した。高感度 SPR 装置を導入し、高感度測定用のマイクロ流路型 SPR センサーチップの設計・作成とその評価を開始した。

GC/MS 測定により、30検体のゴミ焼却場の飛灰由来の環境試料中の各種ダイオキシン異性体の濃度分率と毒性等量分率を求めた。QCM 式ダイオキシンセンサー測定結果と GC/MS 測定結果との比較より、QCM 法で得られた結果から TEQ 値を推定することが可能である結論を得た。高感度分析手法の検討と並行して8チャンネルの QCM 式マルチセンサーアレイと液体ハンドリング装置とを組み合わせた自動化分析装置のプロトタイプを試作し、ダイオキシン分析の高効率化の検討を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ダイオキシン、水晶振動子、免疫反応、スクリーニング

【研究題目】環境ホルモン標準物質合成と国際標準化研究

【研究代表者】山下 信義

【研究担当者】羽成 修康、堀井 勇一、谷保 佐知

【研究内容】

包括的二次元ガスクロマトグラフ (GCxGC) を用いた NP 各異性体の新規分析法を検討した。包括的二次元ガスクロマトグラフと固相抽出装置、イオン源を接続し、新規合成したノニルフェノール異性体について水試料中 0.2-0.3ng/L、ノニルフェノール製剤として0.7ng/L の検出感度を達成した。また、キャピラリーカラム、分析温度条件等、装置の最適化を試みた結果1次カラムとして DB-1、2次カラムとして DB-WAX を用いた二次元分離によってノニルフェノール製剤をおよそ106つの成分に分離することができた。また従来の分析機器との相互比較のためには DB-225カラムが最適であることを明らかにし、質量数107、121、135、149、163の異性体個別測定が可能になった。また結果として得られる複雑な分析データを解析するための多変量解析・画像処理プログラムを開発し、エンドユーザーへの提供・検証試験を開始した。

国内外標準化活動については ISO/TC147ワーキンググループにおいて新規提案のために要求されている環境試料中での異性体組成変動の証拠を得るために水及び底質環境試料について上記分析法を検証し、データを蓄積した。本研究成果を元に17年度に産総研主催で開催された ISO/TC147総会で新規提案を行い、当該手法の標準

化活動が正式に採択された。さらに本分析法の重要性が評価され新規 JIS 法策定が17年度より産総研主導で開始された。

【分野名】環境

【キーワード】包括的二次元ガスクロマトグラフ、環境ホルモン

【研究題目】自動車排ガス現場計測用超音波流量計の実用化に関する研究

【研究代表者】高本 正樹 (計測標準研究部門)

【研究担当者】森岡 敏博、中尾 晨一

【研究内容】

目的:

中央環境審議会答申「今後の自動車排ガス低減対策のあり方について」では、ディーゼル排ガス中に含まれる粒子状物質に重点を置いた対策の強化を求めている。その中で、実際の都市内における車両種別・使用実態・走行実態を反映した加速度変化の激しい過渡運転試験モードの適用が定められ、本研究では、粒子状物質等の有害汚染物質の測定において必要とされる、高精度で排ガス流量を直接測定することができる超音波流量計を開発し、自動車排ガス汚染物質総量の実態に即した規制を可能にすることを目的とする。また、開発した流量計の特性評価技術についても研究を行うとともに、流量計の国際比較試験を行うことで自動車排ガス流量計測の国際整合性を確認し、規制における国際的な障害を取り除く。

目標:

自動車排ガスの高温に対応できる超音波センサを開発するとともに、自動車排ガス特有の強い脈動や偏りのある流れの影響を受けない排ガス流量計測システムを開発する。また、開発した流量計の特性評価試験方法と排ガス流量測定方法の規格化を推進する。

H16年度の進捗状況:

① 自動車排ガス用超音波流量計の開発

被曝面に断熱材を装着した超音波センサを試作し、ヒーターおよび加熱温度変動装置を用いた高温実流による加熱試験によって、その温度特性の調査と受信波形の周波数解析を行った。その結果、超音波センサへの熱伝導の軽減効果が確認された。現在、超音波センサ保護管の材質を石英にしたもの、積層センサの締め付け方法をボルト式からバネ式に変更したものなどを試作し、その効果を試験中である。

② 排ガス用流量計特性評価試験装置の整備

排ガス用流量計特性評価試験装置で生成される脈動流の振幅制御を行うため、吸入側配管の改造を行い、特性評価試験を行った。コントロールバルブを導入したことによって、脈動流振幅制御が容易になった。しかしながら、現状の排気脈動シミュレータ(脈動流発生装置-加熱温度変動装置)の構造は、加熱温度変動装置がバッファになってしまい、脈動振幅が減衰して

しまうという結果が得られた。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 自動車排ガス、超音波流量計、排気脈動シミュレータ

〔研究題目〕 目視判定等の利用による高感度水質計測技術の簡素化に関する研究

〔研究代表者〕 松永 英之

〔研究担当者〕 松永 英之、鈴木 敏重、横山 敏郎、和久井 喜人、菅野 千晶、Tatineni Balaji

〔研究内容〕

分析機器の高度化が進む現在でも、超微量元素の定量には、熟練した技能と多大な労力及び時間を要しており、現行の高感度水質計測技術の簡素化が強く望まれている。本研究では高額な大型機器を使用することなく簡便に同程度の高感度水質計測を行うことができる新しい計測システムの開発を行う。

平成16年度は、フッ化物イオン及びカドミウムの簡易目視計測法の開発を検討した。その結果、フッ化物イオンについては、試料溶液と混合することによりそのフッ化物イオン濃度に応じて青紫からオレンジ色に変化する反応試薬系を発見し、これを用いた新たな高感度簡易フッ化物イオン計測法の開発を行った。また、カドミウムについては、結晶性多孔質シリカをベースにこれと色素分子とをナノレベルで複合化することにより、新規な目視検出用固体材料を開発することができた。開発したカドミウム検出材料を用いる標準的な判定では、5ppb (5 $\mu\text{g}/\text{L}$ ) のカドミウム濃度を20分以内で簡易に検出することができる。この方法は、ICP-AES(誘導結合プラズマ発光分析)や AAS (原子吸光法) のような大型機器を必要とせず、目視あるいは簡易なポータブル型の吸光度計により行うことができるため、測定現場におけるカドミウム濃度のモニタリング法として有用である。また、フッ化物イオン検出法は、環境基準値を大幅に下回る0.3ppm の検出定量限界をもち、かつ目視でも判定可能なことから、同様に日常的に必要とされる排水等のモニタリング手法としての可能性が見込まれる。

〔分野名〕 環境保全技術

〔キーワード〕 フッ化物、カドミウム、高感度濃度計測、目視判定、簡易法

〔研究題目〕 日本沿岸海域地球化学図による有害元素等のバックグラウンドと環境汚染評価

〔研究代表者〕 今井 登

〔研究担当者〕 今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、立花 好子、寺島 滋、池原 研、片山 肇、野田 篤 (職員7名、他2名)

〔研究内容〕

本研究では、日本の全沿岸海域底質中の微量有害元素 (As、Be、Cd、Hg、Mo、Sb 等) のバックグラウンド値を明らかにし、有害元素等の起源や海洋環境中における動態を解明するための沿岸海域地球化学図を作成する。本年度は北陸～東北～北海道～関東にかけての東日本の主要な地域の既存試料の収集を行うとともに、新たに鹿島灘、相模灘、東京湾で海底堆積物試料を採取した。いずれも約10km 間隔で200m 以浅の海域で試料を採取した。

能登半島から秋田沖までの日本海沿岸で採取された堆積物中の重金属等の地球化学的挙動を研究し、以下の結果を得た。鉄は多くの場合に堆積速度が遅い海域の砂質堆積物で高濃度を示し、スメクタイトや海緑石等の生成に伴う濃集の可能性が考えられた。マンガン濃度は、採泥点の水深と良好な正相関を示し、マンガンの濃集は主として続成作用に起因する。銅、鉛、亜鉛は、富山湾の湾奥部や秋田県北部の沿岸で高い場合が多かった。銅が比較的沖合まで移動するのに対して鉛、亜鉛は河川域で堆積しやすい。能登半島北方の石灰質堆積物は銅を始めほとんどの重金属が低濃度であった。

本調査海域におけるニッケル、クロムの主要供給源は姫川上流域の超苦鉄質岩であり、堆積物中の両元素は姫川河口で最大値を示し、北へ向かって漸減する。能登半島北西部の大陸斜面には基盤岩由来と考えられる比較的粗粒な堆積物が分布しており、鉄、コバルト、ニッケル、ベリリウム等に富む特徴がある。海底堆積物中の微量重金属は、一般に細粒堆積物に伴って移動すると考えられてきた。しかし、本研究結果によれば粘土よりも粗粒なシルト質砕屑物中の元素含有量が重要であり、特に超苦鉄質岩に由来するニッケル、クロム、コバルトの大部分は砕屑物中に含有された状態で移動すると考えられた。本調査域の堆積物中の重金属濃度を、太平洋沿岸のそれを比較すると、鉄、銅、亜鉛、ニッケル、コバルトには有意差はないが、マンガン、鉛は本調査域で高かった。続成作用で濃集したマンガンが本調査域では沿岸近くで堆積するのにに対して太平洋では遠洋域まで移動すると考えられた。本調査域の堆積物における鉛の高濃度は陸域の地質特性に由来すると解釈された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地球化学図、有害元素、バックグラウンド、環境汚染、元素分布

〔研究題目〕 現場調査用高感度蛍光 X 線分析装置の開発に関する研究

〔研究代表者〕 丸茂 克美

〔研究担当者〕 丸茂 克美

〔研究内容〕

土壌汚染現場での有害物質の直接・間接摂取リスクを軽減させるためには、現場において土壌中の有害物質濃

度を迅速かつ安価で簡便に分析し、土壤汚染の実態を把握することが必要である。そのためには、現場調査用の高感度蛍光 X 線分析装置を開発し、土壤汚染現場の砒素、セレン、カドミウム、水銀、鉛などの有害物質分析を行い、土壤汚染箇所の絞込や、掘削除去すべき汚染土壤の容積の判定、有害物質の不溶化・固定化処理の有効性評価を行う必要がある。

現状では小型蛍光 X 線分析装置による含有量分析は数10mg/kg オーダーの検出限界であり、汚染土壤の評価が十分でない。小型蛍光 X 線分析装置の多くは液体窒素を必要とするため、現場分析には不便である。本研究では小型・軽量で液体窒素を使用しない含有量分析用高感度蛍光 X 線分析装置と溶出量分析用蛍光 X 線分析装置を開発して、現場での土壤中の有害物質の分析方法の確立を目指す。

液体窒素を使用しない X 線検出器と小型電子回路の小型化を実現し、総重量40kg 以下の現場調査用蛍光 X 線分析装置のプロトタイプを製作した。また砒素や鉛の検出効率を上げるため、2次ターゲット方式や、モノクロメータ方式、2次フィルタ方式の評価を行った。また蛍光 X 線分析に必要な標準試料の評価を行った。

また我が国に産する様々な土壤の蛍光 X 線分析を実施することにより、砒素や鉛分析精度を上げるために障害となる妨害元素が鉄であることを明らかにし、鉄の影響を排除して蛍光 X 線分析する手法を開発した。具体的には、鉄のサムピークが鉛の特性 X 線と重なることが原因であるため、鉄のサムピークを除去するためにクロム製の2次フィルタを開発し、試料と X 線検出器の間に設置した。この光学系により、20mg/kg 以下の砒素と鉛を検出できることが明らかにされた。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】土壤汚染、蛍光 X 線分析装置、現場分析、有害元素、砒素、鉛

【研究題目】単層カーボンナノチューブを用いた高性能ガスセンサーの開発に関する研究

【研究代表者】南 信次

【研究担当者】南 信次、カザウイ・サイ、他2名

【研究内容】

本研究は、単層カーボンナノチューブ (SWNT) の持つ優れた特性・機能を生かすことによって、新しいガスセンサー材料を開発することを目的としている。現在ナノテク材料の研究は急激な進展を見せ、新たな成果が次々と生み出されている。本研究においては、それら最先端の研究成果をガスセンサー材料開発に生かすことによって、ナノテク材料技術と環境保全技術とを結びつけることを目指している。本年度は、ラングミュア・ブロッジェット (LB) 法やポリマー分散法を用いることにより、SWNT の均質な薄膜を開発することを目的とした。LB 膜の手法を用いると、光学的に均質な SWNT 薄膜

を、一層ずつ累積することができ、また流動配向効果によりチューブを一定方向に配向させることが可能である。一方で、SWNT の精製・可溶化の過程において、チューブどうしが凝集してしまい、孤立分散した SWNT の薄膜を形成することは困難であった。一方、ゼラチン (及び界面活性剤) を分散媒体として用いることにより、SWNT が一本ずつに孤立分散した薄膜を作製することができた。この薄膜からは、照射射下で発光が観測され、半導体 SWNT が本来有している電子機能を維持した状態で薄膜を形成できることが判明した。ガスセンシング機能は、基本的に、ガス分子種と SWNT との間の電荷授受に由来するものであり、一般に、半導体 SWNT の方が (金属 SWNT よりも) 電荷授受に対してより敏感に応答することが知られている。従って、今後は、後者の手法、すなわち、ゼラチン等のポリマーを用いて、SWNT 薄膜を作製する手法に重点を置いて研究開発を進める計画である。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノチューブ、ガスセンサー

【研究題目】船舶から発生する有害揮発性ガスによる複合汚染の低減に関する研究

【研究代表者】間島 隆博 (独立行政法人海上技術安全研究所 海洋汚染防止研究グループ)

【研究担当者】上田 浩一、宮田 修、山之内 博、柴田 清 (独立行政法人海上技術安全研究所 海洋汚染防止研究グループ)、蒲生 昌志 (独立行政法人産業技術総合研究所 化学物質リスク管理研センター リスク管理戦略研究チーム)

【研究内容】

日本国内では多種、大量の化学物質がケミカルタンカーにより輸送されており、その中には発がん性等、有害とされる物質が多数含まれる。船舶による化学物質の出荷、荷受けは東京湾を始めとする国内主要湾内で行われるため、タンカー乗組員、岸壁の作業員はもちろん、沿岸地域の住民は複合汚染を受けている。有害揮発性ガスによる健康被害を未然に予測し、対策を講ずるためには、環境、暴露濃度の基礎データを収集して実態を把握するとともに、健康リスク解析による、単一物質ではない総合的な評価が必要であり、排出そのものを抑制する技術が必須である。

本研究では船舶により輸送される化学物質の蒸発ガスによる複合汚染の実態を明らかにし、健康リスク解析によりその影響を総合的に評価する。さらに、評価結果に基づき船舶搭載型排出量低減化装置により複合汚染の影響を効率的に削減することを目的とする。

ケミカルタンカーにおける現場計測で得られた乗組員の暴露濃度に基づき、リスクの比較が可能な損失余命による方法によって、タンカー乗組員の健康リスク解析を

実施した。物質は、昨年度までに評価したベンゼン、アクリロニトリル、キシレン類に加え、トルエン、スチレンの評価を行なった。さらに、濃度データが得られていない物質についても、酢酸ビニル、1、2-ジクロロエタンについての評価を行い、海上輸送量が多く健康影響が懸念されるこれら7つの物質についてリスクランキングとして示した。この結果、IMO から勧告が出されているベンゼン以上に、アクリロニトリルや1、2-ジクロロエタンにも注意が必要であることが示唆された。

〔分野名〕 環境・エネルギー分野

〔キーワード〕 ケミカルタンカー、リスク評価、損失余命、リスクランキング、タンカー乗組員、揮発性有機化合物

〔研究題目〕 内湾窒素循環過程における干潟・浅海域  
—湾中央生態系の相互作用の解明

〔研究代表者〕 左山 幹雄

〔研究担当者〕 左山 幹雄

〔研究内容〕

水深の浅い東京湾等の半閉鎖性内湾では、窒素の流入負荷の削減にもかかわらず、富栄養化問題は依然として深刻な状況にある。その原因として、堆積物からの窒素の溶出負荷の増大と、堆積物表層における脱窒（自然浄化）能力の低下が指摘されている。本研究では、干潟・浅海域と湾中央を空間的に相互に関連した複合生態系として把握し、湾全域を動的に統合した総合的な内湾複合生態系窒素循環モデルを構築する。そして開発したモデルを用いて、干潟・浅海域及び湾中央底生生態系が有する自然浄化機能（脱窒）が、湾全体の水質改善効果に与える寄与を定量的に把握する。また自然浄化機能（脱窒）のメカニズムを解析し、自然浄化機能の促進に重要な生物・化学・物理過程を推定する。平成16年度は、東京湾湾中央底生生態系において現場脱窒速度（<sup>15</sup>N法）、現場溶出速度（Flux chamber法）、水-堆積物界面の環境要因の季節変化について現場調査を行い、堆積物に取込まれた硝酸態窒素の約80%がアンモニア態窒素に還元されているために、湾中央では脱窒速度が低下し堆積物からの窒素溶出負荷が増大していることを明らかにした。そしてそのような窒素循環過程の特性には、細胞内に硝酸態窒素を高濃度に蓄積するイオウ酸化細菌が深く関係していることを、水-堆積物メソコズムを用いた実験的解析により明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 湾中央底生生態系、窒素循環、脱窒

〔研究題目〕 高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究

〔研究代表者〕 山下 信義

〔研究担当者〕 羽成 修康、堀井 勇一、谷保 佐知

〔研究内容〕

PFOS や PFOA は発生源から遠く離れた魚類や海洋ホ乳類から検出されているが、多数の製造および使用されているパーフルオロアルキルスルホン酸アミドアルコール類（Perfluoroalkyl sulfonamidoalcohols）やフルオロテロマーアルコール（FTOHs、 $C_xF_{2x+1}CH_2CH_2OH$ ）などの前駆体が環境中や生物中で PFOS や PFOA 等に変換するため、PFCs の環境動態は複雑で、未だ解明されていない。PFCs の環境動態を把握するためには、短鎖から長鎖の PFCAs やフルオロテロマー等の前駆体に適用可能な抽出・測定方法が必要である。

上記に鑑み、本研究では、PFCs 分析方法を開発するため、これらのバックグラウンドの原因を定性・定量し、そのレベルを十分低減することを目的とした。また、水試料および生物試料中の短鎖及び長鎖の PFCAs、PFASs、FTOHs および各種前駆体に適用可能な高精度高感度な抽出および LC-MS/MS を用いた測定方法を確立した。特に、液体クロマトグラフタンデム質量分析計を用い、16種類の PFOS 関連物質について超高感度分析法を開発した。また、従来法では分析できない低分子有機酸の分析法を液体クロマトグラフ・タンデム質量分析計を用いて開発・検証した。ガスクロマトグラフタンデム質量分析計を用いた揮発性テロマーアルコール及び前駆体の分析法を開発した。現在まで、日本・中国・韓国・スリランカ・米国・ポーランド・ドイツ等、世界各国より採集した多様なマトリックス（河川水・沿岸水・外洋水・沿岸底質・魚介類・食品・人及び家畜）について検証実験を行い、3報以上を国際誌へ成果公表済み。これらの成果により第4回海洋汚染国際会議（香港）と International symposium on Fluorinated Alkyl Organics in the Environment（FLUOROS、カナダ）において2件のキーノートスピーカー、International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and Persistent Organic Pollutants（DIOXIN 2005、カナダ）において PFOS 特別セッションのチェアマンとして招待された。

〔分野名〕 環境

〔キーワード〕 PFOS、外洋汚染

〔研究題目〕 ダイオキシン類による地域環境汚染の実態とその原因解明に関する研究

〔研究代表者〕 辰巳 憲司

〔研究担当者〕 市川 廣保、福嶋 正巳、山本 葉子  
（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

ダイオキシン類による環境汚染の実態が次第に明らかにされつつあるが、環境中での挙動、特に土壌の腐植物質との相互作用についてはほとんどわかっていない。本研究では、ダイオキシン類の組成分析に及ぼす土壌及び土壌腐植物質の影響及びその評価を行うため、腐植酸タ

イブが異なる腐植物質を含む様々な種類の土壌や腐植物質そのものとダイオキシン類の相互作用を解明することを目的とする。本年度は、本研究で確立した固相マイクロ抽出法 (SPME) 及び電子捕獲型検出器付きガスクロマトグラフ (GC-ECD) によるダイオキシンの腐植物質に対する分配係数 ( $\log K_{oc}$ ) 評価法を用いて、ダイオキシン類の種々の腐植物質に対する分配係数に与える腐植物質の構造特性を検討した。また、腐植物質組成の異なる土壌にダイオキシン類を添加したときのダイオキシン類濃度測定値に対する土壌腐植物質の影響を検討した。

21種類の腐植物質に対する7塩素化ダイオキシンの分配係数 ( $\log K_{oc}$ ) を測定したところ、7.65~6.35の範囲であった。黒ボク土由来、褐色森林土由来、熱帯泥炭由来の腐植酸で、分配係数が7.3~7.6と推定値に近いのに対して、フルボ酸やポドゾル泥炭由来の腐植酸では7.1~6.3と推定値より0.5~1桁低くなる傾向を示し、腐植酸とフルボ酸との間で分配係数は1桁以上の差があった。この違いは土壌に含まれる腐植物質の元素組成、官能基含量、腐植化度などの構造特性の違いによるものと考えられた。そこで、ダイオキシンの分配係数に影響を及ぼす腐植物質の構造パラメータについて検討を行った。腐植物質中の炭素/水素比、脂肪族炭素含有率、芳香族炭素含有率、芳香族+脂肪族炭素の和、極性指標 (PI)、酸素/炭素比、全酸度の各パラメータと分配係数の相関を検討したがはっきりした相関は見られなかった。しかし、腐植物質のカルボキシル基含有率と分配係数の間で明瞭な相関が見られた。すなわち、腐植物質に対する7塩素化ダイオキシンの分配係数は、腐植物質のカルボキシル基密度の減少に伴い増加することが明らかとなった。さらに、2種類の腐植物質に対するダイオキシン類の分配係数を測定した結果、腐植酸では6.03~8.34、フルボ酸では6.24~7.48の範囲であり、腐植物質に対する7塩素化ダイオキシンの分配係数とほぼ同じ範囲であることが明らかとなった。また、タイプの異なる腐植物質を含む土壌にダイオキシン類を添加した時の土壌とダイオキシン類分析値の関係について検討したところ、腐植物質の異なる土壌において腐植物質がダイオキシン類分析値に影響する傾向は見られなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ダイオキシン、腐植物質、腐植酸、分配係数

【研究題目】地下水汚染における科学的自然減衰 (MNA) に関する研究

【研究代表者】駒井 武

【研究担当者】駒井 武、川辺 能成、竹内 美緒、杉田 創

【研究内容】

山形県における揮発性有機塩素化合物 (VOC) の汚

染では、地下水中の汚染物質濃度の時間的推移や分解挙動が、その地域により大きく異なっている。これらの差異は地下水や汚染土壌の無機・有機成分や溶存酸素・pH あるいは地下水の流速および棲息する微生物などさまざまなことが関与しているものと考えられる。そこで、本年度は昨年度に引き続き、汚染された地域の地下水データについて年変動や季節変動などから自然減衰の挙動や減衰パターンを解析した。昨年度および今年度の結果により、汚染物質の減衰タイプと地下水成分との関連性について明らかにした。減衰タイプとしては、(a)生成物を伴いながら主の汚染が減衰していく、(b)生成物はなく単独で減衰していく、(c)減衰がほとんどない、の3タイプに分類された。地下水成分については、減衰タイプ(a)では、酸化還元電位や溶存酸素濃度が低く、有機炭素量やマンガンや鉄などの溶存重金属が多く検出されたほか、硫酸イオンや硝酸イオンが低いなどの特徴があった。一方、減衰タイプ(b)および(c)の地下水では、酸化還元電位や溶存酸素濃度が高くなっていた。また、硫酸イオンや硝酸イオンが多く検出され、重金属類の濃度は小さくなっていた。このように、汚染物質だけでなくほかの地下水成分を調査することにより、ある程度その汚染サイトでどのような VOC の減衰が起こるか予測可能になるといえる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】MNA、地下水汚染

#### —地球環境保全試験研究費—

【研究題目】フッ素系地球温暖化物質の回収・分解技術に関する研究

【研究代表者】二タ村 森

【研究担当者】二タ村 森、永長 久寛、清野 文雄、山崎 章弘、原谷 賢治、藤原 一郎、須田 洋幸

【研究内容】

目標：

本研究では、高性能分離膜やハイドレートを利用した回収技術と低温プラズマを中心とした分解技術を開発するとともに、各要素技術の相補的なシステム化を図ることにより、化学構造や排出源を異にするフッ素系地球温暖化物質の工場等の排出源からの大気環境中への放出を抑制し、地球温暖化防止に資することを目的とする。

研究計画：

まず膜によるフッ素系地球温暖化物質の回収プロセスの開発、ハイドレートによるフッ素系地球温暖化物質の回収再生プロセスの開発、低温プラズマによるフッ素系地球温暖化物質分解技術の開発を個別に行い、各要素技術を精緻化する。さらに、個別の発生源に適合する新規処理システムを設計し、実用化の基本計画を策定する。年度進捗状況：

本研究では、i) 膜によるフッ素系地球温暖化物質の

回収プロセスの開発、ii) ハイドレートによるフッ素系地球温暖化物質の回収再生プロセスの開発、iii) 低温プラズマによるフッ素系地球温暖化物質分解技術の開発を個別に実施した。今年度の研究概要は以下の通りである。

i) 6FDA-BAAF ポリイミドから作成した非対称中空糸膜によるガスの透過・分離性能を評価し、分離性能に及ぼす膜構造の影響や、高い回収率を達成するには連続二段分離プロセスに膜装置を構成する必要があることなどを明らかにした。6FDA-BAAF ポリイミド非対称中空糸膜を真空下、温度500~550°Cで焼成して作製した炭素中空糸膜ミニモジュールはフッ素系ガスに対して高い分離係数を示し、 $N_2/SF_6$ 系では60,000以上であった。炭素膜による一段分離と地下水温度での冷却・液化プロセスで、1%濃度の  $SF_6$  をほぼ100%回収する場合の所要エネルギーは約0.23kWh/mol と見積もられた。モジュール軸方向の混合拡散の影響を低減するテストモジュールは94% $N_2$ -6% $SF_6$ の供給ガスから濃度99%の  $SF_6$  を回収率85%以上で回収できた。

ii) HFC-134a ( $CH_2FCF_3$ ) - $N_2$ 混合気体を用いて、混合気体からのハイドレート生成に関する基礎データを取得した。次いで、分離システムを設計する一連の手法を開発し、分離槽内における反応速度式を誘導した。さらに、連続槽型の分離総合試験装置による分離試験を行い、ハイドレートをを用いたフッ素系地球温暖化物質の分離技術を実証するとともに、実際の条件での装置設計や運転のために必要なデータを取得した。また、分離システムの経済性評価を実施した。平衡物性の計算による予測結果から、実用的に十分な精度でシステムの設計が可能であることを明らかにした。システムの経済性評価では、 $SF_6$ 等の分離においてハイドレート分離技術が深冷法よりも優位にあることを示した。

iii) 種々の HFC 類のプラズマ分解実験を実施し、電圧特性、酸素分圧、共存水がフッ素系地球温暖化物質の分解反応性に与える影響について検討した。実用的には通常の正弦波交流電圧を用い、リアクタ特性に応じた周波数を選定する必要があることがわかった。バリア放電型リアクタに  $MnO_2$ 、 $TiO_2-SiO_2$ 、 $AlPO_4$ を複合化するとフッ素系地球温暖化物質の分解を促進するが、その触媒効果は被分解物質の化学構造に依存し、触媒効果が  $C_2$ 化合物では小さく、 $CF_4$ では大きく発現した。 $MnO_2$ によるオゾン分解で高濃度に生成した酸素原子が HFC 類の酸化分解を促進したものと考えられる。また、プラズマ発光により活性化された  $TiO_2$ 上に生成した酸素活性種も HFC 類の酸化分解を促進する。 $AlPO_4$ は低温プラズマ中でフッ素系地球温暖化物質の C-F 結合を弱めることにより、その分解を促進したものと考えられる。低温プラズマリアクタと触媒の複合化により、分解反応におけるエネルギー効率が改善されることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素系地球温暖化物質、膜、ハイドレ

ート、低温プラズマ、触媒、回収、分解

【研究題目】二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究

【研究代表者】原田 晃

【研究担当者】原田 晃、鈴木 昌弘、鶴島 修夫、柴本 陽子

【研究内容】

16年度は海水中の有機物の主要構成成分であり、同時に海洋の二酸化炭素吸収能を制御する栄養塩としても重要な有機態リン化合物に着目し、西部北太平洋の8地点において海水中の有機物濃度の詳細な鉛直分布を行なった。温帯域の測点7に対して亜熱帯域の測点10では表層の栄養塩が枯渇しており、生物活動が極めて乏しい貧栄養海域であった。しかし二つの測点の有機態リン濃度にほとんど差がなく、観測された有機物は比較的長期間にわたって海水中に滞留する成分であると推測された。

二酸化炭素の放出によって形成される高二酸化炭素、低 pH による有機物の分解プロセスへの影響を調べるため、予備的な室内実験を行った。非常に分解性の高いモデル化合物を用いて、4段階の二酸化炭素濃度ガスを吹き込んだ海水中での分解の様子をモニターした。分解速度を求めるためには、数ヶ月にわたる実験と高精度の有機物濃度測定が必要であることが明らかになり、このための準備を行っている。有機物からの栄養塩の再生速度への影響を評価するために、二酸化炭素濃度を変えた上記の海水試料について脱リン酸化活性の測定を実施した。脱リン酸化活性は2,000ppm の二酸化炭素ガスを吹き込んだ海水で最大となり、通常の海水の5倍の値を示した。さらに高濃度では活性が逆に減少し、脱リン酸化プロセスへの二酸化炭素放出の影響はその濃度によって著しく変動することがわかった。

無機物である炭酸カルシウム殻の生産とその鉛直輸送は海洋炭素循環の主要プロセスであるので、二酸化炭素濃度を調整した海水を用いた炭酸カルシウムの溶解実験系を検討した。炭酸カルシウムの溶解は水圧の影響を顕著に受けることから、深海に相当する水圧を再現できる特殊な装置を用いた実験を行えるよう、予備的な実験を行い実験系を改良した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、海洋隔離、環境影響評価、西部北太平洋

【研究題目】サング年輪気候学に基づく、アジアモンスーン域における海水温上昇の解析に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳

【研究担当者】鈴木 淳、川幡 穂高、野原 昌人、Lallan P. Gupta、笠島 佳代、井上 麻夕里、吉永 弓子、高岡 光枝、外西 奈津美

## 〔研究内容〕

サンゴ試料採取は、産業技術総合研究所が中心となり、国立環境研究所と共同で実施して平成16年度までに、フィリピン2地点（ルソン島東南部 Bicol 地方の太平洋岸、Visayas 地方 Bohol 島南岸）、インドネシア・ジャカルタ北方の Seribu 諸島、および琉球列島石垣島、小笠原諸島父島より、現生サンゴ骨格の長尺柱状試料を採取した。柱状試料の採取には水中エアドリルおよびエンジンドリルを用いた。これらの試料採取地点および今後の予定地点は、東アジアから東南アジアを経て、インド洋に及ぶ海域を網羅し、これらの地点から採取されるサンゴ骨格は、モンスーン現象の長期的変動を解析するのに適していると考えられる。また、西オーストラリア沿岸およびミクロネシアより採取された試料も併せて検討した。平成16年度までに小笠原諸島父島ほか、石垣島、ミクロネシアより100年ないしそれ以上のサンゴ骨格酸素同位体比記録を得た。ほとんどの地点で同位体比の減少傾向、すなわち海水温上昇あるいは塩分低下の傾向が認められる。近年の酸素同位体比の減少傾向は、石垣島およびミクロネシアで顕著であり、一方、小笠原では明瞭な変化は見られない。これらの長尺サンゴ試料に見い出された長期トレンドは、Cane et al. (1997, Science) による最新の水温観測記録コンパイルの解析結果の水温変化傾向と、大局的に一致しているように思われる。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕サンゴ、骨格、水温、塩分、酸素同位体比

## —地球環境研究総合推進費—

〔研究題目〕化学輸送モデルを用いた東アジアにおけるハロカーボン排出量の推定に関する研究

〔研究代表者〕田口 彰一

〔研究担当者〕田口 彰一（職員1名）

〔研究内容〕

ハロカーボンの一種で冷蔵庫の冷媒として利用されている HCFC-22の東アジアからの排出量の推定を試みた。HCFC-22の濃度を産総研の気輸送モデル（STAG）を用いて計算し、2002年に相模湾上空で2回の割合で採取された大気中濃度および2004年に波照間島で1時間間隔で観測された濃度との比較から検討した。相模湾上空の1-7km の濃度および、波照間島の7-8月の低濃度期間については、STAG の計算結果と観測の差は5ppt 以下であった。このことから STAG で用いた、発生源分布、全球排出量の経年変化、大気中 OH ラジカル量、HCFC-22と OH ラジカルの反応速度、反応速度の計算に用いた気温などの推定値は妥当なものとして判断した。詳細に見ると、2004年の5ヶ月間の波照間連続観測には、季節変動、一週間程度の時間スケールの変動、一日程度のスケールの時間変動が含まれているが、STAG の計算

結果から、波照間の HCFC22濃度は波照間が北半球大気と南半球大気のどちらに覆われているかに依存することが分かった。一日の時間スケールで発生する低濃度現象も南半球大気が狭い帯状となって波照間を覆うことにより発生していた。180ppt 以上の最大濃度をとまなう高濃度現象は5月から9月までに10回検出されたが STAG は観測濃度より低く、その差は最大で90ppt に達した。STAG に分割した発生源を与え、その高濃度事象との対応から日本の定常な排出源からと思われる場合が4件、韓国が1件、台湾が3件あった。残り2件の排出源は特定できなかった。全球の発生源を7個に分割した場合、東アジアのみで54箇所の潜在的な発生源を仮定してベイズ統計を用いて解いた場合、バック・アトリビューション法で推定した場合の3種類を比較した。観測と STAG の差は約11ppt に留まった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕地球温暖化、ハロカーボン、相模湾、波照間島、OH ラジカル、バックアトリビューション法

〔研究題目〕海洋上の有機エアロゾルに対する人間活動の影響及びその放射強制力の評価

〔研究代表者〕兼保 直樹

〔研究担当者〕兼保 直樹、古賀 聖治、大島 美紗子

〔研究内容〕

目標：

数値モデルによって気候変動の将来予測を精確に行うためには、エアロゾルによる放射強制力を正確に求める必要がある。このうち有機エアロゾルは、その、発生源、微物理・光学的特性、および季節変動に関する情報が不足しており、その放射強制力の計算過程には不確実性が多いことから、これらを基本的な情報を明らかにし、アジア大陸起源エアロゾルの北太平洋上での放射強制力を算定する。

研究計画：

冬季の Asian outflow に含まれる大気エアロゾルの光学的特性、その湿度依存性、鉛直分布などを小笠原父島における長期および集中観測により明らかにする。また、有機エアロゾル中の燃焼起源成分を分析し、化石燃料燃焼起源およびバイオマス燃焼起源の成分の寄与を解析する。

年度進捗状況：

小笠原父島等の島嶼において長期に観測を行い、人間活動の影響を受けたアジア大陸起源の大気エアロゾルの長距離輸送の状況、その光学的特性を支配する有機エアロゾルおよび黒色炭素粒子の挙動およびその発生源を解析した。父島において大陸性汚染気団中で測定されたエアロゾルの複素屈折率虚数部は、WMO WCP-55エアロゾルモデルで Continental Type として採用されている 0.01 との比較でやや大きい吸収性（ $\sim 0.013$ ）が導かれ

た。光学式パーティクルカウンタによる長期観測結果から、大陸性汚染気団と海洋性清浄気団の典型的な粒径分布が得られた。また、広域輸送モデルにより、父島に到達したBCの濃度が高い気塊の発生源地域は、中国南部を起源とする場合が多いことが示された。父島および済州島でフィルターサンプリングされた有機エアロゾルの分析結果は、ともに冬季に多環芳香族炭化水素類が高濃度を示した。多環芳香族炭化水素類の各物質濃度の季節変化から、父島に到達した燃焼起源エアロゾルには冬季の石炭燃焼等産業起源系のもの、および夏季のバイオマス燃焼系のものゝ寄与が示唆された。以上より、エアロゾル散乱係数および吸収係数、エアロゾルの鉛直分布、測定値の湿度補正係数等、今後の放射伝達計算に必要なパラメータをほぼセットとして揃えることができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】放射強制力、PAHs、黒色炭素

【研究題目】太平洋の海洋中深層データ解析による長期的二酸化炭素吸収量の解明に関する研究

【研究代表者】鶴島 修夫

【研究担当者】鶴島 修夫、原田 晃

【研究内容】

海洋中深層までの二酸化炭素吸収速度とその変動要因を探るため、太平洋域における海水中二酸化炭素と関連する生物化学パラメータについて既存データの集積と時系列データ解析手法の開発・応用を行った。トレーサデータを利用した大気から海洋への人為起源二酸化炭素蓄積速度の解析法を用いて、定常状態を仮定した場合の太平洋スケールにおける人為起源二酸化炭素の蓄積速度の時空間分布マップを作成した。その結果、北太平洋全体としては1990年代平均で、 $0.54 \pm 0.01 \text{Pg C/year}$  ( $\text{Pg} = 10^{15} \text{g}$ )、また、南太平洋では $0.78 \pm 0.02 \text{Pg C/year}$  の人為起源二酸化炭素を吸収しており、太平洋全体としてはモデル計算から期待される全海洋の人為起源二酸化炭素の約6割を吸収していることが明らかになった。次に、1970年代以降の北太平洋の二酸化炭素データを収集し、統合データベースを作成した。西部北太平洋定点および東経165度の南北断面において、海洋中深層における二酸化炭素の増加速度を見積もり、約1000m深までの二酸化炭素の増加が実測データから検出された。二酸化炭素濃度の観測値そのものの変動は大気との平衡計算により予想される増加速度より遙かに大きく、海洋循環が定常状態ではない事による影響である可能性が改めて示唆された。一方酸素消費（有機物分解）の効果を差し引いた全炭酸の増加は表層で約 $1.0 \mu\text{mol/kg}$ 程度で、1000m深まで増加が検出された。生物パラメータ時系列解析により、物理的な循環の変動のみならず、生物生産や生物組成の変化が起こっている可能性が示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、吸収速度、太平洋

【研究題目】東シナ海陸棚域の堆積物による過去50年間の長江経由土砂供給量の長期変動に関する研究

【研究代表者】齋藤 文紀

【研究担当者】齋藤 文紀、金井 豊、松岡 数充

（長崎大学環東シナ海海洋環境資源研究センター）

【研究内容】

河川の堆積物運搬量の変動が沿岸海域に与える影響を明らかにするため、黄河と長江において河川の土砂運搬量データ、海域の堆積物に記録された変動記録、海岸沿岸域の地形などの変動記録を総合的に解析することを試みた。

黄河では、ダムへの堆砂や流域の水利用によって運搬土砂量が激減しており、1999年以降はデルタ全域で海岸線が後退する状況となっている。1976年以降の海岸線変化と運搬土砂量との関係から、年間運搬土砂量から2.5億トン引いた値が陸域の拡大速度とよい相関があることから、波浪による沿岸域における土砂の再移動量は年間2.5億トンと推量され、海岸線を維持するためには同量の土砂供給が最低必要であることがわかった。

長江では、長江デルタのデルタフロントとプロデルタの海域から採取した柱状堆積物について鉛210とセシウム137を用いて堆積速度の変化を検討した。水深14.5m、19.7m、26.8mから採取したコアの鉛210法による表層付近の堆積速度は、柱状試料の下部の堆積速度よりも小さく、またセシウム137法による堆積速度よりも小さかったことから、近年の堆積速度の減少が推定され、減少は沖合ほど明瞭であった。長江の河川から海域への土砂供給量は1980年代後半以降、顕著に減少しており、2000年には1960-1980年代の供給量の約6割にまで低下している。このことが堆積速度減少の原因と考えられ、特に沖合ほど減少が顕著であることは、沿岸域が潮汐卓越環境であることを反映していると考えられる。プロデルタ・内側陸棚から採取した柱状試料の堆積相も潮汐の影響を強く示しており、供給土砂の減少はより沖合の堆積作用に影響が出易いことが明らかとなった。また長江中流の宜昌と下流の大通における土砂運搬量にはよい相関があり、この関係から推定される三峡ダム建設後の海域への土砂量は、1960-1970年代の土砂量の約半分、三峡ダムの貯水直前よりも1-2割減少することが示された。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】長江、三峡ダム、沿岸環境、土砂

【研究題目】有害化学物質の環境中での分解・変質と有害性評価に関する研究（環境研究総合推進費に係るもの／環境省）

【研究代表者】田尾 博明

〔研究担当者〕 田尾 博明、中里 哲也、伊藤 信靖  
(職員2名、他1名)

〔研究内容〕

人為起源有害化学物質による海洋汚染は広域化し、海洋生態系への影響が懸念されている。2001年に残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs 条約）が成立し、対策と共にこれらの化学物質の地球規模での監視が盛り込まれている。有害化学物質はそれ自身の有害性もさることながら、環境における変質過程によって、より有害性の高い物質を生じる可能性が懸念されることから、海洋環境における変質過程の解明とその有害性評価を行う。このため、海洋中で新たに生成する多環芳香族（PAH）や PCB の水酸化体に着目し、極微量分析法を開発して、沿岸域から外洋までの濃度分布を測定する。また、太陽光シミュレーター（自然光と同じ波長の光を照射する装置）を用いて水酸化体の生成、分解速度などのデータを取得するとともに、海域の総合的な有害性（特に雌性ホルモン様活性）を測定して、未解明であった PAH や PCB 水酸化体の有害性に対する寄与を評価する。

本年度は、前年度に開発した分析方法を用いて都市域の天然水、近海域の PAH 水酸化体の測定を行った。実試料から観測される主な化合物は、1,4-NQ、2-OHNP、2,3-diOHNP、1,5-diOHNP、1,3-diOHNP、9-OHPT である。このうち、1,3-ジヒドロキシナフタレン濃度が最も高く、都市道路面で1ppb、港湾で0.1ppb であったが、サブテーマ(1)で採取した太平洋海水試料では検出限界（0.01ppb）以下であり、陸から離れるにつれて分解・希釈されている様子が推測されたが、動態把握には濃縮倍率の向上が必要であった。このため、活性炭濃縮とシリル誘導体化法を用いる分析法を開発し、検出限界を約10倍改善した。内分泌攪乱作用に関しては、前年度までに、ベンゼン環が3つ縮合した構造をもつ PAHs、アントラセンについて研究を進めてきた。アントラセンの誘導体の中には、環境エストロジェンとして知られる4-ノルフェノールと同等のエストロジェン様活性をもつ化合物が存在する事が明らかになっている。しかし、PAHs の誘導体に関する研究は未だ不明な点が多く、今年度は環境中での存在量がより多い、ベンゼン環が2つ縮合したナフタレンに着目し、ナフタレン及びその誘導体のエストロジェン様活性を評価する事を本年度の研究目的とした。エストロジェン・アゴニスト試験は、エストロジェン様物質が酵母核内のエストロジェンレセプターと結合した結果、 $\beta$ -galactosidase の発現を誘導する作用を利用し、この $\beta$ -galactosidase の発現量を測定することによって行った。また、薬物代謝酵素の使用の有無によって、化学物質が生体内で代謝された場合と、代謝されない場合を想定した実験を同時に行った。その結果、対象とした11物質中5物質で活性を確認した。ナフタレンの誘導体の中にはアントラセンの誘導体の中で最

も活性の高かった2-ヒドロキシアントラキノンの約1/4の活性を示す化合物が見られた。ナフタレンは自然環境中において高濃度で検出されていることから、環境中でのナフタレン誘導体の存在量を明らかにし、エストロジェン様活性への寄与率を把握していくことが重要である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 海洋汚染、有機スズ化合物

〔研究題目〕 保存すべきサンゴ礁の水質・光環境条件に関する研究／サンゴ礁生物多様性保全地域の選定に関する研究

〔研究代表者〕 鈴木 淳

〔研究担当者〕 鈴木 淳、川幡 穂高、簗島 佳代、井上 麻夕里、吉永 弓子、高岡 光枝、外西 奈津美

〔研究内容〕

石西礁湖中央部に現存するサンゴ礁の小規模健全域であるシモビシの生物群集調査地点において水質・底質等の環境パラメータの多点計測を実施し、生物群集の分布特性と海洋環境との比較について検討が可能なデータセットを収集した。前年度に調査した宮良湾のサンゴ礁では、陸水の流入の影響で、内岸寄りでは塩分が外洋水よりも低下している様子が捉えられたのとは大きく異なり、塩分そして栄養塩濃度の点からも均質な海水組成に特徴付けられる安定した海洋環境が確認された。一方、水温については南東-北西方向にわずかな違いが認められる。これは、シモビシが大局的には竹富島と小浜島の間に広がる浅い閉鎖性海域の南東部の礁縁にあたり、礁の外側（南東）と内側（北西）で水質に微妙な差が出ていることを反映している可能性が示唆される。濁度の平均値は、わずかながら石垣島東岸の安良崎海域よりも高い。シモビシ海域を取り囲む石西礁湖の広域水質特性についての予察的な観測を秋季に実施した。石西礁は東西およそ20km にわたる大規模なサンゴ礁複合体である。水温および塩分について、石西礁湖内と外洋との差は極めて小さく、基本的に外洋との海水の交換が活発なことが示される。しかし、礁湖海水の全アルカリ度は外洋レベルからの明瞭な低下が認められ、活発な石灰化が進行している様子がわかる。礁湖海水の栄養塩濃度はわずかながら外洋水よりも高いレベルになる。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 サンゴ礁、濁度、水温、栄養塩、石灰化

〔研究題目〕 サンゴ礁の海水流動と懸濁物の挙動に関する研究／サンゴ礁生物多様性保全地域の選定に関する研究

〔研究代表者〕 長尾 正之

〔研究担当者〕 長尾 正之、高杉 由夫、橋本 英資、鈴木 淳

### 〔研究内容〕

サンゴ礁内の濁質分布の規定要因を検討し、保全すべきサンゴ礁環境の数値基準を海中懸濁物と光環境の視点から提案することを目的として、平成16年度は、9月と11月に特別保全地域選定の資料となる底質、水質データを取得したほか、これまで沿岸性サンゴ礁である宮良湾と外洋性サンゴ礁のシモビシの結果について比較を行った。まず、2002年9月に行われた石西礁シモビシサンゴ礁の多地点稠密調査結果を用いて、主に表層水の濁度と底質データの関係に着目して環境の概要を調べた。その結果、シモビシは宮良湾に比べて礫の割合が高く、陸起源の泥の影響が全くない場所であると言えること、シモビシの底質中懸濁物質含量（SPSS）の値は宮良湾に比べて小さく、また値の高い地点は2地点のみであること、シモビシの表層濁度は平均で0.20NTU、最大で0.28NTUであり宮良湾の濁度に比べると大変小さく、地点間の表層濁度の差は宮良湾の場合に比べると非常に小さいことが明らかになった。次に、表層濁度と底質の関係について調べたところ、宮良湾の結果と異なり、シモビシにおけるSPSSと濁度の相関関係は0.117と非常に小さかった。そこで、SPSS以外の底質データと表層濁度とをまとめて主成分分析を行った。その結果、第1主成分（寄与率0.332）により礫の多いシモビシ西側とそれ以外の地域の傾向が大別できることなどが明らかとなった。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕石垣島、石西礁、シモビシ、宮良湾、懸濁物質

### 〔研究題目〕マーカー遺伝子を導入した組換え微生物の検出法の開発

〔研究代表者〕鎌形 洋一

〔研究担当者〕鎌形 洋一、木村 信忠、諸野 祐樹

### 〔研究内容〕

微生物の分野では、国内において現在までに実用化されている組換えDNA技術として、酵素、医薬品の生産などの閉鎖系において利用されている例が数多くあるが、環境中などの開放系利用においては実用化されている例は未だに存在しないのが現状である。一方、研究段階では組換えトリクロロエチレン分解菌、水銀化合物浄化菌、石油分解菌等の環境浄化を目的とする組換え微生物が現段階で創製されており、化学物質や重金属を分解・除去する環境浄化微生物などへの実用化が期待されている。そのような組換え微生物の利用法の一つとして、環境中の汚染物質除去を行うために組換え微生物を環境中へ添加して環境浄化を促進する、いわゆる“bioaugmentation”が注目されている。しかしながら、環境中に解放した微生物の生残性や浄化活性を長期間に渡ってモニタリングする手法はまだ確立していない。そこで、汚染物質分解微生物を特異的に検出し、追跡できる手法の確立を目指

した。本年度はTCE分解微生物 *Burkholderia cepacia* G4株が持つ toluene-2-monooxygenase 遺伝子へマーカー配列を導入し、その特異的検出を試みた。*Burkholderia cepacia* G4株由来の toluene-2-monooxygenase 遺伝子に計7種類のマーカー配列を導入し、それぞれを特異的に検出することが可能であることを明らかにした。マーカー配列導入による酵素活性への影響は見られなかった。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕トリクロロエチレン、マーカー遺伝子、トルエンモノオキシゲナーゼ

### 〔研究題目〕LCAによる日本からの使用済み自動車及び部品の適切な使用・再資源化システムの設計

〔研究代表者〕稲葉 敦

〔研究担当者〕八木田 浩史、匂坂 正幸

### 〔研究内容〕

目標：

本研究は、地球温暖化に加え複数の環境問題を引き起こしながら対応が遅れている我国発の使用済み自動車及び部品を流出先で適切に使用・再資源化していくために必要な体制を構築することを目指し、そのためにLCAによる日本からの使用済み自動車及び部品の適切な使用・再資源化システムを設計することを目的としている。

計画：

日本発の使用済み自動車及び部品のアジアにおける第二ライフサイクル、第三ライフサイクルを考慮できるような現存のLCA手法を拡張する。開発したLCA手法により、日本からの使用済み自動車及び部品の適切な使用・廃棄に関する改善策を評価する。

具体的には、以下の年度計画に従って、研究を実施する。

（15年度）日本発の使用済み自動車及び部品の国外での使用・再資源化を考慮したLCA手法の開発

（16年度）日本からの使用済み自動車及び部品の適切な使用・廃棄に関する改善策の評価

（17年度）日本発の使用済み自動車及び部品の流出の評価

進捗状況：

H15年度に、既存のLCA手法を拡張することにより、日本発の使用済み自動車及び部品のアジアにおける第二ライフサイクル、第三ライフサイクルを考慮できるように開発したLCA手法について、評価シナリオの設定の考え方について検討し、評価シナリオの案を作成した。その際、従来、車両製造時の環境負荷は、全て生産国（日本）に割り付けて評価していたが、今回は途上国においても製造時の環境負荷について、適宜分担すべきではないかという前提に基づいた場合の評価シナリオを構築することを試みた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕輸出中古車、アジア、LCA、環境負荷

〔研究題目〕 亜寒帯林森林生態系における炭素収支に関する研究

〔研究代表者〕 山本 晋

〔研究担当者〕 近藤 裕昭、村山 昌平、三枝 信子、飯塚 悟、王 輝民

〔研究内容〕

本研究では、地球温暖化の影響を強く受けると予想されている亜寒帯林生態系において、陸域炭素収支を生態学的手法と微気象学フラックス観測に基づく手法によって測定することにより、アジア/北東ユーラシア地域の炭素収支推定結果の精度向上をはかる。特に北海道苫小牧と中国東北部（老山）のカラマツ林生態系において、気象条件の変化が亜寒帯生態系の炭素収支へ及ぼす影響を定量的に明らかにするとともに、各生態系において炭素収支を特徴づけるパラメータを求めることにより、気象変動に対する陸域炭素収支の敏感度を求める。

H16年度は、苫小牧サイトと老山サイトにおいて渦相関法による二酸化炭素収支の観測を行った。同時に、フラックス観測の世界的ネットワーク（FLUXNET）におけるデータ品質管理および公開指針に基づいてデータ処理と欠測補完を行い、データベースに観測データを公開した。

観測によって得られた苫小牧2000-2004年9月のデータ、老山2002-2003年のデータを用いて、各森林の二酸化炭素収支量の季節変動と年々変動を求めた。その結果、苫小牧における2001-2003年の生態系純生産量（NEP）はそれぞれ345、284、323gC m<sup>-2</sup>year<sup>-1</sup>であり、平均およそ320gCm<sup>-2</sup>year<sup>-1</sup>の炭素吸収があること、NEPの年々変動は第一に夏季（7-8月）の日射量に左右される事がわかった。一方老山では、苫小牧に比べて夏季に高温で乾燥する日が多いため光合成総生産量（GPP）が乾燥による抑制を受ける日が多いこと、湿潤な条件下ではGPPの光依存性は両サイトで差が無いことなどがわかった。

苫小牧と老山の両カラマツ林で得られた結果から、両サイトには気候や土壌の条件に差があるものの、乾燥ストレスのない条件下で比べれば森林のCO<sub>2</sub>吸収量はほぼ同程度であることがわかった。また、両サイトの光利用効率（GPP/PAR）を求めたところ、両サイトとも曇天日の方が快晴日に比べて高いことがわかった。その原因として、曇天日の方が乾燥ストレスの影響が小さいこと、および散乱光の割合が高いことが関与していると予想された。H17年度以降も引き続き両サイトの炭素収支の比較を行い、気候条件の変動がカラマツ林炭素収支に及ぼす影響に関する知見を定量的にまとめる予定である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 亜寒帯針葉樹林、カラマツ、炭素収支、フラックス観測、クロスチェック

〔研究題目〕 温帯森林生態系における炭素収支に関する研究

〔研究代表者〕 村山 昌平

〔研究担当者〕 山本 晋、近藤 裕昭、三枝 信子、飯塚 悟、蒲生 稔、石島 健太郎、高村 近子（技術研修生・東北大学）  
岐阜大学：小泉 博、村岡 裕由

〔研究内容〕

目標・研究計画：

本課題は、大気中CO<sub>2</sub>濃度上昇の抑制を目指して、陸域特にアジア地域の大气-陸域間のCO<sub>2</sub>の交換の実態を統合的に明らかにすることを研究目的として実施されているプロジェクト研究「21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究」の研究テーマ「ボトムアップ（微気象・生態学的）アプローチによる陸域生態系の炭素収支解析」のうち、温帯森林生態系の炭素収支に関する研究を実施するものである。本研究では、岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林においてタワー観測を継続して行い、微気象学的手法により、当森林による炭素固定量の年々変動の把握し、その変動要因を明らかにする。同時に、生態系成長量データを取得して比較を行う。更に、生態学的手法や安定同位体比手法を用いて当森林における炭素循環の素過程を分離し定量的な把握を図る。得られた結果は、生態系炭素収支モデルやリモートセンシング解析手法の開発に利用される。なお、一部は岐阜大学に再委託して実施する。

年度進捗状況：

高山サイトにおいて、タワー観測によるフラックス、CO<sub>2</sub>濃度、気象データ取得、土壌呼吸速度の測定、同位体比測定試料の採取を継続して行い、林冠・林床木の光合成特性の季節変化の測定を行った。フラックス観測（微気象学的方法）による年間NEP（生態系純生産量）を同森林で行われている生態学的方法によるNEPと比較した。その結果、生態学的方法によるNEPは、年間40gCm<sup>-2</sup>（1999-2002年の平均）と見積もられた。この値は微気象学的方法のNEPに比べて200gCm<sup>-2</sup>低い。今後、手法間比較を継続的にを行い、各手法の誤差の原因を解明し、NEP推定精度の向上を図っていくことが必要である。大気中CO<sub>2</sub>濃度および同位体比の変動要因の解析を行い、CO<sub>2</sub>の酸素同位体比（δ<sup>18</sup>O）の変動については、呼吸と光合成過程で異なるδ<sup>18</sup>Oを持った水と平衡になったCO<sub>2</sub>の交換に起因していることが、土壌空気、土壌水、葉内水のδ<sup>18</sup>O測定より推察された。光合成特性の観測より、林床低木は、林冠木よりも展葉が早く光合成能は展葉期に最も高いこと、2004年の林冠木の展葉と光合成能の開始時期は2003年と同様であったが、梅雨明け時期の違いを反映して、光合成能の成熟は早かったことなどが示された。森林内のCO<sub>2</sub>の濃度および炭素安定同位体比、林床植生の葉の炭素安定同位体比を季節を通じて観測した結果、森林生態系の炭素吸収

過程における林床植生の重要性が示された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 炭素循環、森林生態系、生態系純生産量、安定同位体

〔研究題目〕 熱帯森林生態系における炭素収支に関する研究

〔研究代表者〕 蒲生 稔

〔研究担当者〕 前田 高尚、近藤 裕昭

〔研究内容〕

目標・研究計画：

熱帯林の3サイト（サケラート、メクロン、ブキットスハルト）での二酸化炭素フラックス観測が4年間継続されてきた。本年度は、パラメタリゼーションを行い、欠測、異常値の期間を補間して、炭素収支量の再計算を行った。パラメタリゼーションは、また、森林生態系の物質生産・循環の機構が理解しやすくなり、それにより、物質生産の環境に対する応答を予測できるようになると期待される。また、これにより、観測サイトごとの比較も可能になる。個葉レベルでの光強度  $I$ -光合成  $P$  曲線は初期勾配（量子収率  $\phi$ ）と光飽和時の最大光合成速度  $P_{max}$ 、非直角双曲線の凸度  $\theta$  および暗呼吸速度  $R$  の4パラメータで表現できる。ここでは、個葉の光合成の生理生態学研究成果の群落光合成への適用あるいはアナロジーとして考える。最大光合成速度  $P_{max}$  は最大総生産  $GPP_{max}$  とし、光強度  $I$  を受光量  $APAR$ 、暗呼吸速度  $R$  を生態系呼吸  $Rec$  と表現した。

①熱帯季節林（常緑乾燥林）（SKR）

タイの熱帯季節林は混合落葉林、乾燥フタバガキ林、常緑乾燥林に分類される。このうち、常緑乾燥林での観測をタイ国中部のサケラート環境研究センターの47mの塔において行っている。このサイトは成熟した森林なのに、年積算生態系純交換量  $NEE$  は2001-2004年で各年-13.5、-12.7、-14.9、-13.0  $Mg\ C/ha/yr$  と非常に大きな値となった。この原因として、夜間の林間林床に貯留した  $CO_2$  の移流が考えられる。夜間の  $NEE$  と摩擦速度  $u^*$  の関係を求めてみると、 $NEE$  は  $u^*$  に対して増え続けるばかりで、飽和しないので、ここでは、年間  $NEE$  がゼロになるようにして、 $NEE$  の季節変化をみた。そのとき仮定された夜間の  $NEE$  量は各年、9.6、10.2、11.3、 $9.9\ \mu\ mol/m^2/s$  となり、観測との整合性はよい。総生産  $GPP$  は各年25.9、28.5、30.1、27.5  $Mg\ C/ha/yr$  となった。

②熱帯季節林（混合落葉林）（MKL）

混合落葉林での観測はタイ中西部のメクロン流域研究ステーション内の45m塔で行っている。乾季雨季の季節パターンが葉面積指数  $LAI$  や  $NEE$  に明確に現れている。ここでは年間の  $NEE$  は2001-2003年で、それぞれ2.7、6.1、4.0、 $4.0\ ton\ C/ha/yr$  である。 $GPP$  は29.1、299.6、29.7、 $30.2\ ton\ C/ha/yr$  であった。ここは、竹が多く、

2001後半に竹が枯死したことと、近くの樹木が倒れてギャップができたため、葉面積指数が小さくなってしまっている。光合成の能力を表す  $GPP_{max}$  と土壤水分量  $SWC$  の間には、直線関係でなく、履歴現象が認められた。

③熱帯多雨林帯の成長過程にある二次林（BKS）

インドネシアの東カリマンタン、ムラワルマン大学熱帯降雨林研究センターのブキットスハルト演習林内にある30m塔を利用して、二次林の成長過程における二酸化炭素収支を測定している。このサイトでは1983年のエルニーニョで火災消失してから成長した高さ15-20mの *Macaranga* 属が卓越する二次林が1998年のエルニーニョによる異常乾燥で再び消失した。消失後、材質の脆い *Macaranga* 属はすべて倒木となったが、現在、高度12mまで復活してきている。ここでは年間の  $NEE$  は2001-2004年で、それぞれ1.3、6.4、5.5、 $6.0\ ton\ C/ha/yr$  である。 $GPP$  は29.7、31.8、31.7、 $30.8\ ton\ C/ha/yr$  であった。熱帯雨林であるが、小規模のエルニーニョ現象による乾燥期が各年認められる。土壤水分量  $SWC$  と葉面積指数  $LAI$  や生態系純交換量の間には2ヶ月の位相差が認められた。すなはち、乾期が始まっても、2ヶ月ほどは大きくなり続け、乾期がさらに続くと、葉を落とし始める。 $LAI$  の増減と炭素吸収量とは関係が認められる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 熱帯季節林、熱帯混交林、熱帯多雨林、 $CO_2$  フラックス、 $NEE$ 、タイ、インドネシア

〔研究題目〕 地上データによるリモートセンシング手法の検証と改良（陸域生態系の炭素収支データベース構築と総合的解析に関する研究）

〔研究代表者〕 山本 晋

〔研究担当者〕 岩男 弘毅、三枝 信子、蒲生 稔、西田 顕郎（筑波大学農林工学系）  
（職員2名、他3名）

〔研究内容〕

広域における陸域生態系炭素収支の解明のために、衛星リモートセンシングの活用が不可欠である。しかし、従来の地球観測衛星による推定手法は、東南アジア特有の陸域生態系を念頭に考案されていないうえに、衛星データの検証を行うための地上検証システムも整備されていない。本研究では、このような状況を打開するため、リモートセンシング手法（アルゴリズム）の検証と改良を図り、東アジアでの衛星リモートセンシングによる炭素収支の推定精度の大幅な向上を目指す。

本年度の研究では、(1)  $LAI$ （葉面積指数）の地上検証、(2) 衛星データの品質管理、(3)  $FPAR$ （植物群落が吸収する光の比率）の新規アルゴリズム開発をそれぞれ

れ行った。

- (1) 地上検証：昨年度までの研究により地上検証用に開発された自動撮像型魚眼デジタルカメラを用いて、画像情報から LAI を推定するアルゴリズムを開発した。本研究で開発された LAI 推定法は、地上観測手法の結果とよく整合することがわかった。一方、地上 LAI 観測の結果と衛星 (MODIS) の標準プロダクトを比較したところ、衛星プロダクトの LAI は地上 LAI の季節変動を十分に再現しておらず、衛星の標準プロダクトには今後大幅な改良を行う必要があることがわかった。
- (2) 衛星データの品質管理：二種類の衛星センサ Terra と Aqua を用いて雲判別の結果を比較したところ、複数のセンサを組み合わせることで、単独の観測に比べて晴れ (陸上生態系の炭素収支評価が可能) の観測頻度を向上させることが可能であることを示した。さらに、衛星から得られた雲判別情報と、自動撮像型魚眼デジタルカメラで得られた画像情報を比較したところ、MODIS の雲判別は90%以上の精度であることがわかった。これにより、MODIS の雲フラグデータの有効性が示され、地上検証データセットと衛星との統合可能性を示すことが出来た。
- (3) 新規アルゴリズムの開発：東南アジアに特有な、密生した林床植生をもつ高山観測サイト (落葉樹林+常緑の下草) において、生産量予測に最も重要なパラメータの一つである FPAR を推定する手法を考案した。FPAR によく対応する汎用的な赤・近赤外の2バンドの指標と、複数センサを用いた雲除去により、長期間・広域データの作成が可能であることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】森林生態系、リモートセンシング、炭素収支、LAI、MODIS

【研究題目】二酸化炭素収支のモデルによる予測のための情報基盤整備

【研究代表者】土田 聡

【研究担当者】土田 聡、川戸 渡、岩崎 晃  
(職員1名、その他2名)

【研究内容】

人間活動による炭素循環への影響が顕著になり、気候変動のリスクが高まっている。しかしながら、今後100年間を見通して、陸域生態系における炭素収支の変動を中心とした、炭素循環変動リスクに対して人間社会がどのように対処してゆくのかについての研究は十分にはなされていない。特に人間活動と炭素循環の相互作用や炭素循環の管理に関する知見は著しく不足しているのが実情である。本研究では、アジア地域の統合的炭素収支変動予測に基づいて21世紀の炭素管理手法を検討することを目的とし、予測モデルのためのリモートセンシングデータ情報基盤整備に関する研究を実施する。アジア地域

における地球観測衛星を利用した植生パラメータ算出アルゴリズムを評価・検討し、その最適化に向けた研究・技術開発を行う。つまりは、センサ精度に始まり大気補正・植生パラメータ算出に終わる一連の既存アルゴリズムについて、アジア地域環境の特殊性に対する適応性について検討し、より良いデータおよび計算手法についての要素研究・開発を進める。本年度は、昨年度までの研究を基に、衛星と地上観測データとの相互検証およびこの2種のデータを統合的に利用した新たな処理アルゴリズムの作製指針を得て、衛星データによる各植生パラメータ算出アルゴリズムの構築を進めた。また、衛星データ検証用地上測定データベース (PEN) の充実を図り、これを公開した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、収支モデル、リモートセンシング

【研究題目】衛星観測濃度データの四次元同化モデルに関する応用研究

【研究代表者】田口 彰一

【研究担当者】田口 彰一(職員1名)

【研究内容】

旧資源環境技術総合研究所で開発した全球大気輸送モデル (NIRE-CTM-96) のアジョイント演算子を購入・取得し、その基本的な性質を解析した。このアジョイント演算子は NIRE-CTM-96の格子点の一個、すなわち水平2.5度鉛直は30km までの間の15層の一点、について1979年1月1日から1999年12月31日までの間の任意の時刻をターゲットとし、その点に影響を及ぼす範囲をアジョイント感度として出力する計算コードである。基本的な性質を確認するため1999年1月31日の18UTC (世界標準時) のサハラ砂漠上空3km をターゲットとし、積分期間、ターゲット位置の変化がアジョイント感度に及ぼす影響などを調査した。サハラ砂漠の上空を選んだのは二酸化炭素観測衛星 (GOSAT) がデータを取得する可能性の最も高いところと考えたからである。その結果積分期間を延ばしていくと最初は水平方向に風上へ伸びていくが、上昇流が強い領域では情報が下層へ広がっていきターゲットの高度での広がりは押さえられること、また地表面での感度分布はターゲットの高度に敏感となることなどが分かった。これらのことは気柱積算濃度とアジョイント感度の関係を調べる基礎となる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、アジョイント、データ同化、大気熱赤外サウンダ

【研究題目】地域、産業間物質フローによる環境影響の評価手法に関する研究

【研究代表者】稲葉 敦

【研究担当者】玄地 裕、井原 智彦、李 一石

## 〔研究内容〕

### 目標：

平成15年3月に「循環型社会形成推進基本計画」が発表され、物質フローに基づく資源生産性、循環利用率、最終処分量に関する数値目標が盛り込まれた。数値目標達成には、国内での物質フローを県レベルの物質フローに分解し、県レベルの物質フローについて、ライフサイクル的な思考に基づく環境影響評価、環境負荷低減策の設計が不可欠である。本研究では、物質フロー分析（MFA）手法に関する先行研究の蓄積を進展させて、日本国内を対象に、主要産業の県レベルの物質フローを明らかにすることを目的とする。県レベルの物質フロー解析によって、生産・消費活動が他の地域での生産を通じて引き起こす環境への負荷など、地域間での連関・波及を通じた間接的な問題を重視した持続可能な生産・消費の評価手法への発展を目指す。

### 計画：

主要産業間・地域間の物流統計データを収集して解析し、産業や地域における生産量、使用量、ストックの量に対する検討を行い、主要産業を中心とした県単位の物質フロー収支を明らかにする。最終的にはライフサイクル的思考を取り込み、地域・産業間物質フローにもとづく地域環境負荷評価手法を開発し、地域間での連関・波及を通じた間接的な問題を重視した持続可能な生産・消費の評価手法に発展させる。

### 進捗状況：

主な工業の物質の流れについて日本国内に於いて①素材生産、②消費財生産、③消費と④物質フローについて各種政府統計や業界団体HPで公開されている資料を基に実際の量をボトムアップ的に集計する方法により、県単位の物質収支について調査しデータを収集した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕物質フロー、地域、産業、環境影響評価、統計データ

### —環境技術開発等推進事業—

〔研究題目〕ナノ反応場を利用した酵素活用生分解水循環改善システムの開発に関する研究

〔研究代表者〕横川 善之

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕加藤 且也、斎藤 隆雄、永田 夫久江、Shindhu Seelan、森岡 幸、井上 麻貴子、井上 幸博、中川 淳子、高木 真理、張 垠

### 〔研究内容〕

ナノスケールの気孔を有する生体触媒担持用セラミックスにより、公共用水の汚濁負荷を高度・高効率に削減するシステムを開発することを目的とする。持続的で高効率な生分解システムを提供するため、環境有害汚染物質の分解に効果的な有用微生物およびその産生酵素を担

持する、ナノスケールの気孔を有するセラミックス担体を開発しシステム化を図った。本研究で微生物担持に適した数 $10\mu\text{m}$ 以上のマクロ気孔と酵素担持に適した数 $\text{nm}$ 以上のメソ気孔をともに有するセラミックス担体を、世界で初めて開発した。ナノサイズの気孔を有するセラミックス担体は、酵素を強く保持し且つ高い活性発現率があること、選択溶解法でナノサイズの気孔を有するヘドロ由来セラミックスを安価に、水処理に適合するコストで製造できることが分かった。充填担体としてばかりでなく、特定有害化学物質分解酵素を固定化することで、繰り返し使用可能で、従来よりコストの点でも有利である。本研究で開発されたマイクロキスチン分解菌固定化担体は、WHO（世界保健機関）の飲料水質ガイドラインを確保し安全な水利用を図る上でのシステム技術としての発展が大きく期待できる。なお、この技術は、国際的に毒性アオコにより大きな問題が引き起こされている水源の安全性確保の上でも、大きな効果が発揮されるといえる。ナノポーラスヘドロセラミックスは酵素固定化能力が高く、固定化された酵素は安定して酵素活性を発現できる。今回、環境汚染物質の一つである油分（動植物油）の除去を対象に、担体にリパーゼを固定化し油分処理に活用した試験で、低コストで高い処理能力が得られることが実証され、高い評価を得た。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕環境浄化、酵素、ナノ反応場セラミックス

〔研究題目〕バーコード標識酵母を用いた長期環境汚染モニタリング装置の開発に関する研究

〔研究代表者〕岩橋 均

〔研究担当者〕岩橋 均、范 紅、矢澤 彌、柴藤 淳子、Rakwal Randeep、金 伶勁、松岡 寛之、土屋かおる（職員8名）

### 〔研究内容〕

再ブレンドした、バーコード酵母を用いて、連続運転を行い、データの取得、問題点の抽出改良を通して、プロト機を作成する。具体的には、選択した数百種類の酵母から、無効酵母の除去、バーコード酵母の再々ブレンドと解析データのデータベース化、河川への当該装置の設置、製品としてのビジネスプランの設計等を行い、今後解決すべき点を明確にした。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕バーコード酵母、DNA マイクロアレイ

〔研究題目〕ディーゼル微粒子計測における校正・試験技術の開発

〔研究代表者〕榎原 研正（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕櫻井 博

### 【研究内容】

気体中に浮遊させた多分散粒子に対して、被試験計測器と並行に稼働させることが可能な、高精度の粒径分布測定装置を開発することにより、ディーゼル微粒子計測器の粒径分布測定性能に関する校正・試験技術を確立することを目的として、今年度は、高精度粒径分布測定システムの製作と高安定多分散粒子発生設備の製作を行った。粒径分布測定システムについては、システムの詳細設計、構成装置の導入・性能評価とシステムへの組み込みの後、ソフトウェア製作作業の一部を行った。また、電気移動度分析器で分級された粒子中に混在する、帯電数の異なる粒子に対して、光散乱式粒子計数器によりそれらを識別し、混在比を測定する実証実験を行った。これにより、1価で300nmの粒子と2価で500nmの粒子が識別できることを確認した。さらに、光散乱式粒子計数器の粒子計数効率を評価するための設備を試作した。

また高安定多分散粒子発生装置については、発生粒子の粒径および個数濃度が可変の装置を組み立て、発生する粒子の粒径と数濃度、ならびに空気流量についての評価と最適化の一部を行った。

【分野名】環境・エネルギー、標準

【キーワード】エアロゾル、ディーゼル排気粒子、電気移動度分析、校正

### —その他—

【研究題目】将来型衛星による災害監視情報の高度複合システムに関する研究

【研究代表者】古宇田 亮一

【研究内容】

平成16年度は、衛星データと災害関係データベースの複合的相互運用連携モデル運用システム確立に資するため、衛星データと数値地質図や地すべり地域 GIS データベースを標高一精度を向上させつつ組み合わせ運用を試行した。平成16年10月に新潟中越地震が発生し、本研究が目指すべき災害の具体例でもあったため、地質構造と地回り地形を抽出して、将来型衛星につなげるための問題点等を抽出した。機動的な衛星データ運用には、より多くの機関が連携して GIS プラットフォームを共通化する必要がある、それによって、衛星データの効果的な活用が拡大すると期待できる。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】次世代高分解能衛星、リモートセンシング、地質構造、情報式別技術

【研究題目】植物プランクトン種組成分布推定のための現場測定に関する研究

【研究代表者】秋葉 龍郎

【研究担当者】秋葉 龍郎、田上 真理、堀内 智啓

【研究内容】

高速に現場で植物プランクトン種組成測定できる技術

の開発とその技術による実海域におけるデータ取得を行う事を目的とする。対象とするプランクトンは代表的プランクトンである珪藻、渦鞭毛藻、緑藻および藍藻とし、そのスペクトル特性の測定を行うことにより種組成検出が可能な技術を確認する事を目的とする。また含有炭素量の高速推定のために現場で撮像できる技術を開発する。そのさい植物プランクトンを他の懸濁粒子と識別する為に必要な蛍光撮像による種識別技術の開発を行った。

具体的には7波長励起の種組成識別センサーを開発し、藍藻、緑藻、珪藻と渦鞭毛藻と藍藻の4グループを識別することが可能となった。また大型の渦鞭毛藻、珪藻の識別には撮像による識別を実現した。

完成した多波長励起蛍光光度計は、深度100mまでの測定が可能であり、植物プランクトンの色素組成を反映した励起蛍光スペクトルの測定が可能である。その検出性能は、培養植物プランクトン、および、現場・検証実験から明らかにした。また蛍光撮像実験に関しては20ミクロン以上のプランクトンの撮像に成功した。また100ミクロン程度的大型プランクトンに関しては形状からも種識別が可能である事を示した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】植物プランクトン、補助色素、励起スペクトル、高速検出法

### ④【その他省庁】

【研究題目】平成16年度融合新領域研究戦略的アセス調査

【研究代表者】藤原 正浩

【研究担当者】藤原 正浩、塩川 久美、林 薫

【研究内容】

21世紀に求められる環境や生態系を配慮した農業を実現するには、農業環境で用いられる農薬類による環境等へのリスクを最小にする必要があり、環境中での放出を制御するドラッグデリバリーシステムが必要となる。独立行政法人産業技術総合研究所では、シリカ等の農業土壌と類似成分でできた中空球状粒子（マイクロカプセル）の合成に成功している。本調査研究では、このマイクロカプセル内への生物農薬として知られる BT 剤の封入、このマイクロカプセル封入 BT 剤の農薬活性、および農業環境中での耐久性を向上させるためのマイクロカプセルへの紫外線遮断能の付与を研究する。

研究の結果、界面反応法でマイクロカプセルを合成する際に BT 剤を混合する方法でマイクロカプセルへの内包化が達成され、また酸化チタンをマイクロカプセルの殻に被覆（コーティング）することで BT 剤を失活する長波長紫外線を吸収する機能を持つマイクロカプセルの合成が実現できた。さらに、シリカ・マイクロカプセル中に封入された BT 剤の農薬活性は維持され、虫への殺虫作用があることも確認できた。今後は、これらの技術をさらに改良することで、実際の農業環境における BT

剤の高度な実用化や他の農薬等のドラッグデリバリーシステムへと応用されるものと期待される。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マイクロカプセル、ドラッグデリバリーシステム、生物農薬、BT 剤

【研究 題 目】 1550nm 帯量子もつれあい状態の効率的な生成・検出及びその利用に関する研究

【研究代表者】 土田 英実（光技術研究部門）

【研究担当者】 土田 英実、吉澤 明男

【研究 内 容】

本研究の目標は量子暗号等の次世代量子情報通信技術を開発する上で重要となる光ファイバ通信波長帯（1550nm）において量子もつれ合い状態を効率良く発生・検出する技術の開発及び量子もつれ合い状態を利用した量子暗号通信技術の開発にある。この目標を達成するため、インジウム・ガリウム・ヒ素系アバランシェフォトダイオードを受光素子とする単一光子検出器の低雑音化・高速化、ニオブ酸リチウム擬似位相整合光導波路を非線形媒質とした偏光に基づく量子もつれ合い状態の発生・検出、量子トモグラフィによる量子もつれ評価などを実施する。特に、本年度は、光ファイバを介して量子もつれ合い状態を共有させた後、ベル不等式の検証を行った。具体的には、光ファイバ経由で偏光に基づく量子もつれ光子対を精度よく共有するために必要な伝送及び評価技術を開発した。光子対の片方を伝送し、量子もつれ合い状態を送受信者間で共有するが、光ファイバの複屈折揺らぎによる状態変化は避けられない。高い偏光度を実現するためには、複屈折揺らぎを受信側で補償することが重要になる。我々は、古典光を用いて複屈折揺らぎを補償しながら量子もつれ合い状態を共有する方式を採用し、偏光に基づく量子もつれ合い状態を評価した。光ファイバ長は10.5km であるが、1550nm 帯では世界最大となるベル不等式の破れの観測に成功した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 量子もつれ合い、光ファイバ、量子暗号

【研究 題 目】 超ギガビット磁気メモリの基盤技術の開発

【研究代表者】 鈴木 義茂

【研究担当者】 湯浅 新治、福島 章雄、

Ashwin Tulapurkar

【研究 内 容】

目 標：

二つのスピンチャンネル間の電子の干渉性による角運動量移動の実証を目指す。

研究計画 H16年度は、以下の計画で研究を進めた。

(1) 微小 TMR 素子の作製プロセスを開発する。(2) MgO 障壁 TMR 素子でスピン注入磁化反転を実現する。年度進捗状況：

その結果、以下に示す成果を得た。

- (1) 100nm サイズの微小磁気トンネル接合素子の作製プロセスを開発した。フォトリソグラフィと電子線リソグラフィを組み合わせ、Ar イオンミリングおよび SiO<sub>2</sub>スパッタリング、リフトオフ法などを用いて、MgO トンネル障壁を含む100nm×200nm サイズのトンネル接合素子の作製に成功した。
- (2) 100nm×200nm サイズの MgO トンネル障壁 TMR 素子を用いたスピン注入磁化反転に世界で初めて成功した。反転電流密度 $1 \times 10^7 \text{A/cm}^2$ を実現するとともに、反転電流密度のパルス幅および印加磁界依存性を評価し、スピン・トルクの効果に熱アシスト効果を組み合わせた理論により記述できることを明らかにした。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 スピントロニクス、トンネル磁気抵抗効果、MRAM、スピン注入磁化反転

【研究 題 目】 超高感度広波長域量子細線フォトディテクタアレイの開発

【研究代表者】 小倉 睦郎

【研究担当者】 永宗 靖、王 学論、菅谷 武芳

（光技術研究部門）、

宮川 俊哉（京セミ株式会社）、

磯村 尚友（京セミ株式会社）、

本城 和彦（電気通信大学）、

石川 亮（電気通信大学）

【研究 内 容】

室温において100KA/W 以上の超高感度を有するフォト FET を1次元および2次元に配列し、紫外から近赤外の広波長域に渡る超高感度リニアセンサや撮像カメラを開発する。リニアセンサは、特に、広波長域分光分析機器やバイオ関連機器、光通信ネットワークの監視機器に応用し、超高感度高速カメラは、医療、生体認証、火災探知、道路や航空機の氷結状態の監視など、セキュリティ、センシング分野に応用する。今年度は、1) 赤外領域において感度を有する InP 基板上的 InGaAs 系フォト FET の開発および評価。2) 素子製作に必要なウエットエッチングの再現性を高める枚様式自動ウエットエッチング装置の開発。3) リニアフォト FET アレイに接続する1次元シリコンチャージアンプアレイの設計。4) デバイスシミュレーションによるフォト FET の感度および時間応答の解析を行った。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 フォト FET、リニアセンサ、ウエットエッチング

【研究 題 目】 滑走路移設保管庫解析業務

【研究代表者】 吉田 正典

【研究担当者】 中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、緒方 雄二、和田 有司、久保田 士郎

## 〔研究内容〕

新型火薬庫の安全性をスケール実験と数値計算により評価した。火薬庫爆発時の安全性については、1) 殉爆安全性、2) 飛散物安全性、3) 爆風圧安全性、4) その他の安全性、のそれぞれについて、スケール実験が可能な項目については1/5、1/10、1/20、1/40スケールの実験を行い、外挿推定を行った。数値計算が可能な項目については、スケール実験の数値シミュレーションで数値計算モデルの妥当性を検証した上で、実スケールの場合について数値計算を行い安全性を検証した。スケール実験や数値計算ができない項目については調査検討により安全性を評価した。また、委員会を設置し、安全性検証スキームや評価結果の妥当性を審議した。主な結果は以下の通りである。

## (1) 殉爆安全性

殉爆時の状況に近い条件でギャップ試験を行い、ギャップ試験のスケール効果を検証した。その結果、限界ギャップ長と薬量の関係は、両対数上で極めて良好な直線性を有することがわかった。またそれらの結果を数値計算で検証するために、爆薬の起爆反応速度式を推定するための実験や、ギャップ材料の状態方程式データを計測する実験を行い、基礎データを取得した上で、流体計算を行い、実験結果が極めて良好に再現することを確認した。これらの結果から実規模時における限界ギャップ長を高い精度で推定することができた。また、実際の火薬庫の形状を用いて1/5スケールで殉爆実験を行い、殉爆が起こらないことを実証した。

## (2) 散物安全性

スケール実験で飛散物の距離分布を計測し、それぞれのスケールにおいて危険な飛散物（80J）の数密度が一定となるような距離を求め、実スケールに外挿推定した。同様の実験を現行の地上覆土式火薬庫についてもを行い、両火薬庫で安全性の差は無いことを確認した。

## (3) 爆風圧安全性

現行の地上覆土式火薬庫と新型火薬庫において、スケール実験を行い、爆風圧の距離減衰特性を計測した。また、これまでの地中式火薬庫や地上式火薬庫のデータと比較を行い、新型火薬庫の安全性を検証した。

## (4) その他の安全性

火災に対する安全性、新 JIS による避雷装置の安全性、前方土堤設置による安全性の増大、などについて、実験や調査検討により安全性を検証した。

以上の結果を委員会で審議し、新型火薬庫の安全性は、現行の火薬庫と比較して安全であることが結論づけられた。以上の結果から、本火薬庫は経済産業省の特別認可を得ることができた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 火薬庫、安全性、殉爆、飛散物、爆風

## 2) 国以外からの外部資金

－NEDO－

〔研究題目〕 健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラム/生体高分子立体構造情報解析/蛋白質の構造・機能解析技術の開発

〔研究代表者〕 佐藤 主税

〔研究担当者〕 佐藤 主税、三尾 和弘、三尾 宗代

〔研究内容〕

目標：

脳における膜タンパク質  $\gamma$ -secretase の構造を解明することで、アルツハイマー症の治療法開発に貢献する。

研究計画：

$\gamma$ -secretase は一回膜貫通型タンパク質を細胞膜内で切断する酵素であり、部分的に疎水的な配列を含むペプチド断片を細胞外に放出する。これらの切断産物には beta-アミロイドも含まれる。これはアルツハイマー症の原因と考えられている脳血管中の蓄積物の主成分である。この  $\gamma$ -secretase の3次元構造を決定する。

年度進捗状況：

$\gamma$ -secretase の負染色電顕像からの低分解能での3次元構造の決定に、東大の岩坪・富田・浜窪等との共同研究により成功した。痴呆症に対する創薬に役立てたい。負染色法では、到達分解能は限られており、クライオ画像から詳細な超分子複合体構造に迫ることが今後の焦点となる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、アルツハイマー症、 $\gamma$ -secretase

〔研究題目〕 実用的マイクロ化学プロセス基盤技術の知的集約化・体系化に関する研究

〔研究代表者〕 水上 富士夫

〔研究担当者〕 水上 富士夫、花岡 隆昌、濱川 聡、横山 敏郎、清住 嘉道、佐藤 剛一、蛭名 武雄、葉 淑英、芹生 章典、前田 英明、宮崎 真佐也、山口 佳子、山下 健一、Maria Portia P. Briones、本田 健、平井 佑子、市川 直樹、前田 龍太郎、松本 壮平、村越 庸一、張 毅、小林 健、安藤 泰久

〔研究内容〕

本研究は①膜技術利用マイクロシステム、②生理活性体合成・分離用マイクロシステムの開発・評価、および③実装技術の開発・評価・規格化、に関する研究開発を実施し、マイクロ化学プロセス技術の体系化研究を拡充するものである。

本年度、①膜技術利用マイクロシステムの開発では、マイクロ Pd 薄膜リアクターの改良を実施した。また、

5-ヒドロキシ-1-テトラロンの合成を目的とした液相流通型のマイクロリアクターの開発においては、均一系触媒利用型のバッチ式反応器との反応性等の比較により、バッチ式の反応器と同様のテトラリン等の液相酸化反応の進行を確認し、化学工学的条件による反応性能の変化を明らかにし、設計の最適化した。

②生理活性体合成・分離用マイクロシステムの開発・評価では、ラセミ体光学分割用マイクロリアクターの開発において、選択的な金修飾法の改良により、安定性・長寿命化を実現した。また、このリアクターを用いてアミノ酸誘導体の光学分割を、目標である99%以上の光学純度で達成した。不斉合成用高効率マイクロリアクターの開発においては、マイクロチャンネルの表面修飾を行い、有機金属錯体触媒を固定化する技術を確認した。モデルとしてパラジウム錯体をチャンネルに固定化し、触媒反応を行ったところ、バッチ式の反応よりも効率が向上した。また、気-液-固3相からなるマイクロ空間の構築にも、それぞれの流体の流速を制御することにより達成した。

③実装技術の開発・評価・規格化に関する研究では、ニッケル金型の製作とその金型を使用し、ガラスセラミックスシート積層・焼成によるマイクロ流路の成形を行った。成形した流路は幅300 $\mu\text{m}$ 、深さ50 $\mu\text{m}$ であり、焼成後に20%の収縮率を示すが、積層加工および焼成を経過した後もその形状が保持されていることを確認した。また、有機物(dimethylformamide (DMF))を用いることで多孔質シリコンをシリコン流路内に作成する手法を確認し、触媒を多孔質シリコン中に担持させることで、燃料の改質器の試作を行った。気体用バルブに関しては、斜め構造の構造体を作製するプロセスの検討を進め、静電アクチュエータに印加する駆動電圧が220Vのときに、最大の垂直変位2.6 $\mu\text{m}$ を得ることを確認した。実装技術の評価に関しては、実装ソケットのコネクタ部での3次元構造における流れ場の測定などを行うために、ステレオ視を利用した3次元流速測定システムを組み上げた。ステレオ視での観察の問題点の抽出と、その原理検証を行った。トレーサ粒子を流体中に入れ、その動きのステレオ視の画像をとり、3次元位置計測の実証を行った。液体の温度制御をすることにより、液体の粘性の変化を利用したマイクロ流量調節器を開発し、その性能を確かめた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 膜技術利用マイクロシステム、生理活性体合成・分離用マイクロシステム、マイクロ実装技術

【研究題目】 細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発／多色多様生物発光システムを利用した細胞内マルチ標識技術開発、細胞内分子ネットワークのリアルタイム解

## 析技術の研究開発

【研究代表者】 平野 隆

【研究担当者】 地神 芳文、新聞 陽一、千葉 靖典、横尾 岳彦、スニル・カウル、岡本 美智代、市原 昭、カムルル・ハサン、矢口 智子

【研究内容】

本研究課題は健康安心プログラムの一環として健康安心分野のバイオテクノロジーの開発を通じて行われている。この研究開発の目的はポストゲノムで課題となったタンパク質の機能解明のために、生体の最少単位である細胞内の注目するタンパク質を生きたままの細胞で可視化する手法を開発することにある。この目的の達成のためには、生きた細胞内で、静止画ではなくリアルタイムに、複数個のタンパク質を同時に、3次元で解析するシステムの装置システムの開発が必要である。基本的な技術開発として、平面での高解像度の共焦点画像を得る回転ディスク型(ニボウ式)共焦点スキャナーと超高精細のカメラ(HARP)を組み合わせ、世界最高水準のシステムを作成した。この装置のプロトタイプ機を産総研に設置し、酵母細胞の細胞壁糖タンパク質の合成系およびヒト癌細胞の核内癌関連タンパク質の挙動を解明することにより、装置システムの完成を目指すものである。今年度では酵母細胞において細胞壁を合成する酵素の局在化を2種類のタンパク質の画像化により示すことができた。ヒト癌細胞の核内においては癌を進展させるタンパク質と抑制するタンパク質の相互作用が従来の顕微鏡システムとは格段の鮮明な画像として証明された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リアルタイム、蛍光タンパク質、共焦点システム、酵母細胞、癌抑制タンパク質

【研究題目】 窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発

【研究代表者】 奥村 元

【研究担当者】 清水 三聡、沈 旭強、小倉 睦郎、中島 信一、彦坂 憲宣、稲田 正樹、佐沢 洋幸、清水 三郎、古田 啓

【研究内容】

準ミリ波、ミリ波領域に至る高周波領域で特徴を發揮する窒化物半導体の材料ウエハー、デバイス化プロセス、デバイス作製の研究開発を一貫して行い、新たな要素技術を確立して上記帯域における革新的高出力高周波デバイスを開発する。本研究開発を効率的に推進するため、産総研は新機能素子研究開発協会と密接な協調を図り、共同研究契約に基づいて研究サイトの一つを担う。

今年度は、各種基板上へテロ構造の評価を進めてウエハー内の各種欠陥、歪、及びその面内分布を評価解析すると共に、デバイス構造を形成したウエハーに対して、各種の微小領域の光学的電氣的解析と微視的マッピング

を用いた欠陥構造解析を適用し、微小領域における素子特性と材料特性との相関からウェハー欠陥やデバイス構造不良等の高周波デバイス高耐圧、高出力特性阻害要因を明確化した。また、不純物低減やヘテロ界面制御に優れた超高真空プラズマ MBE 法を用いた SiC 基板上のヘテロ構造の高移動度化、更に絶縁膜による高耐圧低リーク構造の作製を進め、実デバイスへの適用を試みた。具体的な成果は以下の通りである。

ヘテロ構造ウェハやデバイス TEG の解析技術として、マイクロスポットを用いた分光エリプソメトリ法を高度化し、シミュレーションモデル改良のためのデータ取得を行うと共に、表面及び各層のラフネスの量をパラメータとして取り入れて、実験値と良く一致するシミュレーションモデルを構築した。その結果、AlGaIn/GaN ヘテロ構造の構造パラメータ、特に AlGaIn 膜厚の精密測定が可能となった。

基板上の欠陥の分布に対応できるように、基板上の任意の位置に TEG を形成しうるプロセスを開発した。欠陥の分布評価法として、アルカリ熔融塩による転位検出法を試み、螺旋転位と刃状転位を区別したマッピング法、X線トポグラフィー法によるドメインバウンダリ欠陥とマイクロパイプ欠陥の分布評価手法を確立した。HEMT エピ基板に、上記の各種法を適用することにより、マイクロパイプ近傍に TEG を形成し、マイクロパイプからの距離に応じた FET の DC 特性の変化を調べた。その結果、マイクロパイプは TEG のピンチオフ特性、ゲートリーク特性に悪化させること、影響を及ぼす範囲はゲート端から約20mm 以内に位置するマイクロパイプであることを明らかにした。

高出力高周波デバイス化のための新規要素プロセス技術として、微傾斜サファイア基板、SiC 基板上 MBE 成長技術を取り上げた。AlGaIn 薄膜と AlGaIn/GaN ヘテロ構造を微傾斜サファイア基板上に rf-MBE で成長し、その表面モフォロジーを評価した。通常ジャスト基板上に成長した構造ではマイクロクラックやピンホールがよく観察されるのに対し、微傾斜基板上に成長した同構造サンプルにはこれらの表面欠陥が一切観察されず、デバイスのゲートリークの改善が期待される。更に、微傾斜基板の傾斜方向を[11-20]にすると、[1-100]方向の場合と比較してその上に成長した GaN 表面のステップが直線状になることが分かった。また、MOCVD と比べて低基板温度でエピタキシャル成長が可能である点に着目し、HPSI-SiC 上高組成 AlGaIn・HEMT の作製を試み、MBE による低シート抵抗エピタキシャルウェハ作製の可能性を検討した。その結果、Al 組成0.4の HEMT エピ膜で $2.0 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ という高いシートキャリア密度が得られ、MBE 法による高 Al 組成 AlGaIn/GaN/ SiC 構造の有効性が示された。

【分野名】情報通信

【キーワード】窒化物半導体、高出力高周波デバイス、

## GaN-HEMT

【研究題目】二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発事業 地球環境産業技術に係る 先端研究/断熱用発泡樹脂中の代替フロン等の回収と分解に関する研究

【研究代表者】竹内 正雄

【研究担当者】加茂 徹、小寺 洋一、鈴木 善三、  
畑中 健志、Ryu Jae-Yong、  
浜津 邦仁

【研究内容】

建築用や業務用冷蔵庫・冷凍庫の断熱用発泡樹脂製造の際に発泡剤として使用された代替フロン等を、建物の解体現場等で効率良く回収・処理するために、溶解・脱泡による回収技術と流動層燃焼による分解処理を組み合わせたプロセスの研究を行った。

溶剤脱泡については、8種の発泡ポリウレタンを熱天秤を用いて熱分解すると共に、その中の一種について可溶化を検討した。発泡ポリウレタンの熱分解は、重量減少を伴う分解反応は各試料によって大きく異なることが分かった。

熱分解脱泡処理については2つの課題を検討した。

1) 発泡スチロールの溶剤減容工程に供給する溶剤を処理対象の発泡スチロール自身から回収する方法の開発を進め、ベンゼンなどの溶解性が良好で高温蒸気を作りやすい成分の選択性が大幅に向上した。2) 発泡ポリウレタンの分解油化実験を行い、粉碎品を連続的に分解可能であること、用いた試料では、炭化物が3%以下で分解油が主成分となることが明らかになった。

流動層燃焼については、熱分解脱泡における固体残さ及び分解油を試料として燃焼特性を調査した。燃焼性は良好だが、NO<sub>x</sub> は熱分解物中の N 分が高いため100~150ppm と比較的高い値を示した。フロン類の分解特性については、代替フロンを含むフロン類について石英反応管を電気炉内に設置して酸化熱分解実験を実施した結果、本研究が目的とする断熱材中に残留した代替フロン等の破壊は、CFC12を完全に分解できる条件に設定する必要があり、その温度はほぼ900℃であることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】代替フロン、断熱用発泡樹脂、脱泡、焼却

【研究題目】エネルギー有効利用基盤技術先端研究開発 分散電源排熱を利用したオフィスビル対応型小型吸収冷凍機の研究開発

【研究代表者】竹村 文男（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】竹村 文男、赤井 誠、遠藤 尚樹

【研究内容】

本研究開発では、分散電源の排熱を利用した小型吸収

冷凍機の開発のため、吸収過程における熱・物質移動プロセスを分離することによって、それぞれの移動現象の促進を容易に行え、吸収器の構造を簡略化することが可能となるという考えに基づき、既存の流下液膜型吸収器の代わりに混合型吸収器を用いる吸収冷凍サイクルを提案している。混合型吸収器では従来の吸収器とは異なり、先冷却ベンチュリ型混合器を検討している。本年度は、温度を32℃に先冷却し吸収能力が高い条件下での溶液をノズルから膨張させるベンチュリ型混合器の蒸気吸引試験を行い、入口条件（入口圧力、入口温度）と冷媒蒸気吸引量の相関を明らかにすることを目的とした。実験の結果、冷媒蒸気吸引量は冷却温度の低下により大きく増加することが分かった。溶液循環量に対する割合は6%程度まで上昇し、ノズルの段数を二段にすることにより目標の吸収量を達成できることが分かった。

【分野名】環境エネルギー

【キーワード】吸収冷凍機、排熱利用、吸収促進

【研究題目】ハイパーコール利用高効率燃焼技術の開発

【研究代表者】斎藤 郁夫

【研究担当者】鷹鷲 利公、坂西 欣也、川島 裕之、王 杰（1号非常勤）、櫻村 奈生（2号非常勤）、宍戸 貴洋（2号非常勤）

【研究内容】

低石炭化度炭から高効率でハイパーコールを製造するための抽出条件の影響について検討し、最適な抽出条件を明らかにした。また高抽出率を与えるための溶剤設計では、水・メタノール法で工業溶剤 CMNO 中の極性成分を抽出した溶剤を用いることで、70%を超える高い抽出率を与えることを見出した。さらには、溶剤抽出の前処理として炭酸水処理を行うことで、未処理に比べて最大15%の抽出率が増加することを明らかにし、その処理の機構を明確にすることで、今後さらに抽出率を増加させる可能性があることを確認した。

熱時抽出時の溶出金属挙動に対する石炭の酸処理の影響を調べた。1-メチルナフタレンによる抽出では、60-100%の Li、Be、V、Ga、As、Sr、Cd、Ba、Hg、及び Pb 金属の除去が確認された。また N-メチル-2-ピロリジノンによる抽出では、抽出物中により多くの金属成分が残存した。酸前処理は、亜瀝青炭の溶剤抽出率を顕著に増大させるだけでなく、抽出物中に残存する Ca、Mg、Be、Sr、及び Ba を大幅に減少させる効果があることを明らかにした。

種々の配合炭に対するハイパーコールの配合効果を調べた結果、ハイパーコールを配合することで、配合炭の軟化溶解性が著しく向上することが明らかとなり、ハイパーコールを粘結材として利用できる可能性を明確にした。

また、ハイパーコールを試料として、750℃における

水蒸気ガス化反応を K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>触媒の存在下で行ったところ、ハイパーコールの触媒ガス化反応性は、原料炭のガス化に比べて顕著に増大しており、それは触媒と石炭灰分中のアルミノシリケート等との反応による触媒の失活が殆ど起こらないことに起因することが分かった。また、ハイパーコールの K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>触媒による水蒸気ガス化反応では、水素が非常に高い収率で生成することが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】完全無灰炭、溶剤脱灰、溶剤設計、微量金属、新規用途

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略の開発  
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発  
過冷却蓄熱による床暖房システムの研究開発

【研究代表者】平野 聡（エネルギー技術研究部門熱利用グループ）

【研究担当者】角口 勝彦、松本 成司、平野 聡、松本 正江、北島 裕美子（エネルギー技術研究部門熱利用グループ）

【研究内容】

貯蔵された熱の抽出が熱需要に応じて可能な蓄熱式床暖房システムを実現するための基盤技術研究開発を行う。具体的には、燐酸水素二ナトリウム十二水和物（Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>・12H<sub>2</sub>O、以下燐酸ソーダと略記）を加熱して完全に融解させた後に、周囲への放熱で温度が低下した蓄熱材を過冷却状態で貯蔵し、熱需要に応じて凝固を開始させて熱抽出を行わせる方法を考え、蓄熱装置の設計に必要な過冷却の制御条件と制御方法、長期繰り返し安定性、および蓄熱槽内の伝熱促進方法などについて、実験と理論解析の両面から検討する。

本年度は、実用規模の過冷却蓄熱装置を製作し、その動作特性を調べた。実験から、実用規模においても蓄熱体の部分冷却によって効率良く発核制御できること、発核促進のための部分冷却で失われる熱は、内部構造の工夫によって貯蔵潜熱の1%未満に低減できること、蓄熱体の発核時間は、15~30分程度とみなされること、凝固開始温度や貯蔵熱量は繰り返し使用に対して安定的に維持されていることなどを明らかにした。また、密に林立する蓄熱体群への水供給口における給水方式を半径方向給水から軸方向給水へと変更する事により、狭・広流路間の更なる流量均一化と無効流路解消を図る事を試みた。すなわち7本の過冷却蓄熱体を用いて上記同様の試験装置を製作し、これを用いて50℃および60℃の温水供給による融解試験を行った。その結果、どちらの場合も融解時間の5%以上の短縮を達成する事ができ、これにより流量均一化による熱交換性能の向上効果を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】エネルギー貯蔵、蓄熱、過冷却、熱交換、

## 圧力損失

〔研究題目〕水素安全利用等基盤技術開発 車両関連機器に関する研究開発 低温作動水素吸蔵合金の研究開発

〔研究代表者〕秋葉 悦男

〔研究担当者〕中村 優美子、榎 浩利、三浦 直子

〔研究内容〕

目標：

本研究開発は燃料電池自動車用液体水素タンクのボイルオフガスを水素吸蔵合金タンクに回収し、ボイルオフによる水素損失をなくすることを目指すものである。

研究計画：産業技術総合研究所は日本重化学工業（株）と共同で AB5型合金あるいは AB2合金の pct 測定を行い水素吸蔵量、水素吸蔵圧力及び温度などの吸蔵試験に必要なデータを調べる。さらに、液体水素タンクから放出される水素が、液体水素状態あるいは、オルト、パラ水素比率が室温とは異なる気体状態で放出されることから、これまで知られてきた水素吸蔵合金の水素吸蔵特性とは異なる挙動を示す可能性が予備実験の結果より示唆されている。そのため、我が国ではほとんど調べられた経験の無いオルト水素とパラ水素の違いを定量的に計測する技術に関する調査を行うとともに、ガスクロマトグラフを利用した測定が可能かを実証する。

進捗状況：

オルト水素とパラ水素を定量的に計測する技術を確認するため、オルト水素とパラ水素を測定する方法としてガスクロマトグラフを利用した測定法の検討を行った。オルト水素とパラ水素では活性アルミナ表面上での吸着脱離エネルギーが異なる。このエネルギー差を利用した活性アルミナを用いたオルト水素とパラ水素の吸着分離の可能性を調べた。液体窒素温度（-196℃）まで活性アルミナを冷却しキャリアガスとしてはヘリウムを使用した。検出器は TCD 型検出器である。ヘリウムと水素との熱伝導度の差は小さく感度が悪いため、水素を酸化して水としてから検出器へ導入して分析することとした。高純度水素ボンベガス（パラ水素濃度25%）を分析した例では、ピークが一部重なる部分もあるが、オルト水素とパラ水素の分離に成功しており、ここで提案した手法でオルト水素とパラ水素の分析が可能であることが示された。今後は、アルミナ充填剤の種類や粒度・充填法などの分析カラムの選定や水素を水に変換する酸化銅触媒の最適条件などを検討する必要があることも分かった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕水素エネルギー、水素吸蔵合金、液体水素、ボイルオフガス、オルト水素パラ水素

〔研究題目〕水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 高容量水素吸蔵

## 合金と貯蔵タンクの開発

〔研究代表者〕秋葉 悦男

〔研究担当者〕中村 優美子、榎 浩利、朱 云峰、V. Iosub

〔研究内容〕

目標：

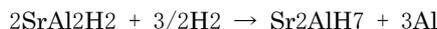
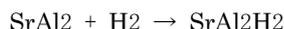
水素の輸送貯蔵に利用するための重量当たりの水素貯蔵量が高い水素貯蔵材料が求められている。「水素安全利用等基盤技術開発」では有効水素貯蔵量の目標値を5.5質量%以上と設定している。

研究計画：

本研究では、上記の目標を達成可能な水素の安全かつ効率的な輸送貯蔵に用いるためのアルミニウム等の軽量な金属と水素の結合を利用した軽量な水素貯蔵材料を開発することを目指す。

年度進捗状況：

アルミニウムと合金化する金属としてストロンチウム（アルカリ土類金属）を選択し、両者からなる合金 SrAl<sub>2</sub>を作成した。今迄アラナイト等では pc 線図の測定はほとんどなされなかったが、今回、pc 線図測定に成功し、X 線回折による詳細な構造解析と総合して下記の式で反応が表されることを明らかにした。



反応を繰り返すと、以下の反応が繰り返すこと、すなわち可逆性があることが分かった。



Mg-Ti 系の体心立方構造（BCC 構造）を有する軽量合金および Ca を主成分としたラーベス相合金の研究開発に関しては、マツダ株式会社と共同で Mg-Ti 系に加えて Ti の一部あるいは全部を原子半径などの構造的要因から BCC 構造をとりやすいと考えられる Co で置き換えた合金をボールミル法によって合成することに成功した。さらに第3の元素 X を数種加えた材料の合成にも成功し、最大で2.7質量%の吸蔵量を100℃において得た。Ca を主成分としたラーベス相の研究開発を日本重化学工業株式会社と共同で実施している。Ca あるいは Mg 合金は蒸気圧が高く溶解法では合成が困難であるが、産業技術総合研究所と同社は共同でほとんど蒸気が発生しない合成法の開発に成功した。これによって、従来は極めて困難であった組成を厳密に指定してこれらを主成分とする合金の製造が、今後は容易に行えるようになった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕水素エネルギー、水素貯蔵材料、ナノ構造、反応機構

〔研究題目〕水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 水素シナリオの研究

〔研究代表者〕赤井 誠

〔研究担当者〕 竹村 文男、丸山 康司

〔研究内容〕

本研究では、①既存の市場で経済価値として評価されていない水素エネルギーシステム特有の便益及びコストに係る要素を抽出し、それらを経済価値として定量的に評価すること、及び②エネルギー経済モデルにより種々の水素源及び水素利用技術を想定したシナリオ分析を行い、燃料電池を核としたシステムなどの技術開発戦略の検討に資することを最終目標とする。

本年度は、昨年度に引き続き、燃料電池自動車の導入による既存自動車の外部費用の削減を外部便益として評価するために必要なデータを収集し、これらに基づいて、燃料電池実用化戦略研究会による燃料電池自動車導入目標に沿った2030年までのFCV導入シナリオを作成し、FCV導入による外部便益を評価し、導入費用と比較することによりFCV普及促進の意義を検討した。

また、エネルギー経済モデルによる我が国の長期的な水素導入シナリオの分析においては、我が国のエネルギー需給や、資源面、環境面などでの制約が世界とのバランスの中で論じられるものであることを考慮し、モデルの基本構造は日本を一地域として構成したグローバルモデルとし、世界での最適解における我が国の分析結果（特に資源の輸出入）を境界条件とし、グローバルモデルよりも詳細な構造とした日本モデルを用いて我が国の最適解を求めるという構造のモデルを開発し、資源エネルギー庁で検討中の超長期エネルギービジョンが前提とする需要シナリオなどを想定してケーススタディを蓄積し、モデルの精緻化と改良を行っている。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 燃料電池自動車、社会的便益、外部性、エネルギーモデル

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発 水素インフラに関する研究開発 充電機用流量計の開発

〔研究代表者〕 高本 正樹（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 中尾 晨一

〔研究内容〕

目的：

本研究開発は水素ディスペンサー用の高圧水素ガス流量計開発の基盤的な研究として、高圧水素ガス流量の新たな計測技術、特に音速ノズルを利用した流量計の研究開発を行う。なお、コリオリ式の高圧水素ガス流量計については、既に、天然ガスディスペンサーや水素ガスを用いての研究が行われ、低圧力域等で一部実用化が達成されているものの、長期安定性等においての問題点が指摘されている。そこで、信頼性の高い高圧水素計測用流量計を開発する。また、産業技術総合研究所では標準研究機関として、水素ディスペンサーの取引計量器としての特性や計量器の性能評価技術や校正技術等に関する諸

問題について、研究に参加している民間企業と密接な情報交換等を行って、プロジェクト全体の成果が効果的に向上するように研究支援を行う。

目標：

既存のコリオリ式流量計に代わる信頼性の高い流量計として低圧力領域において十分な信頼性と実績のある音速ノズルの利用をめざす。そのために音速ノズルの高圧水素流量に対する特性を調べ、高圧水素流量計への適用や校正技術への応用の可能性について調べ、高圧水素計測用音速ノズル式流量計を試作する。さらに、試作した流量計の高圧水素の実流による評価試験を行い、実用上の問題点を明確にしその実用化を目指す。

H16年度の進捗状況：

① 水素ガスに対する音速ノズルの流量特性に関する予備的試験

高圧条件下における水素ガスに対する音速ノズルの流出係数を実験的に求めた。具体的には、音速ノズル単体の特性試験として数MPa～数十MPaの圧力範囲内で、音速維持範囲やレイノルズ数に対する流出係数の精密測定した。さらに、高圧水素に適用できる圧力制御バルブや継ぎ手等個々のパーツの特性を調べ、これらの結果を基に、音速ノズルを用いた高圧水素計測用流量計を試作した。

② 高圧気体流量計測技術に関する海外調査

試作する流量計の仕様を決定するために実際の水素ステーションにおける充電機に使用されている流量計の精度、問題点、実用上での課題などより具体的に詳細な情報を収集した。また、70MPaでの実流試験を行うことのできる実験施設であるフランスのエアリキッド社の施設を訪問し、高圧水素実験における問題点などについてアドバイスを受けた。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 高圧水素、音速ノズル式流量計、水素ステーション、ディスペンサー

〔研究題目〕 地球温暖化防止新技術プログラム 高効率高温水素分離膜の開発プロジェクト

〔研究代表者〕 原谷 賢治（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕（環境化学技術研究部門）原谷 賢治、藤原 一郎、内丸 祐子、須田 洋幸、吉宗 美紀、向田 雅一、山内 洋幸、中岩 勝、大森 隆夫、原 重樹、伊藤 直次、山本 輔（先進製造プロセス研究部門）平尾 喜代司、吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、福島 学、古川 一夫

〔研究内容〕

炭化ケイ素分離膜の開発：測定温度500℃における水素透過速度が $10^{-7}$  [mol/(m<sup>2</sup>・s・Pa)]以上で、H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>分離性が100以上である高温耐熱性に優れたSiC系高温水

素分離膜の開発を目標として、前駆体ポリマーの化学修飾や基材への塗布・乾燥・熱処理工程の最適化に関する研究を行っている。本年度は500℃程度以上の高温における水素透過速度および選択性の向上を目的とし、前駆体のひとつであるポリカルボシラン（PCS）の熱分解条件の最適化や造孔剤としてのポリスチレン（PS）添加の効果などを検討してきた。その結果、PCSの熱分解処理温度や時間、昇温速度が膜性能に大きな影響を与えることがわかり、水素分離に適した熱処理条件について指針を得ることが出来た。また、造孔剤の添加量がSiC系分離膜の平均細孔径並びに細孔径分布に影響を与えたことから、造孔剤の添加による膜内細孔径の制御に対し、指針を得ることが出来た。

炭化ケイ素多孔質支持基材の開発（チューブラータイプ）：水素分離膜の支持基材となる $3 \times 10^{-6} \text{mol/m}^2 \text{sPa}$ 以上の水素透過率を持つチューブラータイプ（ $\phi 5 \text{mm}$ 以上）の炭化ケイ素多孔質基材を製造するためのプロセス技術の確立を目標に、ベースとなるチューブ形状の多孔質炭化ケイ素の製造技術並びに中間層の付与技術の開発を行なった。炭化ケイ素微粉末成形体の微細気孔を保持して焼成を行なう気孔径制御技術並びに同微粉末に適用可能な押出成形技術を開発し、これらの技術を組み合わせることにより、外径 $\phi 6$ —内径 $\phi 4 \text{mm}$ 、気孔率45%、平均気孔径200–500nm、水素透過率 $7 \times 10^{-6} \text{mol/m}^2 \text{sPa}$ のチューブ状炭化ケイ素多孔質基材を作製することに成功した。中間層の付与技術に関しては、炭化ケイ素超微粉末スラリーの多孔質基材へのディップコーティング法を開発し表層の気孔径を100nm以下にすることができた。

モジュール設計における物質移動計算および膜透過計算：膜モジュールの軸方向の濃度分布による混合拡散が分離性能に及ぼす影響をシミュレーションで検討した。水素透過率 $1 \times 10^{-7} \text{mol/m}^2 \text{sPa}$ の膜では水素回収率を80%以上にした運転で、軸方向混合拡散の影響によりモジュールの分離効率が低下することを明らかにした。膜反応器設計における改質反応計算：反応温度500℃において、プロジェクトの目標値である水素製造量 $1 \text{Nm}^3/\text{hr}$ かつ水素回収率3.2（理論水素生成量の80%）を達成可能な反応器サイズおよび反応・操作条件の探索を行うことを目的として計算を行い、以下の結果を得た。水素と水蒸気の膜透過係数の比を変化させた場合の、水素製造量およびメタンの転化率は、透過係数の比が大きくなると増大するが、透過係数比が約20以上では一定の値を示すことを明らかにした。次に、反応器入口での原料ガス組成である水蒸気とメタンの比（S/C比）の変化が反応成績に及ぼす影響は、S/Cの増加にともないメタンの転化率は増大するが、S/C=5~6以上ではほぼ1に近い一定の値となるが、水素製造量はS/C=5~6で最大値をとることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高温水素分離、セラミック膜、水蒸気改質

【研究題目】ナノテクノロジープログラム/ナノ加工・計測技術/3D ナノメートル評価用標準物質創成技術プロジェクト

【研究代表者】小島 勇夫（計測標準研究部門）

【研究担当者】黒澤 富蔵、高辻 利之、渡部 司、権太 聡、三隅 伊知子、佐藤 理、黄 強先、一村 信吾、野中 秀彦、黒河 明、中村 健、尾高 憲二、藤本 俊幸、寺内 信哉、張 麓璐、東 康史、山岸 秀一

【研究内容】

ナノテクノロジーによって加工・成形されるナノ構造の形状や寸法を評価するために必要な「普遍的なスケール」を平成18年度（2006年度）まで開発するために、面内方向スケール校正用標準物質創成技術および深さ方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発を継続している。両研究課題とも候補標準物質の開発および候補標準物質に値を付けるための校正技術の開発が主要な課題である。これまでに候補標準物質の作製法の検討を行い、十分な品質を有する候補標準物質の作製が可能であることを確認し、一部その構造を高度化することに成功した。これにより、面内方向ナノスケール参照試料および深さ方向ナノスケール構造評価用サンプルの開発し、中間目標を達成した。更に値付けに用いる校正技術も基本的な検討を終え、装置主要部分の作製に成功した。

以下それぞれのスケール開発についてまとめる。

面内方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発

① AFM（原子間力顕微鏡）とレーザ干渉計を駆使した高精度評価技術の開発

面内方向スケールを評価するための高精度計測・校正装置、トレーサブル AFM（Traceable Atomic Force Microscope、T-AFM）の開発を行っている。T-AFM メインユニットにレーザ干渉計ユニットを組み込み、AFM による計測装置として動作させるための AFM コントローラを設計・試作した。レーザ干渉計の光源としてオフセットロックレーザシステムを構築したことにより、 $2 \times 10^{-10}$ の周波数安定性が得られ、レーザ干渉計の性能仕様に十分見合うことを確認した。また、ピッチ測定における走査速度、走査方向、ピッチの決定法などを実験的に調べた。さらに、産業界の最近のニーズを受け、当初予定には含まれていなかった光回折法を用いた100nm ピッチ校正装置を完成させた。144nm および100nm ピッチ試料の予備測定の結果、測定の繰り返し性が数 pm レベルであり、試験的な供給が可能であることを確認した。

② 面内方向スケール校正用候補標準物質の開発

持ち回り測定用試料として50nm、60nm、100nm

ピッチの試料を電子線描画法によって作製し、既存の差動方式レーザ干渉計搭載型測長 AFM 装置を用いて校正を行った。測定及び不確かさ評価の結果は、ピッチ値100.03nm で拡張不確かさ( $k = 2$ ) 0.23nm、ピッチ値60.02nm で拡張不確かさ( $k = 2$ ) 0.22nm であった。更に技術規約を設定し、持ち回り測定を開始した。(中間目標)

また、最小目盛25nm ピッチの面内方向スケールの候補として超格子構造の試料を設計・試作した。

深さ方向スケール校正用標準物質創成技術の研究開発

#### ① 高精度積層膜構造評価技術の開発

積層膜の膜厚を値付けするためのトレーサブル XRR (X 線反射率測定装置) の開発を行い、国家角度標準と同等の性能を有し、かつ、機構を単純化したゴニオメーターを含む、トレーサブル XRR の主要部分の開発に成功した。更に、試料の形状を考慮した解析システムの高度化を行い、実用に耐える処理速度を実現した。

#### ② 深さ方向スケール校正用候補標準物質の開発

シリコン酸化物の薄膜候補標準物質の供給に向けた作製法・保管法に関して、オゾン流量増大による酸化膜成長の高速化、各種制御雰囲気における安定保管法の検討を開始した。また、前年度開発した大面積オゾン酸化炉を拡張する形で基板搬入室、試料搬出室、酸化膜試料保管庫とそれらを基板搬送機構で連結した大面積酸化反応制御保管装置を開発し、多数個試料作製・供給に向けたシステムを整備した。

これらを用いてオゾン酸化膜構造評価用サンプルを作製するとともに、最表面汚染を極限まで減少させた保管輸送法を開発した。また、GaAs/AlAs 超格子物質構造評価用サンプルではウエハー全面において膜厚の均質性1/2分子層未満を達成し、試験的な配布を開始した。(中間目標)

[分野名] 標準

[キーワード] ナノスケール、面内方向スケール、深さ方向スケール、認証標準物質

[研究題目] エネルギー使用合理化技術戦略の開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／省エネルギー電力変換器の高パワー密度・汎用化研究開発 —パワー密度10倍ニーズに資する、オン抵抗  $1\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$  級の、理論限界に迫る低損失パワーデバイスの開発—

[研究代表者] 荒井 和雄

[研究担当者] 福田 憲司、八尾 勉、田中 知行、先崎 純寿、小杉 亮治、高橋 徹夫、原田 信介、岡本 光央、鈴木 賢二、加藤 真、茂木 宝博、下里 淳

#### [研究内容]

電力の有効利用にはパワーエレクトロニクス機器の高効率化だけでなく、高パワー密度・汎用化電力変換器の低コスト化による一層の普及拡大が図られねばならない。それには機器の小型化によるワット単価の低減と、大量生産が可能な汎用ユニット化が必要である。高パワー密度・汎用化電力変換器(図1)の小型、汎用化には、主回路素子の極限までの低損失化とともにドライバ回路、保護回路、制御論理回路などを集積化して部品点数を削減するドライバ IC の導入が必須である。本課題では、SiC 素子が Si 素子に代わって広く適用されパワエレ機器の高効率化に真に貢献できるような省エネルギー用高パワー密度・汎用化電力変換器を開発できるための先導的要素3課題、①理論的限界のオン抵抗値を有する SiC パワー素子化技術、②パワーIC の基盤技術、③高信頼性ゲート酸化膜形成技術の開発を行う。本年度の成果を以下に示す。

#### ① 理論的限界のオン抵抗値を有する SiC パワー素子化技術

最終目標は耐圧600V でオン抵抗  $1\sim 2\text{ m}\Omega\text{cm}^2$ 、H15年度の目標は Si 面で耐圧600V、 $10\text{ m}\Omega\text{cm}^2$  以下の実現である。これに対して、MOS チャネル結晶面の選択(特に、独自に見出した界面準位密度  $D_{it}$  が少なくチャネル移動度が高くできると予想される C 面の活用)、デバイス構造、チャネル移動度が高くできる MOS 界面形成技術を工夫することで目標達成を図る。平成16年度は、イオン注入による表面荒れを避けるために、ゲートを形成する P 型層をイオン注入ではなくエピタキシャル法で形成する独自の縦型パワー MOSFET (IEMOS) 構造を開発して、エピタキシャル成長技術を含めたデバイス構造とプロセスの最適化を図り、耐圧は1100V、オン抵抗は  $4.3\text{ m}\Omega\text{cm}^2$  と今年度の目標を達成した。

#### ② パワーIC の基盤技術

イオン注入面の n チャネル MOSFET のチャネル移動度は、C 面上に形成することにより、 $58\text{ cm}^2/\text{Vs}$  になり H15年度に達成した。p チャネル MOSFET は、Si 面にて、ドライ、ドライ+ウエット、ウエット各ゲート酸化法を検討した結果、wet 酸化によりチャネル移動度： $15.6\text{ cm}^2/\text{Vs}$  を得ることに成功した。

#### ③ 高信頼性ゲート酸化膜

ゲート酸化膜形成法(ドライ酸化、ウエット酸化の酸化温度、ウエット酸化+水素アニール)とゲート酸化膜の長期信頼性の相関を調べた。水素アニールにより、ゲート酸化膜の長期信頼性が飛躍的に向上し、チャネル移動度が最大である、 $950^\circ\text{C}$  でのウエット酸化+水素アニールで形成されたゲート酸化膜の長期信頼性寿命が室温で  $3 \times 10^{16}$  年となり、目標値を軽く超えた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] シリコンカーバイドパワー素子、超低損

失電力素子、パワーIC、ゲート酸化膜信頼性、素子化プロセス

〔研究題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発  
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発

革新的省エネダイオードの研究開発

〔研究代表者〕 大橋 弘通（パワーエレクトロニクス研究センター）

〔研究担当者〕 奥村 元、西澤 伸一、加藤 智久、石田 夕起、田中 保宣、黒田 悟史

〔研究内容〕

Si ではダイオード特性は材料限界に近づきつつあるが、MOSFET、IGBT などのスイッチングパワーデバイスでは現在も進歩している。Si ダイオードを SiC による高速超低損失ダイオードに替えて、先端 Si-IGBT とペアで高性能化を図る事が、SiC 実用化による省エネルギー実現の突破口として最も確実な方法である。本研究開発では、SiC のユニポーラデバイス限界を超える超低オン抵抗ダイオードとして、数 kV 以上の高耐圧領域で、高速・超低損失 PiN ダイオードの実用化基盤技術の確立を目的とする。

具体的には、SiC-CVD プロセスでのマイクロパイプ閉塞条件を確立した。また、特にバイポーラデバイスでキラー欠陥と報告されている基底面上の刃状転位を他の転位に変換するための CVD プロセス条件を確立した。また、ダイオード作成プロセスで重要となる2インチ基板全面での高品質エピ技術を実証している。さらに、耐圧2.5kV1mm 角 PiN ダイオードを作製した。その結果、設計耐圧2.5kV を維持する PiN ダイオードを収率80%以上で作製できることを確認した。現在、さらに4.5～6.6kV の PiN ダイオードを作成中である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 炭化珪素、ダイオード、気相成長

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）ナノ計測基盤技術プロジェクト

〔研究代表者〕 田中 充（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 馬場 哲也、榎原 研正、坂口 孝幸、高畑 圭二、佐藤 輝幸、櫻井 博、衣笠 晋一、松山 重倫、齋藤 剛、島田 かより、小林 慶規、鈴木 良一、富樫 寿、平田 浩一、大平 俊行、伊藤 賢志、佐藤 公法、松林 信行、今村 元泰、城 昌利、福本 夏生、加藤 英幸、山田 修史、竹歳 尚之、渡邊 博道、阿子島 めぐみ、清水 祐公子、板倉 正尚、村松 誠、道田 泰子、音田 悦子、小林 謙一

〔研究内容〕

ナノテクノロジーにおける材料関係分野での基盤的研究開発を行いつつ、得られた成果等の知識の体系化を図ることを目的とする「ナノテクノロジー」プログラムの一環として、本プロジェクトを実施した。本プロジェクトでは、ナノテクノロジープログラム等で実施される技術開発に共通な超微細・高精度な計測として、微小要素物理特性、空孔、表面構造、熱物性のそれぞれの基盤的計測技術を構築するとともに、これらの分野での新たな標準物質を開発することを目標に研究開発を進めた。これにより、ナノテクノロジープログラム中での知識体系の信頼性向上に寄与するとともに、産業界における材料開発の知的基盤を整備することが目的である。

平成16年度は、当初の計画通り遅滞なく研究を進めることができた。具体的には、

研究開発項目①「微小要素物理特性の計測基盤」

前年度試作した粒子質量分析装置プロトタイプの分級特性の試料流量、および電極回転数依存性等を評価するとともに、静電噴霧法により不純物粒子バックグラウンドの少ない気中粒子発生が可能であることを確認した。動的光散乱法により100nm、70nm および50nm の標準微粒子を高精度に計測し気相中で計測された値とよい一致することを確認した。さらに、2-10 $\mu$ ・m 粒径域において、蛍光法のバックグラウンド計数を削減し、微小粒子画像計数装置を用いた顕微鏡法との比較により、蛍光法の計数の信頼性を評価した。

研究開発項目②「空孔の計測基盤」

普及型陽電子寿命装置のビーム強度を改善することを目的として、陽電子減速材の検討を行った。タングステン、ニッケル、レニウムなどの金属、各種微粒子減速材の効率、陽電子放出エネルギー分布を測定した。その結果、タングステンメッシュと微粒子を組み合わせ、その表面状態を制御することにより、従来使用していたタングステン単結晶フォイルと比べて1桁程度高い陽電子放出率が得られることが明らかとなった。昨年度に開発したナノ空孔計測用標準試料の安定性評価を行い、安定性確保には乾燥空気あるいは乾燥窒素中での保管が必要であることを明らかにした。

研究開発項目③「表面構造の計測基盤」

金およびアルミニウム薄膜を作成し、放射光を用いた光電子分光スペクトルから100eV から1000eV の範囲で各物質中での電子の有効減衰長を測定した。実材料への応用としてジルコニア系ナノ粒子触媒について放射光を用いた光電子分光による深さ方向の組成分析、状態分析を行った。

バックグラウンド解析では、計算に用いる固定パラメータ値の妥当性を調べ、パラメータ値がある範囲の時だけ実際に物理的意味のある解が得られることがわかった。また、厚さが既知の表面層が1層ある簡単な場合の実試料の解析を開始した。炭化物や窒化物などの非酸化物系

の無機化合物を中心に新規にスペクトルの取得を行うほか、既に取得した化合物についても測定条件を改めてスペクトルの取得を行った。また、データベースの閲覧環境としてユーザーがインタラクティブに条件を定めてWEBブラウザ上でスペクトルを表示できるソフトウェアの試作版を制作した。

#### 研究開発項目④「熱物性の計測基盤」

前年度試作した薄膜標準サンプルの熱拡散率のばらつきを測定するとともに、より均質で再現性の高い標準薄膜を作成するために、膜質制御システムを導入し系統的に成膜条件を変えた厚さ100nmのMo薄膜を作製・評価した。またピコ秒サーモリフレクタンズ法による測定範囲を室温から550℃の温度まで拡大するための試料温度制御装置を導入し、さらに本課題の加速として、膜厚100nm以下の薄膜に対してサブミクロンスケールの面内方向分解能で熱拡散率を計測するフェムト秒サーモリフレクタンズ法熱物性分布測定装置の開発に着手した。示差方式レーザフラッシュ法によりコーティングの熱拡散率計測を行うための重要な要素技術である試料表面の黒化処理法の検討にあたり、新たに示差熱天秤を導入し代表的な試作黒化膜の評価を行った。

熱・光学特性計測システムの開発では、nL積測定用追加ユニットを導入し総合的な測定性能評価を進めた。

#### 研究開発項目⑤技術の体系化

既存のおよび研究開発項目①から④で得られた標準物質組成と特性・機能との相関、及び標準物質合成プロセスと特性・機能との相関を考察するとともに、ナノ材料熱物性データをデータベースに収録し、インターネットからの検索・表示を行えるようにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 粒子質量分析、動的光散乱法、微小粒子画像計数、陽電子放出エネルギー分布、ナノ空孔計測用標準試料、放射光、光電子分光スペクトル、ピコ秒サーモリフレクタンズ法、示差方式レーザフラッシュ法、コーティングの熱拡散率計測、熱・光学特性計測

【研究題目】 地球温暖化防止新技術プログラム 低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発プロジェクト

DLC系皮膜技術 (NEDO 受託研究)

【研究代表者】 田中 章浩

(ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】 田中 章浩、古賀 義紀、梅田 一徳、大花 継頼、中村 拳子、石原 正統、鈴木 雅裕

【研究内容】

水圧機器システムへ適用できる DLC 系皮膜の開発およびそれらの優れた特性発現機構の解明を目的として、

研究を行っている。

- 潤滑膜の構造・特性及び生成機構の解明のための評価・解析技術に関する研究として DLC および相手摩擦面の透過電子顕微鏡による観察・分析を行った。SUS440C ボールの最表面にコントラストの違う薄層があることが分かった。この薄層を EDS 分析した結果、Cr が母材側に偏析していることが判明した。また、摩擦痕のラマン分析を行った。TEM 観察部周辺からは、DLC 膜のラマンスペクトルに類似したスペクトルが得られたのに対し、TEM 観察部では有意なピークは得られなかった。さらに、摩擦面詳細観察装置 (SEM) を用いて摩擦面の詳細観察を行った。DLC 膜の膜質により、摩擦面にクラックが存在する場合とそうでない場合があることなどが分かった。
- 高効率高耐久性水圧機器システムに関する研究として熱電子励起型プラズマ CVD 装置を用いて、ステンレス鋼基板の上に各種の DLC 系皮膜を成膜した。はく離機構の解明のために、クラックの発生と皮膜内の内部応力関係について検討した。水環境中では内部応力の大きい皮膜の方が耐はく離強度に優れる傾向のあることを見出した。これは、空気中での評価ではあるが、内部応力の小さい皮膜の方が耐はく離性がよいという従来の考え方とは異なるもので、今回新たに見出されたことである。多層 DLC 膜および Si 添加 DLC 膜についても成膜と評価を行った。多層 DLC 膜については、0.06~0.08 の低い摩擦係数、 $10^{-8} \sim 10^{-9} \text{ mm}^3/\text{Nm}$  のオーダーの比摩擦耗量、50N の耐はく離荷重が得られた。また、Si 添加 DLC 膜についても0.06程度の摩擦係数、 $10^{-7} \sim 10^{-8} \text{ mm}^3/\text{Nm}$  のオーダーの比摩擦耗量、50N 以上の耐はく離荷重が得られた。これらの数値は、目標とした値を上回るものであった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 DLC 膜、水環境、摩擦、摩擦、トライボロジー

【研究題目】 ナノテクノロジープログラム (ナノテク 実用化材料開発) ダイヤモンド極限機能プロジェクト (外部資金)

【研究代表者】 山崎 聡

【研究担当者】 大串 秀世、山崎 聡、朴 慶浩、Christoph Erwin Nebel 他 (職員9名、他7名)

【研究内容】

ダイヤモンドによる電子デバイスへの実用化のためには、室温でダイヤモンドの伝導特性を現状より改善する必要がある。本プロジェクトにおいて産総研は電子デバイス化のための基盤となるダイヤモンドの伝導制御技術の開発を他の研究機関と共に担当している。本プロジェクト終了時における達成目標は以下の通りである。

- 「ナノドーピング技術の開発」では、

(1) p 形ダイヤモンド半導体については、室温で抵抗率  $0.6\Omega\text{cm}$  を実現する。

(2) n 形ダイヤモンド半導体については、室温で抵抗率  $500\Omega\text{cm}$  を実現する。

2) 「ナノ表面界面制御技術の開発」では、

(1) p 形ダイヤモンドと金属のオーミック接合において、 $10^{-5}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 以下の実用的な低抵抗接合の実現。

(2) 電子親和力と表面ナノ構造との相関を解明し、負性電子親和力発現の条件を明らかにする、ことを目的としている。

上記の最終目標の下、平成16年度までに以下の成果を得た。

「ナノドーピング技術の開発」

(1) p 形半導体（ホウ素ドーパ）の開発において、室温のキャリア濃度が  $10^{12}\sim 10^{15}/\text{cm}^3$ の広い範囲で、 $1000\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{S}$  と高い移動度を示す良好な半導体の成膜が可能となった。また、 $10^{17}/\text{cm}^3$ のキャリア濃度で、 $2\Omega\text{cm}$ の低抵抗化に成功した。

(2) 高濃度な n 型半導体を成膜し、比抵抗を大幅に低減 ( $1.3\times 10^4\Omega\text{cm}$ ) することに成功した。

「ナノ表面界面制御技術の開発」

(1) Ti/Pt/Au の MESA 構造を用いて、極めて低抵抗 ( $1.3\times 10^{-5}\Omega\text{cm}$ ) な p 形半導体のオーミック接合の開発に成功した。

(2) p 形、イントリンシックダイヤモンド薄膜では水素終端で負、酸素終端では正の電子親和力を持つことを明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体デバイス、ドーピング技術、界面制御技術

【研究題目】 ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備

【研究代表者】 谷江 和雄

【研究担当者】 平井 成興、末廣 尚士、北垣 高成、神徳 徹雄、尹 祐根、安藤 慶昭、社団法人日本ロボット工業会、松下電工株式会社

【研究内容】

様々なロボット要素を通信ネットワークを介して組み合わせることにより多様なロボットシステム構築を可能とするロボット用ミドルウェア技術基盤を確立することを目標とする。

我が国の製造業を支えてきたロボット技術を基盤としてロボット技術の活用範囲を拡大することを目指して、アクチュエータ、センサ、制御プログラム等といった様々なロボットシステムを構成する要素をモジュール化し、それらを部品として自由に組み合わせて統合し、新しい機能を持ったロボットシステムを容易に構築することを可能とするロボット構築手法を提案し、それを実現

するソフトウェア基盤技術としてロボット用ミドルウェアを3年計画で研究開発するものである。単に、ロボット用ミドルウェアの標準仕様案を策定してミドルウェアを開発するだけではなく、典型的なロボットシステム構築例を示すことでミドルウェア技術の有効性を実証する。なお、研究開発に際してロボット技術固有の機能の実現や広範なニーズを満たす標準仕様案の策定が技術課題となるため、工業会、産業技術総合研究所、新たな生活支援分野へのロボット技術の展開を図る企業の三者が密接に連携する研究体を構成して研究開発を実施する。

産総研担当として、分散オブジェクト指向システムのミドルウェアである CORBA をベースとして、RT 分野のアプリケーションに広く使われる RT ミドルウェアに必要な基本機能の研究開発し、フレームワークとなる RT コンポーネントの仕様を提案した。そして、提案する RT コンポーネントの実装を支援するためのソフトウェア (RT ミドルウェア) のプロトタイプを開発するとともに、ひとつの開発例として実時間制御が必要となるロボットアームシステムに適用して機能検証を行なった。開発した RT ミドルウェア (OpenRTM-aist-0.2.0) を評価用として公開リリースした。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 システム統合、ソフトウェア、産業活性化

【研究題目】 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「大容量光ストレージ技術の開発」

【研究代表者】 富永 淳二 (近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】 中野 隆志 (兼務)、栗原 一真 (兼務)、富永 淳二 (兼務)、深谷 俊夫 (兼務)、桑原 正史 (兼務)、荒井 智史 (職員5名、ポスドク1名)

【研究内容】

本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「大容量光ストレージ技術の開発」を局在プラズモン光の応用によって実施するものである。近接場光応用工学研究センターでは、特にスーパーレンズと呼ばれる独自の光学非線形応答薄膜を研究の核として、光による解像限界以下の微細な記録マークを高感度で読み出すための技術開発を行っているが、この技術と局在プラズモン光増強効果を結合させることによって30nm ピット径で信号強度20dB 以上を達成するものである。平成16年度に、酸化銀薄膜をプラズマ還元し銀ナノ粒子を作成する技術を精密制御することで、400nm 波長域に効率的な局所的電場増強効果 (局在プラズモン効果) を発生することに成功し、青色レーザー光学系 (405nm 波長) を用いて、400nm 程度のレーザースポット径内で30nm のピット信号をプラズモン光増幅 (5-10dB プラス) す

ることに成功し、スーパーレンズの構造とナノ粒子構造膜を融合することで本プロジェクトの中間目標値60nmピット>30dB、最終目標（2年後の）値30nmピット>20dBを達成した。目標値達成により、H17年度以降に関しては経済産業省「大容量光ストレージ技術の開発事業」には参加しない方針を決定した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ナノテクノロジー、先進光技術、光ストレージ、近接場光デバイス

【研究題目】バイオマスエネルギー高効率転換技術開発

【中項目名】バイオマスの高速ガス化によるメタノール等気体・液体燃料への高効率エネルギー転換技術開発

【小項目名】バイオマスガス化基礎特性の把握

【研究代表者】小木 知子

【研究担当者】中西 正和、張 岩、川村 明

【研究内容】

「バイオマスガス化基礎特性の把握」

本課題では、バイオマスのガス化とそれに続く液化により液体燃料を得ることを試みる。バイオマス処理量：2t/d規模の試験装置の運転研究により、原料供給から、噴流床ガス化、ガス精製及びメタノール等液体燃料製造までの一貫したシステムを検証する。

本課題は三菱重工（株）、中部電力（株）と産業技術総合研究所の3機関が共同して実施する。このうち産業技術総合研究所では、「バイオマスガス化基礎特性の把握」を担当する。噴流床を用いたガス化は、広く多種多様なバイオマスに応用可能であるが、ガス化特性は原料の性状に応じて異なってくると予想される。本研究において、小型噴流床ガス化装置を設計製作し、各種バイオマスをガス化し、ガス化特性を把握し、商用規模においてさらに広範囲のバイオマス適用に資するデータの取得を行う。

【平成16年度の成果】

### 1. 各種バイオマスのガス化

平成14年度、15年度に研究遂行したガス化の結果を基に、各種バイオマス（10種：スギ木部、ヒノキ木部、スギ樹皮、ライグラス、イナワラ、コナラ（枝部）、枯れ竹、流木、エリンギ廃菌床、木工所残渣）のガス化を行い、ガス化特性を調べた。これらの原料は、灰分含有量が低く（1%以下）、セルロースを主成分としリグニン等の他成分の含有率の低いグループ（スギ木部、ヒノキ木部、コナラ枝部、枯れ竹）、灰分含有量はそれほど高くないが（数%）リグニン含有量の高いグループ（スギ樹皮）、灰分の含有量の高い（10%以上）の草本系グループ（イナワラ、ライグラス）に大別できる。

木部のガス化は、ガス化率が高く、タールや固体残

渣の生成もきわめて低く、（0.05%以下）、ガス化は良好であった。ただし、流木はガス化率がピュアな木部に比較して低下した。これは流木に付着した汚泥系灰分の影響によるものと考えられる。

イナワラ、ライグラスの草本系バイオマスは、木材部に比して、原料1gあたりのガス生成量が低かった。これは、草本系バイオマスは灰分の含有率が高く、原料1gあたりの有機物（炭素）含有量が低いことが原因のひとつであるが、原料中の単位炭素モルあたりのガス生成比（[生成ガスモル量]/[原料バイオマス中炭素モル量]）もガス化率についても、草本系バイオマスは木材バイオマスに比較して低く、木部に比べてガス化特性がよくなかった。

草本系バイオマスは、灰分の含有率が高く、また灰分を構成する金属種も原料種に応じて異なってくる。これらの金属種と含有量がガス化に影響を与えていると考えられ、今後、灰分の性状の精査とそれらがガス化に及ぼす影響の検討が必要である。

樹皮は、灰分の含有量は1.6%と低く、元素分析値では木材と大きな違いがないにもかかわらず、ガス化率は木部に比べて低かった。固体残渣の生成が高く（原料バイオマスの10重量%）、またロス分が多かった。樹皮と木材のガス化特性の違いは、化学成分の違い（含有リグニンの構造と含有量）に起因していると考えられる。現場においては、樹木全木（木材部と樹皮部の混合）を処理、ガス化することが想定されるため、今後、両者のガス化特性の違い、混合比の影響等についての検討が必要となる。

### 2. 最適反応条件の探索：反応温度の影響の検討

スギ木部を900℃でガス化したところ、タールの生成量は極めて少なく、ガス化率：99%以上でガス化が良好に進行した。エネルギーバランスやガス化装置製作などの観点からは、ガス化温度は低い方が望ましい。反応の低温化を目指し、反応温度700～1000℃でガス化を行った。ガス化温度の低下に伴い、ガス化率は低下し（700℃：約64%、800℃：約75%）、原料バイオマス1gあたりの生成ガス量は減る。またガス、タール、固体残渣、水溶性物質の4種生成物からの炭素回収率の合計が700℃で約7割、800℃でも約8割強程度であり、ロス分が多かった。生成ガス組成については、800℃以下では、900℃では生成しなかったC2+以上のガスが若干ではあるが検出されたものの、800～1000℃では主要4ガスのガス組成の相対比はほとんど変化せず、タールもほとんど生成せず（0.2%以下）、メタノール等液体燃料生成に理想的なガス組成が得られた。700℃では、水素生成量が減り、固体残渣、タールも増加して、それぞれ1.3%、約2%であった。この結果は、800℃でも、触媒等を用いることなく、ガス化が進行することを示唆するものである。

### 3. 試験プラントにおけるガス化-液体燃料製造

川越発電所内に建設した2t/dの試験プラントにおいて、中部電力管内から排出される各種木質系バイオマスを用いてガス化、ついで液体燃料（メタノール）製造を試みた。（試験プラントの運転試験は、三菱重工と中部電力が担当）産総研も試験プラントにおけるガス化実験に参加し、得られたガス化データを解析し、特に小型ガス化炉で得られたデータとのすり合わせを行い、小型試験炉－大型実証炉に相関関係のあることを見出した。

【分野名】 エネルギー利用、バイオマス

【キーワード】 木質系バイオマス、ガス化、間接液化、液体燃料製造、噴流床型ガス化炉

【研究題目】 エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 低品位燃料の高効率クリーンエネルギー変換システムの研究開発（低温プラズマ改質・レーザ着火による含水素火炎利用クリーン省エネエンジンの開発）

【研究代表者】 高橋 三餘

【研究担当者】 古谷 博秀、齊藤 剛

【研究内容】

本研究は、(株)三菱重工業、(株)新日本製鉄、東京工業大学との共同で行っており、低品位燃料をガスエンジンで高効率に利用することを目標としている。現状では低品位燃料をガスエンジンの燃料として利用しようとする場合、着火性能に問題がある。そこで、着火に大きく影響する副室用燃料だけ一部水素にプラズマ改質し、これをレーザ着火することによって安定かつ高効率なエネルギー変換を実現しようとするものである。産総研においては、エンジン性能に大きく影響する副室内の燃焼現象に着目し、急速圧縮膨張装置による基礎試験と数値解析で求めた燃焼速度による副室内ガスの評価を実施した。基礎燃焼試験においては、基準としているメタン60%、窒素40%の低品位燃料においては、含まれるメタンの20%を水素に改質することによって、副室の性能が純メタン相当になること、さらに品位になった場合においても改質率を増加させることにより対応が可能なこと、水素への改質によって安定に着火するレーザ強度が低減されることなどを明らかにし、三菱重工での単気筒試験のベースとなった。また、副室内ガスについて数値解析で燃焼速度を求めた結果、作動限界がほぼ同一の燃焼速度となっていることがわかり、低品位燃料を扱う場合のエンジンの動作限界の1つの指標とできる可能性を示した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 低品位燃料、ガスエンジン、レーザ着火技術

【研究題目】 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム 植物利用エネルギー使用合理

化工業原料生産技術開発 植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発

【研究代表者】 進士 秀明

【研究担当者】 鈴木 馨、中野 年継、内藤 由紀、辻本 弥生、大槻 並枝、伊藤 咲江、進士 秀明

【研究内容】

植物の物質生産プロセスを制御するためには、複雑な代謝系関連遺伝子群の発現を統括的に制御する植物の多種多様な発現制御シスエレメントと転写因子遺伝子群の機能を解析して情報を収集・整理し、機能改良技術を開発する必要がある。植物の物質生産系に関与する酵素等の一連の遺伝子群の発現を統括的に制御する転写因子遺伝子を利用することにより有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤及び技術基盤の整備を目的とする。

シロイヌナズナ植物のゲノム情報を基に転写因子遺伝子群に関して推定される構造・機能等の情報を解析・整理し、各転写因子遺伝子の cDNA を収集・整備する。これらを利用して形質転換植物を作成し、各転写因子の制御を受ける標的遺伝子群の発現プロファイルと代謝産物プロファイルの解析および表現型の解析を行いデータベースを整備する。

転写因子遺伝子の配列情報の解析によって得られた結果をもとに、それぞれの転写因子遺伝子の cDNA の取得及び形質転換用エンタリークローンの作成を行った。これらを用いて転写因子遺伝子を過剰発現する形質転換植物細胞を作成し、形質転換植物において遺伝子導入した転写因子の制御を受ける標的遺伝子群の発現プロファイルと代謝産物プロファイルの解析および表現型の解析を開始した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 循環産業システム、植物、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御

【研究題目】 極端紫外線（EUV）露光システムの基盤技術開発

【研究代表者】 富江 敏尚

【研究担当者】 松嶋 功、屋代 英彦、Jinquan Lin、森脇 大樹

【研究内容】

目標：

高出力 EUV プラズマ光源達成のために、Mo/Si 多層膜の反射率の高い13nm の波長域で変換効率の高い錫をターゲットにするプラズマ光源技術を確立する。

研究計画：

高変換効率を実現するための条件を解明し、微粒子群ターゲットを用いた実験で検証する。

進捗状況：

・ EUVL 量産機用の光源に必須の高い変換効率を得る

方式として、理論的考察と実験から、微粒子を広域に拡散させるターゲットが必要であることを明らかにしている。実用化光源では、ターゲットは、マルチkHzで供給できることと超安価に作製できることが求められる。それを可能にする方式として、液滴搬送法を考案した。液滴内の微粒子の分布を観測する手法としてパルスレーザー加熱法を考案し、実際に、数kHzで発生した液滴で微粒子集団が搬送できることを確認した。

- ・産総研考案の液滴搬送方式では、溶媒の除去が必要であり、そのための試みとして、パルスレーザー照射による爆発蒸発の実験を行った。パルスレーザー加熱法で観察したところ、爆発により、微粒子集団は1m/sec程度の速度で飛散するという結果になった。
- ・液滴内の温度分布を計算し、直径0.1mmの液滴を突沸させないで蒸発する条件を明らかにした。一様加熱の場合は1秒程度の極めて長時間の蒸発が必要であること、表面10 $\mu$ mだけを加熱できれば蒸発時間が数十msに短縮できること、が明らかになった。

[分野名] 情報通信

[キーワード] EUVL 用光源、錫プラズマ、微粒子液滴搬送法

[研究題目] 健康安心プログラム 身体機能代替・修復システムの開発 生体親和性材料

[研究代表者] 伊藤 敦夫 (人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 伊藤 敦夫、十河 友、櫻井 常葉 (人間福祉医工学研究部門)

[研究内容]

本研究の目的は、血管新生や骨侵入が容易な格子型完全連通リン酸カルシウム多孔体や亜鉛含有リン酸カルシウム多孔体の製造技術を開発し、さらにこれら多孔体に成長因子等の薬剤を担持することで、骨形成促進、骨吸収防止、組織修復促進等の自己修復機能を促進する多孔質人工骨を開発することである。平成16年度は、気孔率50% (うち開気孔90%以上)、気孔径450 $\mu$ mの気孔が90%以上、圧縮強度8MPa (ちなみに海綿骨圧縮強度は1.9 - 7.0MPa)、大きさ62x62x30mmの格子型貫通気孔多孔体をプレス成形と焼結工程で製造する技術を開発した。多孔体の気孔内及び表面にビタミンK含有生体崩壊性高分子が複合化され、高分子部分を除く格子型完全連通多孔体の気孔率が57-62%で、気孔径が380 $\mu$ m、ビタミンK含有量が12-7350 $\mu$ g/1g多孔体である高分子ビタミンK複合格子型完全連通多孔体を3種類作製した。格子型貫通気孔多孔体の圧縮強度試験を行い、10MPa以上の圧縮強度があるかどうかを評価した。多孔体のみの圧縮強度は6-20MPaであった。PCLを複合化した多孔体はいずれも強度が上昇する傾向にあった。作製した高分子ビタミンK複合格子型完全連通多孔体からのビタミンK徐放挙動を牛血清中で評価したところ、徐放

期間は3-7日間以上であった。これまでの研究開発のまとめの動物実験を行った。すなわち、これまで検討してきたbFGF (20 $\mu$ g)、亜鉛、ビタミンKの3種同時徐放が生体骨形成に与える影響を調べた。その結果、これら3種が同時徐放させたセラミックの周囲では骨形成が増大した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 人工骨、リン酸カルシウム、多孔体、ポリカプロラクトン

[研究題目] 健康安心プログラム/糖鎖エンジニアリングプロジェクト/糖鎖構造解析技術開発

[研究代表者] 地神 芳文

[研究担当者] 成松 久、平林 淳、中村 充、西村 紳一郎、立花 宏一、榎谷内 晶、亀山 昭彦、久保田 智巳、佐藤 隆、新聞 陽一、高 暁冬、久野 敦、安形 高志、菊池 次郎、比能 洋、清水 弘樹、高橋 勝利 (生命情報科学研究センター)

[研究内容]

生体内では、過半数のタンパク質が糖鎖の付加した糖タンパク質という分子として存在し、タンパク質の立体構造構築、品質管理、寿命、輸送先、細胞分化・発生など正常な機能を発揮しているが、糖鎖の構造解析技術、合成技術が未発達なため解析が極めて困難なものとなっており、糖鎖の解析を無視してタンパク質の研究を行わざるを得ない状況にある。そこで、本プロジェクトでは、ハイスループットな糖鎖構造解析技術及び糖鎖合成技術を開発し、糖鎖解析を容易とすることで、今後のバイオテクノロジー発展の基盤とする。

糖鎖構造解析をするために、相互補的な2つの方法を開発している。一つは、極微量の糖鎖構造を迅速に解析するために、質量分析機を用いた解析技術であり、特殊な方法で糖鎖を断片化し、その断片群の分子量分布をデータベース化することで、糖鎖構造を推定できるようにした。もう一つは、糖鎖の部分構造を認識して特異的に結合する100種類以上のレクチンを利用して、レクチンと糖鎖の結合力のパターンから糖鎖構造をプロファイリングできるようにした。さらにレクチンアレイを作製し、迅速に糖鎖や糖タンパク質の構造を推定できるようになった。

一方で、ヒト糖転移酵素ライブラリーを利用して、糖転移反応を半分進めて止め、分子量の異なる基質に変えて別の糖転移反応を行うことを繰り返し、質量分析機で容易に全ての合成産物の構造を特定できる糖鎖ライブラリーの合成方法を開発した。また、40種類の酵素活性のある様々なヒト糖転移酵素を酵母で発現させ、容易に糖転移酵素の大量生産を行うことができるようにした。さ

らに、コンビナトリアル合成を糖鎖合成自動装置に適用し、2週間以内に約100種類の糖ペプチドを合成することができるようになった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖構造解析、質量分析法、レクチンアレイ法、糖鎖自動合成、糖転移酵素

〔研究題目〕 ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術

〔研究代表者〕 明渡 純（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 小木曾 久人、Maxim Lebedev、Nam Sing-min、岩田 篤、馬場 創、中野 禪、森 正和、佐藤 治道、星 佳伸、後藤 昭博、佐野 三郎、楠本 慶二、小川 浩

〔研究内容〕

微粒子衝突によりセラミックス材料をナノ結晶化し、焼かずに常温で固化できる現象（常温衝撃固化現象）を産総研が独自に発見、これを機能性材料の低温集積化コーティング（エアロゾルデポジション法：AD法）として応用した。本プロジェクトでは、このAD法をコア技術として、プロセス温度の飛躍的な低減、成膜速度の飛躍的な向上（従来薄膜技術の30倍以上）を図り、製造技術の視点から民間企業と共に次世代高機能デバイスの実現に資する革新的な電子セラミックス材料の低温集積化技術の開発を進めている。これまで、走査速度20kHz、走査角20°以上の高速光スキャナー（従来デバイスの10倍の走査速度）、常温プロセスで高容量密度300nF/cm<sup>2</sup>（従来デバイスの10倍）の基板内蔵コンデンサー、屈折率変化で従来比6倍の電気光学膜などの試作に成功した。電子回路基板、ディスプレイ、MEMS、光通信、マイクロアクチュエータなどIT・情報関連デバイスの飛躍的な性能向上を目指して開発を継続中である。この他、プラスチック、金属基板上で2000Hvの高硬度、バルク材を超える150V/mmの高絶縁性を達成した。自動車部品、半導体製造装置、人工骨、歯科材料などに応用可能（高硬度・耐食コーティング）であり検討を進めている。また、AD法の成膜原理のコアとなるセラミックス材料の常温衝撃固化現象についてもメカニズムの解明を進め、微粒子破碎変形が基本となっていることを明らかにした。さらに詳細を調べる装置として、1μm以下の微粒子単体での圧縮破壊試験装置を開発した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 エアロゾルデポジション、ナノ粒子、常温衝撃固化、MEMS、光スキャナー、光変調素子、キャパシター、電波吸収体、高周波

〔研究題目〕 健康安心プログラム 早期診断・短期回復のための高度診断・治療システム 心

疾患治療システム機器の開発

〔研究代表者〕 丹羽 修

〔研究担当者〕 栗田 僚二、佐藤 縁、矢吹 聡一、水谷 文雄、三重 安弘、平野 悠、松浦 博昭

〔研究内容〕

心疾患マーカーである脳性ナトリウム利尿ペプチド（BNP）、心房性ナトリウム利尿ペプチド（ANP）を簡便、高感度、迅速に検出可能な免疫センサーの基盤技術開発を推進した。BNPに関しては、平成15年度に考案した電気化学酵素免疫測定の原理を実試料計測に応用し、血清試料溶液中においても高い回収率が得られるなど、良好な応答が得られる事を確認した。しかしながら、本法では、BNPと酵素（アセチルコリンエステラーゼ）標識抗体との抗原抗体反応後、未反応の抗体を基板上に固定化した抗原により回収し、基質（アセチルチオコリン）溶液を加えて酵素反応させ、さらに生成物（チオコリン）を電極上に濃縮した後、電気化学的に還元脱離する際の電流を測定するなど、煩雑な操作を必要とし、測定には90分以上の時間が必要であった。そこで、濃縮した電極上のチオコリンを、表面プラズモン共鳴（SPR）法で直接測定する方法を考案し、測定時間を30分以下に短縮できた。

一方、ANPの測定に関しては以下の高感度測定手法を考案した。抗ANP抗体にアルカリフスファターゼ（AP）を標識し、ANPとの抗原抗体反応後、未反応抗体を基板上に固定した抗原上に回収し、基質を加えてパラアミノフェノールを生成させる。その後、グルコースとグルコース酸化酵素（GOD）の存在下で電位を印加するとパラアミノフェノールがGODのメディエータとして働くため、増幅された信号を得ることができる。上記を検討の結果、5pg/mLの検出限界を達成した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 脳性ナトリウム利尿ペプチド、電気化学検出、表面プラズモン共鳴（SPR）法、免疫反応、自己組織化膜、チオコリン

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム、ナノカーボン応用製品創製プロジェクト（NEDO受託研究）

〔研究代表者〕 ナノカーボン研究センター 飯島 澄男

〔研究担当者〕（ナノカーボン研究センター）湯村 守雄、畠 賢治、末永 和友、岡崎 俊也、大嶋 哲、斉藤 毅、佐藤 雄太、水野 耕平（ナノテクノロジー部門）南 信次、清水 哲夫、Said Kazaoui、Abdou Hassanien、山口 智彦

〔研究内容〕

単層カーボンナノチューブとナノホーンを中心とする

ナノカーボン材料について、その構造を制御しながら量産するための基盤技術、生産したナノカーボン材料を加工・修飾して目的とした物理的・化学的特性を発現させるための基盤技術、形態及び配向等を制御してナノカーボン材料を基板上に成長させる等の電子デバイス応用のための基盤技術、並びに、これらの技術開発を支える微細構造評価等の技術を開発する。さらに、この研究開発等によって得られるデータ、技術、知識を体系化・構造化し、産業技術の基盤の構築を図る。この目標の達成のため、

- (1) 単層カーボンナノチューブの合成触媒並びにプロセスの探索
- (2) ナノカーボン精製・単分散化技術
- (3) デバイス応用基礎技術の開発
- (4) ナノカーボン構造評価技術の開発
- (5) ナノカーボン材料技術の体系化の研究

の5つの研究開発項目について研究開発を実施した。

- (1) 単層カーボンナノチューブの合成触媒並びにプロセスの探索

気相流動法プロセス用の触媒として、逆ミセル法触媒を発展させた Fe-Mo 系ナノカプセル触媒を開発してきたが、本触媒の高濃度化により、目標値である収率10%以上（現在市販されている HiPCO 法の1000倍）を達成した。

基板上の単層ナノチューブの構造制御成長技術「スーパーグロス」を開発し、従来法の1000倍に達する超高密度成長および、様々なパターン成長に成功した。さらに、本合成技術の成長メカニズムの解明、条件の改良を行い、大量合成の可能性を検証中である。

- (2) ナノカーボン精製・単分散化技術の開発

種々の界面活性剤を用いてミセルを構築させることにより、単層カーボンナノチューブを水溶媒に単分散させ、吸収スペクトルおよび発光マッピング測定から、分散機構を検討した。その結果、直径の大きいカーボンナノチューブのバンドルをほどこき単分散させるためには、 $\pi$ スタッキングしやすい構造を有する疎水性の高いミセルを構築する必要があることを見いだした。

- (3) デバイス応用基礎技術の開発

基板上に CVD 成長した多層カーボンナノチューブ試料（富士通グループより提供）の強度測定を開始した。また、CNT-FET 素子のナノレベルでの電気特性評価を目的として、現有の AFM 改造の最終段階に入っている。

既存の AFM 装置に新たなモジュールを組み込み、高分解能導電性 AFM 測定が可能なシステムを構築し、ナノチューブ素子における、特にソース・ドレイン電極近傍でのナノスケールでのポテンシャルプロファイルを解明した。

また、SWNT を用いた光・電子機能素子の試作と開発を目指して、SWNT1本から成る電界効果トラン

ジスタを作製し、光電応答を観測することに成功した。本素子は、488nm、514nm、785nm の3つの波長のレーザー光に対して有意の光電応答を示すことから、光検出器として潜在的可能性を有する。また、SWNT を  $\pi$  共役高分子薄膜中に分散することにより、近赤外域で発光する電界発光素子や、近赤外域に応答感度を有する光電変換素子を初めて作製した。SWNT やポリマーの種類を選ぶことにより、これらの素子の特性を制御できることを示した。

- (4) 原子レベルの高感度分析技術の開発

高感度分析技術の開発では、目標としていた「単原子レベルの元素分析」に成功、世界最高レベルに到達した。化学組成のマッピングに加えて、電子状態のマッピングにも成功した。さらに、分子構造を直接観察する高性能電子顕微鏡の開発を目指して加速財源を投入し、単分子・単原子の低ダメージ観察と時間分解観察の技術を立ち上げ中。本技術によりこれまでに、積層欠陥やドーパント原子位置の直接観察に成功している。今後、CNT 内の格子欠陥とその特性への関わりを明らかにする。

- (5) ナノカーボン材料技術の体系化の研究

データベースに基づき、CVD 法で SWCNT を合成する条件を示す相図を作成することのできる、簡便な合成支援シミュレータを開発することを目的とし、触媒 CVD プロセス (CCVD) による SWCNT 成長の1次元円環モデルのチューニング（パラメータ間の関係等）を行っている。また、知識の構造化 PJ との連携により、研究開発で収集、解明される特性データ、評価方法等が体系的に整理されたデータベースの構築を行っている。

**[分野名]** ナノテク・材料・製造

**[キーワード]** カーボンナノチューブ、大量合成、スーパーグロス、化学修飾、電界効果トランジスター、オーミック接合、カイラリティ、サスペンド構造、電子干渉、電子寿命、単原子検出

**[研究題目]** ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）ナノコーティング技術プロジェクト

**[研究代表者]** 袖岡 賢（エネルギー技術研究部門）

**[研究担当者]** 鈴木 雅人、井上 貴博、香山 正憲、田中 孝治、田中 真悟、施 思斉

**[研究内容]**

- (1) プラズマ溶射層構造の最適制御による皮膜内応力制御技術の開発

（エネルギー技術研究部門）

昨年度までに開発した in-situ 結晶化 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/YAG ナノ複合コーティングに1200℃で熱処理を施し、熱暴露後の組織および硬度、摩耗特性を評価した。皮膜形

成時に既に結晶化しているため熱処理による収縮が起こらず、緻密で低い開気孔率を保持していた。ピッカース硬度は10h以上の熱処理で増加し、24hの熱処理後には Hv=1750程度となり、耐摩耗性も大気溶射アルミナ皮膜の1/10以下まで減少していた。以上のことから、in-situ結晶化 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{YAG}$ ナノ複合コーティングは、高温における耐摩耗コーティングとして有望であることがわかった。

また、昨年度までに開発した $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ ナノ複合コーティングを組み込んだTBCシステムの概念設計を行い、高温環境下での性能評価に着手した。低熱伝導の $\text{CeO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ 安定化 $\text{ZrO}_2$ 、中温域まで優れた特性を示す8wt% $\text{Y}_2\text{O}_3$ 安定化 $\text{ZrO}_2$ 、緻密で高い破壊抵抗が期待できる $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ ナノ複合層を組み合わせた、3層からなるTBCシステムを提案し、高い密着力を確認した。この系を、JFCCおよび東大生産研で実施される熱伝導率および耐剥離性の共通試験に供すべく、測定サンプルの作製を行った。また、本TBCシステムで、表面温度約1100℃の温度勾配下で1000サイクルまでの熱サイクル試験を行ったところ、剥離等の損傷は認められず、優れた耐久性を示した。

(2) 第一原理計算によるコーティング界面の解明とメゾスコピック手法との連携

(ユビキタスエネルギー研究部門)

前年度までに開発したアルミナ/銅界面用の有効原子間ポテンシャルについて、相互作用範囲や局所的ストイキオメトリ効果の取り入れ方など、汎用化の検討を東大・物質材料機構グループと共同して行った。さらに、界面の電子構造について、最近の実験観察結果との詳細な比較検討を進めた。また、アルミナ/Ni界面やアルミナ/NiAl系化合物界面の解明と有効原子間ポテンシャル構築を目指して、アルミナ(0001)/Ni(111)界面の安定構造と結合エネルギーの第一原理計算を行った。各種計算条件を調整し、産総研情報計算センターのスパコンで大規模計算を実施した。酸素終端界面について、安定原子配列、界面エネルギー、界面電子状態が得られ、各種分析を行った。界面では、アルミナ/銅界面に比べて、Ni-O間の顕著な共有結合性が観察され、界面の結合性が金属の種類にも大きく支配されることが判明した。

**【研究題目】** バイオマスエネルギー高効率転換技術開発/有機性廃棄物の高効率水素・メタン醗酵を中心とした二段醗酵技術研究開発

**【中項目名】** メタン醗酵の効率化及びバイオエンジニアリング研究

**【研究代表者】** 澤山 茂樹

**【研究担当者】** 塚原 建一郎、多田 千佳、楊 英男

**【研究内容】**

本技術研究開発は、地域特性、性状等異なった個性を

もつ多種多様なバイオマス資源のエネルギーへの高効率な転換技術のうち、近年のバイオテクノロジー進展により研究されてきた複雑系微生物群（多数の微生物の共同作業で成り立っている系）での可溶化・水素醗酵をメタン醗酵の前処理技術として開発し、有機性廃棄物から高効率・高速度に気体燃料（水素・メタン）を取り出す技術を開発し、実用化に目途をつけることを目的とする。

平成16年度は、「メタン醗酵の効率化及びバイオエンジニアリング研究」において、「高効率固定化技術の開発」を行った。要素技術開発を進めながら、他社（委託先）と共同で行う水素・メタン二段醗酵トータルシステム実験に参画し、担当するプラントの製作と運転研究を実施した。具体的には、水素・メタン二段醗酵トータルシステム実験機において、新しい固定化醗酵技術を利用したメタン発酵槽の試作・運転を行った。トータルシステムメタン醗酵槽のガス化特性・固定化微生物等の解析を行い、回転担体の回転速度などラボスケールメタン醗酵槽のデータと比較検討し、醗酵速度や有機物分解率の向上において高効率化を実現した。リアルタイムPCR法による固定化微生物叢の解析方法の研究により、高温メタン生成微生物を迅速に定量できる方法を開発した。また、新しいメタン発酵効率化技術として、光照射によるメタン生成微生物の活性化を確認した。合わせて、バイオガス利用技術及びバイオガスプラント安全技術に関する研究を行った。

**【分野名】** エネルギー技術、バイオマス

**【キーワード】** メタン醗酵、水素醗酵、バイオガス

**【研究題目】** バイオマスエネルギー高効率転換技術開発/セルロース系バイオマスを原料とする新規なエタノール醗酵技術等により燃料用エタノールを製造する技術の開発

**【研究代表者】** 柳下 宏（環境化学技術研究部門）

**【研究担当者】** 池上 徹、北本 大、根岸 秀之、榊 啓二、土屋 陽一、竹田 三恵、森山 由紀子、土屋 和恵、後藤 新一、篠崎 修、小熊 光晴、木下 幸一、塩谷 仁、辻村 拓、田代 政男、工藤 眞一郎、日暮 一昭、江原 淳一、松丸 陽子、三田 恵子、中村 咲子

**【研究内容】**

目標：

本研究題目は、バイオマス資源のエネルギーへの高効率な転換技術のうち、糖・デンプン系のエタノール醗酵技術をセルロース系バイオマスに適用するための技術を開発し、実用化に目途をつけることを目的としている。

そこで、本研究ではエタノール選択的透過性を有する高性能なシリカライト膜の開発と、当該膜等を用いて醗酵エタノールを発酵槽から連続的、選択的に回収し、エタノールを高濃度に濃縮する基礎技術を開発する。ま

た、バイオマスエタノール混合ガソリンの自動車排出ガス特性および蒸発ガス特性の調査、自動車燃料としての性状試験および自動車部品に使用される材料の浸漬試験を行い、バイオマスエタノールの自動車燃料としての品質の指針を検討する。さらに、実車両においてエタノール混合ガソリンを燃料とした走行試験を行い、車両への影響調査を実施する。

進捗状況：

シリコンゴムでコーティングしたシリカライト膜を用いて、酵母を用いて調製したエタノール発酵液の濃縮について検討した。有機酸吸着の影響が無視できる条件で測定したにもかかわらず、透過流束および透過エタノール濃度ともに、エタノール/水系での分離性能と比較して低下した。発酵液中には、260nm 付近に吸収極大を有する物質の蓄積が認められ、この物質を活性炭で吸着除去すると、膜の分離特性は明らかに改善された。このことから、260nm 付近に吸収極大を有する物質の蓄積がシリカライト膜のエタノール分離性能を低下させたものと考えられる。

管状シリカライト膜を用いて *Zymomonas mobilis* で調製した発酵液の浸透気化分離性能は、30℃および60℃のいずれの温度においても、エタノール/水系の場合と比較して低下したが、60℃の操作温度において、約1 ( $\text{kg m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ) の透過流束を得ることができた。

また、膜作製条件の最適化の検討を行った結果、合成時間としては、48時間の時にもっとも緻密なシリカライト膜が得られ、分離係数も高いことが分かった。また、多孔質ステンレス管の平均細孔径を2  $\mu\text{m}$  から0.2  $\mu\text{m}$  とすることで、分離性能の経時変化による劣化を生じない耐久性のある管状シリカライト膜が作製できることが分かった。さらに、種結晶塗布に要する泳動電着時間を10分間から5分間に短くすることで過剰な塗布を抑制することができた。

燃料性状試験では、バイオマスエタノール混合により、その混合濃度にかかわらず蒸気圧を7kPa 程度上昇させることや混合濃度10%で50%留出温度の低下があることを示した。製造エタノールの燃料性状に及ぼす影響は輸入エタノールや試薬エタノールと同等であるといえる。金属材料に対する適合性試験では、製造エタノール10%混合ガソリン（製造 E10）でアルミ材を腐食する傾向が見られたが、その他の金属材料についてはいずれも腐食は見られなかった。また、ゴム・樹脂材料に対する適合性試験では、製造エタノールの混合により、物性の低下や体積および質量の増加が見られ、混合濃度の増加とともに変化量が大きくなる傾向が見られた。

排出ガス試験では、3%、10%のエタノールを混合したことで CO、HC は減少し、NO<sub>x</sub> は増加する傾向にあるが、排出ガスに大きな影響を及ぼすような結果は認められなかった。燃料蒸発ガス試験では、エタノール混合ガソリンの長期使用が燃料蒸発ガスに及ぼす影響を調べ、

3%混合ガソリン（E3）では影響はないが、E10の長期使用は燃料を配管材料に浸透させ、蒸発ガス排出量を増加させることを示した。

車両走行試験では、ベースガソリン、輸入エタノール混合ガソリン、製造エタノール混合ガソリン、試薬エタノール混合ガソリンを燃料とし試験を行っているが、これまでのところ、いずれも車両においても問題は起こっていない。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、エタノール発酵、膜分離技術、浸透気化法、シリカライト、ゼオライト膜、エタノール混合ガソリン、排ガス試験、蒸発ガス試験

【研究題目】 固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業 触媒電極反応機構解明のための研究開発

【研究代表者】 二又 政之（界面ナノアーキテクトニクス研究センター）

【研究担当者】 二又 政之、松田 直樹

【研究内容】

本研究では、白金系等触媒電極で起こる反応過程を、ATR-IR 法の感度・観測波長域を改善し、解析する。また光導波路分光を併用することで、電極表面の吸着状態・機能を複合的に解明する。その上で、局所的な触媒反応機構を解明し、触媒構造の設計指針を得ることを目的とする。平成16年度は、①高感度化した ATR-IR 分光法を用いて、白金薄膜及び白金系複合電極表面に吸着した CO 及び関連化合物の吸着状態を詳細に解析した。特に、CO 酸化反応の新たな中間体の同定を行い、異種金属の役割を明らかにした。②光導波路（SOWG）分光：電気化学的に制御可能な SOWG 分光法の高感度化を進め、ITO 電極上に単分子層以下の量で吸着したヘプチルピオロゲンカチオンラジカルの吸着種の電位依存性とチトクロム c の電位変化に対する応答を明らかにした。金属ポルフィリン錯体の吸着挙動を詳細に検討した。更に試料溶液導入方法の最適化を進めた。③近接場赤外分光法について、装置・プローブの最適化を進めるとともに、構築した FT-IR と倒立型顕微鏡と自立型 AFM の複合により、種々の化学種について金属チップ増強赤外吸収の検出に成功した。局所電場反応解析のために重要な進展が得られた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 全反射赤外分光、近接場振動分光、燃料電池、触媒反応

【研究題目】 固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業 中温作動型固体高分子形燃料

## 電池の研究開発

〔研究代表者〕 本間 格

〔研究担当者〕 山田 真路、金 濟徳、中島 仁、  
三宅 博都

## 〔研究内容〕

100℃～200℃の中温度領域で作動可能な高分子形燃料電池用の耐熱型新規電解質膜および耐CO型触媒電極の開発

安価で耐熱性に優れた有機無機複合材料を用いて中温領域作動が可能な固体高分子形燃料電池用電解質膜の開発を行う。有機鎖として耐熱性と柔軟性に富むポリテトラメチレンオキサイド (PTMO) を選択、無機相としてチタニアとジルコニアを用いてゾルゲル法によりナノレベルで複合した有機無機電解質膜を作成し、さらにプロトン導電性付与材としてヘテロポリ酸あるいは無機相のリン酸化処理を行い電解質膜の中温度領域でのプロトン伝導性と発電特性を評価した。

100℃以上の温度では電解質膜からの水分蒸発が起これ、また飽和水蒸気圧が1気圧以上になるため装置の加圧が必要となるため、簡便な構成の燃料電池セルを構成するためには理想的な電解質膜として非含水型の電解質膜が最適である。ヘテロポリ酸とポリスチレンスルホン酸膜の有機無機ナノコンポジットでかつ酸塩基分子のアセンブリー構造を有した新しい電解質膜を開発し、180℃で10-2S/cmの無加湿プロトン伝導度を得た。新しいプロトン伝導メカニズムの探索とナノアセンブリー材料の大きな可能性を実証した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノ材料、燃料電池、電解質膜、プロトン伝導

〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業 マイクロチューブ型燃料電池の研究開発

〔研究代表者〕 岡田 達弘

〔研究担当者〕 エネルギー技術研究部門 岡田 達弘、  
喬 敏、國松 昌幸、笠嶋 丈夫、  
矢野 啓、井上 智子、ユビキタスエネルギー研究部門 藤原 直子

## 〔研究内容〕

目標：携帯機器用小型燃料電池実現に向けて、マイクロチューブ状の高分子電解質を用いた新しいタイプのダイレクトメタノール燃料電池 (DMFC) 開発のための技術的問題点を解決する。プロトタイプとして、単セルあるいはその集合において、最終的に電極面積当たり20 mW/cm<sup>2</sup>以上の出力密度を目標とする。システムとしては最終的に1 Wのプロトタイプを構築することを目指す。特にメタノールクロスオーバーを最大限に抑制するためのバリアー層技術、新規膜技術を確立し、小

型 DMFC の早期実用化に貢献する。

研究計画：プロトタイプとして、単セルあるいはその集合において、最終的に電極面積当たり20mW/cm<sup>2</sup>以上の出力密度を目標とする。同時に、触媒担持法として通常の物理的方法以外に、連続生産に適した化学メッキ法による触媒担持法についても検討する。またこれと平行して、プロトン伝導性とメタノール透過バリアー性において全フッ素化膜に対抗できるだけでなく、価格的にも全フッ素化膜に比べ優位性をもった高分子電解質膜を新たに開発する。

年度進捗状況：予め洗浄処理 (NEDO の標準処理条件による) を行ったチューブ型高分子電解質 (旭硝子エンジニアリング製、内径0.3mm、外径0.6mm、長さ40mm) の内側に、電解質溶液を混合した Pt-Ru black 触媒を注入して燃料極とし、外側には同じく電解質溶液を混合した Pt black 触媒を塗布して空気極を構成した。次にチューブ内部の閉塞を防ぐことを目的として、V字型の溝を持つ治具を用いてホットプレスを行った。これにより電極の接合状態が改善され性能が向上し、補機無しで15-20mW/cm<sup>2</sup>の出力密度が得られた。

次に湿式法 (化学メッキ法) により、電解質ポリマーに直接 Pt-Ru 合金、Pt、Pd 等の触媒を担持する技術を開発した。即ち、空気極には触媒性状の改善及び担持量増加のために Pt メッキチューブ状電解質膜を用い、さらに電解メッキを行った。一方燃料極にはチューブ状電解質膜内側の Pt-Ru メッキ層の合金化を促進するために、メッキ後の膜を K<sup>+</sup>イオンを含む溶液に浸漬し、H<sup>+</sup>イオンを K<sup>+</sup>イオンに置換した後、熱処理を行った。全メッキ法で作製したマイクロチューブ型 DMFC の発電試験を行ったところ、補機無しでの最大出力密度約 1.7mW/cm<sup>2</sup>が得られた。

メタノールクロスオーバーのバリアー性に優れた膜として、ポリビニルアルコール (PVA) を主骨格原料とし、ポリ-2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸 (PAMPS) を酸性基導入の部品とする、DMFC 用材料に適した新しい概念に基づくブレンド架橋型プロトン伝導性ポリマーの開発を行った。第1の方法として、PVA-PAMPS-PEG (ポリエチレングリコール) 3元系ポリマーブレンド架橋膜を構成するため、各々の水溶液を混合し、テフロン膜上にキャストすることによってブレンド膜を得た。この後膜をアセトン中グルタルアルデヒド (GA) で架橋を行わせ、柔軟でかつ強度の高い膜を得ることができた。第2の方法として、PVA/PAMPS 2元ブレンド膜を作製後、アセトン中で架橋剤を用いて架橋させた。その際、架橋剤としてテレフタルアルデヒド、グルタルアルデヒドのような2官能性架橋剤と、種々の鎖長を有する1官能性直鎖アルデヒドを併用した。

以上のようにして作製された膜は、すべて工業用原料として利用されているものを用いるため、安価な膜が生

産できるという利点を持ち、柔軟で強度が高く、かつナフィオン膜に匹敵する高いプロトン伝導性を有すると同時に、優れたメタノール透過バリアー性をも示した。

〔分野名〕 エネルギー・環境

〔キーワード〕 燃料電池、固体高分子、携帯機器、メタノール、マイクロチューブ、電解質膜

〔研究題目〕 計量器校正情報システムの研究開発

〔研究代表者〕 吉田 春雄（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 今江 理人、雨宮 正樹、福山 康弘、池上 健、萩本 憲、柳町 真也、大苗 敦、洪 鋒雷、奥村 謙一郎、平井 亜紀子、松本 弘一、美濃島 薫、東海林 彰、山森 弘毅、高島 浩、小柳 正男、桐生 昭吾、村山 泰、浦野 千春、金子 晋久、中村 安宏、米永 暁彦、檜野 良穂、瓜谷 章、佐藤 泰

〔研究内容〕

中間評価等の指摘をふまえて、長さ標準3) He-Ne レーザ、電気標準2) 交流、三次元測定機標準、温度標準、流量標準、力学標準（圧力）は平成15年度で終了し、産業界の要望を受けて、そのうちの一部は下記に示すように、より産業界に近い標準の e-trace 開発に変更した。

変更点は、

・時間標準

第一階層用周波数標準の実証実験継続と第二階層用周波数標準（GPS-DO）の開発追加、

・長さ標準

光波長標準は技術開発継続と実証実験、光ファイバ応用のタンデム型干渉計長さ計測は実証実験とフェムト秒距離計測追加、

・電気標準

プログラマブル・ジョセフソン電圧標準は技術開発継続と AC/DC 標準終了の後継にインダクタンス標準追加、

・放射能標準

特定二次用加圧型電離箱の遠隔校正開発を終了し、医療用自己校正機能つき第二階層用放射線計測器追加である。

平成16年度の計画通り、遅滞なく研究を進めることができました。具体的には、

研究開発テーマ「分野1. 時間標準遠隔供給技術の開発」

GPS コモンビュー方式周波数遠隔校正システムの開発を行い、日本国内（つくば(AIST)ー大阪間、つくば(AIST)ー沖縄間）で性能評価を実施した。その結果、シングルチャネル方式受信機では、1日平均で $1 \times 10^{-12}$ 、マルチチャネル方式受信機では、 $5 \times 10^{-13}$ 以内の不確かさで周波数遠隔校正が実施できることを明らかにした。

同実測値に加え、各種誤差要因に起因する不確かさの大きさの評価を行い、実測値の根拠を明らかにした。

研究開発テーマ「分野2（1）. 長さ標準供給遠隔供給技術の開発：波長」

通信帯の安定化レーザと光周波数コムを組み合わせた光周波数計測システムを使って通信帯での安定化レーザの校正業務が行えるように準備をした。通信帯の C バンドいっぱい広がるアセチレン分子の多くの回転線が通信帯での波長基準として利用できるように、安定化レーザのリストに登録されている P（16）線との周波数間隔測定にモード同期ファイバレーザを利用した。

昨年に引き続き実験室内で10km の光ファイバを用いて光周波数コムの伝送実験を行っており、周波数測定の比較など、より定量的なデータ蓄積を目指している。

研究開発テーマ「分野2（2）. 長さ標準遠隔供給技術の開発：光ファイバ応用」

光通信帯1.55 $\mu\text{m}$  の ASE 低コヒーレンス光源と簡易型近赤外光波干渉計を試作して長さ測定に取り掛かり、103km 長の光ファイバを用いた実験室内実験において、呼び寸法50mm のブロックゲージを65nm のばらつきで測定できた。また、実際に敷設されている情報通信用光ファイバ網を利用した実証実験を行い、茨城県土浦市と千葉県柏市の間で、約47km の光ファイバを通して呼び寸法100mm のブロックゲージの遠隔校正を行った。実際の光ファイバ網でも良好な干渉縞が測定でき、測定のばらつきは約90nm であった。

本年度より、フェムト秒パルスレーザによる光コムのモード間ビート（周波数標準にトレーサブル）を利用した光波距離計の開発を開始した。装置の可搬性を進めるために、実験機を改良し、光源をファイバ入力にするとともに、屈折光学系を用いることにより小型化を図り、評価を行った。その結果、位相測定器や評価系の誤差にのみ制限され、周期誤差のない高精度測定を実現した。さらに、その成果を用いて実用機プロトタイプの開発に着手した。企業との共同研究により、光学系と位相測定のための電気系の設計を行い、実際に A4サイズの可搬型試作機を作成した。また、遠隔校正法の調査を行い、光ファイバによる光コム伝送と、GPS による基準クロックを使用する2通りの方法について検討した。

研究開発テーマ「分野3. 電気標準遠隔供給技術の開発：直流」

窒化ニオブを電極素材とするジョセフソン素子を約33万個集積したプログラマブル・ジョセフソン電圧標準素子を作製し、周波数16GHz のマイクロ波を照射することにより9K において約8V の電圧を発生させることに成功した。また、プログラマブル・ジョセフソン標準を精密に評価するために、4.2K（液体ヘリウム中）で0.9V の電圧を発生させ、現行の国家標準としてのジョセフソ

ン電圧標準と比較した結果 $4.3 \times 10^{-9} \text{V}$  以内で一致していることを確認して国際会議 CPEM 2004に報告した。研究開発テーマ「分野 3. 電気標準遠隔供給技術の開発：交流」

インダクタンス測定システムにおいて、中心的役割を果たす「同軸スキャナ」のプロトタイプ機の開発に成功した。また、Lab View を用いた自動測定プログラムの開発にも着手し、初期バージョンの開発を完了した。開発したプロトタイプ機およびプログラムソフトの動作確認を行なったところ、良好な結果を得た。

研究開発テーマ「分野 4. 放射能標準遠隔供給技術の開発」

複数の機関の所有する医療用放射能測定装置について、日本アイソトープ協会（岩手県）と放射線医学総合研究所（千葉県）において、核医学診断に用いられる短半減期の F-18を用いて遠隔校正実験を行った。放射性ガス絶対測定システムを整備し、国際比較にも対応できるようにした。また、荷電粒子測定装置用仲介面線源を作製し、日本アイソトープ協会の所有する特定二次標準器（荷電粒子測定装置）の校正を遠隔校正システムを用いて行った。これにより、移動困難な特定二次標準器を遠隔的に校正することができた。

【分野名】標準

【キーワード】GPS コモンビュー、光周波数コム、モード同期ファイバレーザ、光ファイバ、フェムト秒パルスレーザ、ジョセフソン電圧、インダクタンス、同軸スキャナ、医療用放射能、放射性ガス絶対測定、仲介面線源

【研究題目】革新的温暖化対策技術プログラム 内部熱交換による省エネ蒸留技術開発

【研究代表者】中岩 勝（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】中岩 勝、大森 隆夫、遠藤 明、山本 拓司、岩壁 幸市、徳橋 頼子

【研究内容】

蒸留プロセスは種々の分離プロセスの中でも特にエネルギー多消費型であり、化学産業の全熱使用量の40%が蒸留プロセスで使われている。内部熱交換型蒸留塔（Heat Integrated Distillation Column、略称HIDiC）は蒸留塔を2つの部分（濃縮部と回収部）に分割し、濃縮部の操作圧を回収部より高くして温度レベルを逆転させて結合し、濃縮部で取り去る熱量を直接回収部に供給することが可能とする技術である。これにより圧縮機動力を一次エネルギー換算で30%以上の省エネルギーが期待できる。本年度は3成分以上の多成分系の蒸留分離において、前年度までに開発したトリダイアゴナルマトリクス法を発展させたシミュレータを用いて平成16年度建設したパイロットプラントへ適用される12成分

系混合物に対して還流比、圧縮比、伝熱面積などをパラメータとする定常状態モデルの特性を検討した。凝縮器の厳密モデルと液レベルの圧力に対する影響を考慮したモデルを組み込んだ蒸留塔の動的モデルを用い、凝縮器と還流槽の位置関係により、プロセスの動特性および制御性が異なること、および制御性能が制御系のペアリングにより影響されることを明らかにした。さらにプラントの設計が制御性に与える影響を定量的に評価し、制御性を考慮して内部熱交換型蒸留塔を設計する手法の確立を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、蒸留、内部熱交換、プロセス制御、地球温暖化

【研究題目】高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム 次世代半導体材料・プロセス基盤（MIRAI）プロジェクト

【研究代表者】廣瀬 全孝

【研究担当者】河村 誠一郎、金山 敏彦、鳥海 明、堀川 剛、森田 行則、宮田 典幸、右田 真司、太田 裕之、水林 亘、玄 一、北條 大介、吉川 公麿、清野 豊、秦 信宏、吉野 雄信、高木 信一、金山 敏彦、多田 哲也、西澤 正泰、前田 辰郎、水野 智久、Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、寺澤 恒男、廣島 洋、権太 聡、富江 敏尚、屋代 英彦、黒澤 富蔵、林 景全、森脇 大樹、樋口 哲也、高橋 栄一、河西 勇二、関田 巖、岩田 昌也、坂無 英徳、村川 正宏、梶谷 勇、他

【研究内容】

45nm 技術世代以細の極微細な半導体集積回路に必要な、高誘電率ゲート絶縁膜材料・計測・解析技術、及び低誘電率層間絶縁膜材料・計測・解析技術を中心として、将来のデバイスプロセス技術に必要なリソグラフィ関連計測技術、デバイス回路構成技術、及びトランジスタ形成に必要な技術等を開発することを目的とする。

本年度は、プロジェクト第2期の開始年度に当たり、新たに目標を再設定すると共に、関連するコンソーシアムや参加企業の協力を得てインテグレーション課題の抽出とその解決を図ることにより、産業界への速やかな技術移転を行うことを目標とした。

① 高誘電率（High-k）ゲート絶縁膜材料・計測・解析技術

High-k ゲート絶縁膜材料として HfAlON 膜を用いた MOSFET で、ゲートリーク電流低減と高い電子移動度を達成した。High-k 絶縁膜上のフルシリサイドゲート電極においてはフェルミレベルピニングが大きい

な課題であるが、金属原子と Si 原子の組成比の制御で、ピニング量を制御可能なことを見出し、仕事関数制御の目処を得た。

② 低誘電率層間絶縁膜材料・計測・解析技術開発

環状シロキサン蒸気を用いた気相での処理により、多孔質シリカ Low-k 材料の機械強度を2倍に改善すると共に、プラズマエッチングや化学機械研磨などの配線形成プロセスによる材料劣化を回復させる技術を開発し、世界で初めて開発した。銅メッキプロセス等、薬液を使用するプロセスによる多孔質材料の性能劣化の解決策を新たに発見し、銅配線実現に見通しを得た。

③ 将来のデバイスプロセス基盤技術開発

(1) トランジスタ構成材料計測解析技術の開発

開発した200ミリひずみ SOI ウェーハを用いて、ゲート長70 nm の微細ひずみ SOI MOS トランジスタを作製し、14%の電流駆動力向上を確認した。また、パターン加工した圧縮ひずみ SiGe 層のひずみ緩和がパターン端から進行することを利用する新しい一軸ひずみ SiGe チャンネル構造を開発し、1.8倍の駆動力増大を得た。

(2) ウェーハ・マスク関連高精度計測技術の開発

これまでに開発した波長199nm の連続出力深紫外光源とこの波長に対応した高速センサーをマスク欠陥検査装置に組み込み、マスク上にある大きさ30nm までの欠陥検出に成功した。また、EUV 光を用いた多層膜マスクブランクス検査技術については、高さ2nm の位相欠陥検出に成功した。原子間力顕微鏡により寸法計測精度 $3\sigma < 0.5\text{nm}$  を実現した。

(3) 回路システム技術の開発

通信応用に用いるガロア体演算用 LSI において、遺伝的アルゴリズムを用いた製造後調整を行うことにより、世界最高速度を達成した。また、トランジスタモデル HiSIM のパラメータフィッティングに、遺伝的アルゴリズムを用いた自動パラメータ抽出技術を適用し、1/7の作業時間短縮と1%以内の合わせ込み誤差低減を達成した。

[分 野 名] 情報通信

[キーワード] 高誘電率材料ゲートスタック技術、低誘電率層間絶縁膜、ひずみ SOI トランジスタ、リソグラフィ、寸法計測用原子間力顕微鏡、製造後適応調整、遺伝的アルゴリズム

[研究 題目] ナノテクノロジープログラム (ナノマテリアル・プロセス技術) ナノ機能合成技術

[研究代表者] 横山 浩 (ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 阿部 修治、針谷 喜久雄、下位 幸弘、川本 徹、川畑 史郎、小林 伸彦、Huai Ping、Bidisa Das、寺倉 清之、

三上 益弘、都築 誠二、尾崎 泰助、篠田 渉、吉田 孝史、John A. Dagata、Perez-Murano、Francesc、時崎 高志、秋永 広幸、眞砂 卓史、高野 史好、Sun Zhi-gang、渡辺 晋、池津 武、徳本 洋志、川西 祐司、鈴木 靖三、園田 与里子、矢田部 哲夫、舩木 敬、名川 吉信、金里 雅敏、徳久 英雄、小山 恵美子、内藤 泰久、中村 徹、Deng Huihua、堀川 昌代、宮本 静子、石田 敬雄、綾 信博、瀬戸 章文、平澤 誠一、折井 孝彰、菅原 孝一、古賀 健司、井上 尚志、松岡 芳彦、【住友化学株式会社】石飛 昌光、【エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社】安武 正敏、渡辺 和俊、安藤 和徳、鹿倉 良晃、倉持 (今井) 宏美、

【富士通株式会社】田中 厚志、清水 豊、大島 弘敬、

【大阪大学】笠井 秀明、

【東京大学】尾嶋 正治、岡林 潤、

【高エネルギー加速器研究機構】

小野 寛太、久保田 正人、

【筑波大学】押山 淳、白石 賢二、岡田 晋、

【東北大学多元物質科学研究所】

岡 泰夫、村山 明宏、西林 一彦、

【東北大学電気通信研究所】白井 正文、三浦 良雄、

【筑波大学】村上 浩一、牧村 哲也、

大成 誠之助、深田 直樹、

【金沢大学大学院】大谷 吉生、

【富山大学】Tatiana Zolotoukhina、

【大阪大学】森川 良忠

【研究 内容】

○【目標 1】大規模ナノ構造体の安定構造を予測するシミュレーション技術を開発し、単分子膜や液晶への適用を通してその有効性を実証する。(住友化学(株)との共同研究)

【成果 1】これまでに開発した高精度・高速ナノシミュレーション技術を応用し、親水性自己集合分子膜の特異な界面構造を解明し、液晶の温度相変化をシミュレートした。

○【目標 2】ナノ構造の電子状態や物性などを解析するための第一原理電子状態計算手法を具体的な系に適用し、実験との比較を通してその有効性を実証する。

【成果 2】第一原理計算法を用いて分子センシングのためのナノ材料の構造と機能の理論予測を行い、実証実験へのフィードバックを行った。

○【目標3】超高磁場応答ナノ構造磁性体材料からなる磁場センシング用プロトタイプ素子を作製し、その特性を評価する。(富士通(株)、東京大学との共同研究)

【成果3】最終目標達成のために素子作製プロセスを最適化した。

○【目標4】高スピン偏極機能材料ヘテロ構造で1%以上のスピン注入現象を実証する。(東北大学電気通信研究所、多元物質科学研究所との共同研究)

【成果4】最終目標を達成後、更に高いスピン注入を行うという目標を定め、特に半導体中におけるスピン偏極電子の伝導を制御する方法について開発を行った。

○【目標5】局所スピン分光計測を可能とする、ナノ構造磁性体評価装置の開発を行う。(エスアイアイ・ナノテクノロジー(株)、富士通(株)、高エネルギー加速器研究機構、東京大学との共同研究)

【成果5】平成16年度にプロセスを最適化して開発した走査型磁力顕微鏡の空間分解能が10nmを越えていることを実証した。[150%目標達成]

○【目標6】ナノギャップ電極に導入可能な分子サイズを有し、表面結合性基と、水素結合性や配位結合性のレセプター部とを分子鎖上に有する、 $\pi$ 電子共役性の機能分子を構築する。また、電気計測系の高感度化をさらに進め、 $\pi$ 電子共役性分子の単一分子伝導性を反映した電気信号の検出を実現する。

【成果6】核酸塩基認識ゲートと導電性ワイヤならびに電極への接合部位を複合化した機能分子を、理論的検討をもとに設計し合成した。溶液中において種々の塩基との結合ならびに大きな電子状態変化の確認に成功した。金表面上に錯形成可能な機能分子を導入し、プロトンや金属イオン捕捉による膜厚等の性状変化、XPSスペクトル変化ならびに表面電位の変化の観察に成功した。5ナノメートルのギャップ電極の集積チップを、再現性良く製造する手法を開発した。この電極を備えた微小電気計測系を構築し、種々の導電性機能分子について電気計測を開始し、単一分子伝導機構の理論的理解につながる基礎的電気特性の評価を開始した。

○【目標7】ナノ構造形成のための走査プローブ陽極酸化法の機構解明と高精度プロセス制御を目指し、プローブ電流測定系を利用した加工システムを構築して最終目標に向けて条件を探る。また、磁性材料等に対して高精度加工が可能となるプロセス・条件を探る。

【成果7】カーボンナノチューブ探針に対する最適な加工条件を求めて加工精度を高めるとともに、高精度ステージの精密制御によって、加工幅15nm、加工長1 $\mu$ m当たりの位置精度1nmを達成した。また、AFM像とプローブ電流像の比較から、加工幅に大きな影響を与える水メニスカスの直径を $\sim$ 20nmと見積もった。プローブ電流が酸化物体積に対応することから、ラスタスキャン法との組み合わせで3次元的加工が可能であることを示した。

○【目標8】レーザーアブレーションにより、粒径5-20nmのヘテロ構造粒子をサイズ・組成を厳密に制御しつつ作製するプロセスを開発し、粒子のサイズ・構造と磁気的特性の相関の一部を解明する。

【成果8】磁性金属系複合構造粒子を、内核部：外殻部の体積、結晶性や、組成等を制御しつつ作製できることを示した。プラチナ合金/酸化物系コア・シェルナノ粒子を作製して、複合構造に由来した交換相互作用に起因する特異な磁気特性を確認した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノシミュレーション、ナノスピントロニクス、分子センサー、プローブ陽極酸化加工システム、ナノ加工レーザープロセス

【研究題目】二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発 最適モニタリング設計技術に係る先導研究

【研究代表者】當舎 利行

【研究担当者】當舎 利行、石戸 恒雄、杉原 光彦、楠瀬 勤一郎

【研究内容】

CO<sub>2</sub>地中貯留において、CO<sub>2</sub>の注入時やその後の挙動を予測し、最も費用対効果が期待できる方法によるモニタリング技術開発を目標とする。この目標に対し、本先導研究では流体流動シミュレーションならびにシミュレーション結果と重力、比抵抗などの物理探査データを直接的に結びつけるポストプロセッサを用いてCO<sub>2</sub>の注入時やその後の挙動を予測する研究開発を実施する。今年度は、研究の最終年度に当たるため、ポストプロセッサに関する研究、物理探査データ取得のためのフィールド調査のとりまとめを行うとともに、全体のとりまとめを実施した。ポストプロセッサは物理探査によって測定可能な地球物理量を流体流動シミュレーション結果から求める計算コードであり、本年度は、CO<sub>2</sub>地中貯留に適した数値モデルについて引き続き検討を行った。ドライな天然ガス・油田にアナロジーを求めたクロージャー(ドーム)構造と水溶性天然ガス田を天然のアナロジーとして求めた貯留方法の二つのモデルに関して、地質的条件や貯留能力に大きく寄与する水理因子などを検討した。物理探査データ取得のためのフィールド調査では、自然電位についてCO<sub>2</sub>地中貯留へのモニタリングとして使用可能かどうかを評価するために長期安定性の観測を実施した。また、秋田県澄川地域の浅い実験井に気体状態のCO<sub>2</sub>を圧入したときの重力や電磁気学的変化を観測した。自然電位測定では、CO<sub>2</sub>圧入による変化が昨年度に引き続き捕らえられている。CO<sub>2</sub>を圧入した帯水層では酸化還元電位の上昇が見られ、帯水層が酸化条件になっていることが判明した。

【分野名】環境・エネルギー

〔キーワード〕 二酸化炭素、モニタリング

〔研究題目〕 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 非フェノール系樹脂原料を用いたレジスト材料の開発

〔研究代表者〕 佐藤 一彦（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 一彦、清水 政男、大越 雅典

〔研究内容〕

本研究では、化学物質のリスク削減に資するエンドオブパイプ対策（排出工程での対策）として、環境負荷物質に対する削減効果が大きく、汎用性が高く、かつ安価で実用性の高い代替物質の製造及び利用に関する研究開発を行う事を目的としている。具体的には過酸化水素水溶液による直接酸化により、非フェノール系のエポキシ樹脂原料を製造する技術開発が、その研究目的である。過酸化水素を用いた直接酸化法によるエポキシ化技術の開発にあたり、本年度は非フェノール系樹脂原料としてエポキシ基とビニル基を有する2官能性モノマーである3,4-エポキシシクロヘキセンカルボン酸アリルの高効率合成を重点的に検討し、2種類の二重結合部位を有する3-シクロヘキセン-1-カルボン酸アリルの金属触媒存在下における過酸化水素水による選択的モノエポキシ化反応の基礎評価を行った。金属触媒の選択および使用量、相間移動触媒の選択および使用量、添加剤の選択、過酸化水素水濃度および使用量、反応温度、反応時間、溶媒の選択について反応条件をスクリーニングした結果、タングステン酸ナトリウム2%、硫酸水素メチルトリオクチルアンモニウム0.83%、アミノメチルホスホン酸0.67%、36%過酸化水素水1.05当量、70℃、3時間、無溶媒という反応条件において選択的エポキシ化反応が進行し、目的生成物が高収率（収率80%）で得られた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リスク削減、過酸化水素、選択酸化、レジスト材料

〔研究題目〕 クリーンな酸化剤過酸化水素を用いる選択酸化技術開発

〔研究代表者〕 佐藤 一彦（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 一彦、小笠原 徳丈

〔研究内容〕

酸化反応を含むプロセスは全化学プロセスの30%に達すると言われ、工業的に最重要である。特に精密化学品や医薬品の製造過程では、多様な官能基を有する基質の高選択的酸化が求められるため、ハロゲンを用いる方法など、いまだに環境に大きな負荷をかける酸化法が使用されている。それらの化学品は一品種あたりの生産量は小さいが、種類が莫大であるため、結果としてその製造過程から発生する廃棄物の総量は、石油化学産業全体から排出させる廃棄物の50%以上を占めると見積もられている。本課題は過酸化水素を酸化剤とし、有機溶媒も用

いない環境に優しい選択酸化技術を開発するものである。本年度は過酸化水素を用いる官能基選択酸化技術の確立を主眼として、1) アリルアルコール類に対して、アルコール部位を選択的に酸化しうる触媒系を発見した。有機溶媒を用いず、触媒は10回以上の再使用が可能であり（触媒回転数500回）、90%以上の収率、アルコールの酸化選択率100%を達成した。2) オレフィン置換6員環ケトンの官能基選択酸化に対して、ラクトンの最高収率70%、選択性80%、触媒回転数10回を達成した。3) 置換ピリジン類の選択酸化に対して N-オキシド最高収率80%、選択性50%、触媒回転数50回を達成した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 過酸化水素、選択酸化

〔研究題目〕 化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発<化学物質総合評価管理プログラム>リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析

〔研究代表者〕 中西 準子（化学物質リスク管理研究センター）

〔研究担当者〕 富永 衛、米澤 義堯、吉門 洋、東野 晴行、三田 和哲、井上 和也、堀口 文男、蒲生 昌志、小倉 勇、小野 恭子、吉田 喜久雄、岸本 充生、東海 明宏、岩田 光夫、宮本 健一、林 彬勲、石川 百合子、内藤 航、飯野 佳世子、高井 淳、井上 真智子、山本 譲司、奥 真智子、手口 直美、蒲生 吉弘、牧野 良次、孟 耀斌、小竹 真理、山口 治子、小山田 花子、篠崎 裕哉、神子 尚子、大崎 真理、安田 美香、加茂 将史、篠原 直秀

〔研究内容〕

#### 1. 研究目的

詳細リスク評価と管理対策の有効性評価のための評価手法を開発すると同時に、特にリスク管理上重要かつ緊急性ありと判断される化学物質について詳細リスク評価と管理対策の有効性評価分析を行い、この両者の結果を統合して詳細リスク評価書として公開する。また、特に重要と判断される解析ツール（プログラムソフト等）は、公開することにより研究者等による試験の使用に供することにより、より広範な対象への適用と迅速な改良を図る。

#### 2. 平成16年度の研究内容及び目標

##### (1) 暴露情報の整備及び暴露評価手法の開発

##### ① 広域大気濃度推計モデルの作成・改良

本研究開発では、化学物質の生産・使用の大部分を占める、関東地方、中京地方、関西地方、瀬戸内地方、北九州地方を対象として、それぞれの域内での化学物質の月平均大気濃度の域内分布を

推定する手法を開発する。

13年度では、産業技術総合研究所ですでに開発している関東域モデルを他地域への拡張適用を可能とするためモデルフレームの一般化を行うと共に、関西・中京地域の基礎データ（気象データ、及びグリッド排出量推計のための統計・地理情報等）の収集とデータベース化を行った。14年度は、既に完成した関東版に加えて、中京・関西地域への適用拡張と検証（年3回の大気モニタリングデータとの検証）を行った。さらに、気象情報等の基礎データの収集とデータベース化を行い、全国版の広域大気モデルの基本骨格を作成した。また、発生源及び気象データの作成、暴露解析機能の追加と強化を行った。これらの成果を基に15年度は、全国版の整備を進め、単一モデルから適用する地方を任意に選択・抽出して濃度推計等を行える形式の全国版の広域大気中分布予測モデルを作成、AIST-ADMER ver. 1.0（全国版）を公開、無償配布を開始した。

16年度は、ADMER サブグリッドモジュールの開発、移動発生源の割り振り機能の強化、操作性改善などの機能強化を図るとともに、沿道暴露人口を推定する手法を開発し、沿道暴露評価モデルシステムを構築する。

## ② 河川濃度推計モデルの作成・改良

本研究開発では、化学物質の生産・使用が集中する関東及び関西地方を対象として評価するためのモデルを開発する。

13年度は化研研において多摩川と利根川水系の月平均値推定モデルを開発した。14年度においては、関東水系、淀川水系を対象とした化学物質濃度推計モデルのプロトタイプを作成し、流量に関し、ほぼ現況を再現できる条件を整理することが出来た。15年度においては、引き続きこれら2つの日本を代表する水系を対象として、詳細リスク評価対象となっている化学物質の濃度推計を行えるモデルを構築するとともに、PRTR 制度によって報告された化学物質は移出量を入力して各水系における濃度分布を推定した。また、多摩川モデルの入出力インターフェイスのプロトタイプを構築した。

16年度は、淀川水系及び全国を対象とした河川濃度推計モデルを作成し、入出力インターフェイスのプロトタイプを構築する。

## ③ 暴露量の個人差に係わるパラメータと原単位の解析と整備

暴露量の個人差を解析するために、性別、年齢、身体的特徴、食品等摂取量、行動パターン等の原単位について個人差の情報を付加した形で解析・整理すること、及び、具体的な物質について暴露

の個人差を詳細に検討することにより、個人差パラメータのデフォルト値の提案を目的とする。

13年度は、個人暴露量に関する文献・報告書を収集して、暴露量の個人差、及び大気・水・米の摂取量の個人差について解析を行い、暴露の個人差、及び、大気、水、米について摂取量の個人差の因子解析とデフォルト値の検討を行った。14年度では、有害大気汚染物質の個人モニタリングによる住民の暴露量の調査を実施するとともに、暴露係数（呼吸と水摂取）に関する文献および報告書を広く収集・解析することにより、日本人での化学物質への暴露の個人差、及び、大気、水、米について摂取量の個人差の因子解析とデフォルト値の検討を13年度に引き続き行った。15年度は、有害大気汚染物質の個人モニタリングによる住民の暴露量の調査を実施するとともに、日本人での化学物質への暴露の個人差、及び、大気、水、米について摂取量の個人差の因子解析とデフォルト値の検討を14年度に引き続き行った。

16年度は、これまで収集してきたデータを体系的に整理し、暴露係数ハンドブックとして一般公開を目指す。また、個人差と損失余命によるリスク計算を簡便に行うためのソフトウェア、リスク計算機を開発する。

## (2) リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析

### ① クロスメディアアプローチによる環境媒体と摂取媒体中濃度の解析手法の開発

人と生態系への様々な環境媒体を経由した暴露を評価するため、環境媒体間の化学物質の移行（クロスメディア）を組み入れた暴露評価モデルを開発し、それを基に様々な経路からの暴露量を解析・評価することを目的とする。

13年度は沿岸生態系評価モデルを開発の対象とし、流動モデルと生態系モデルを組み合わせ、海水-底質間のクロスメディア輸送を組み込んだ沿岸域濃度評価プロトタイプモデルを完成した。14年度は、13年度に開発したプロトタイプを基にして、沿岸域の化学物質濃度評価モデルのプログラム化を行うとともに、モデル計算に必要な海域生態系パラメータの収集・解析とモデルへの組み込みを行い、さらに入出力インターフェイスを開発した。15年度は、これらを基に沿岸生態系モデルとして完成し、AIST-RAMTB ver1.0として公開した。

16年度は、既存調査データを用いて解析・検証を行い、その結果を踏まえて、モデルとインターフェイスやデータ処理部分の改良を行う。

### ② リスク管理対策の社会経済分析手法開発

候補となる複数のリスク管理対策（代替案）の

効率評価のため、各種有害影響による損失余命、支払意思額、生活の質に基づく便益分析、支払意思額に基づく費用便益分析等の社会経済分析手法の開発を目的とする。

13年度は、死亡リスク削減に対する支払い意思額についてインターネットモニターによるプレテスト及び対面調査による本調査を実施し、リスク削減への支払い意思額及びそれに影響を与える因子について調査・解析を行った。また、非死亡影響については、文献調査とアンケートのプレテストを通して、「生活の質」指標を用いて定量的に評価する手法を検討した。14年度は、コンジョイント分析を用いて、リスクの種類、年齢、リスク認知などの属性の違いが支払い意思額に与える影響を同時に推計する手法を開発し、対面調査によってその有効性を確認した。15年度は、この手法を非死亡影響について適用するとともに、時間得失法や標準儲け法などの医療経済学で用いられる手法を用いた結果を比較した。

16年は、引き続きリスク削減への支払い意思額を非死亡影響について適用するとともに、時間得失法や標準儲け法などの医療経済学で用いられる手法を用いた結果と比較する。

### ③ 詳細リスク評価書の作成

化学物質リスク評価・管理に係る各種公開文献情報を、インターネット等を通し広範囲に検索・収集・解析することにより、詳細リスク評価対象化学物質とその代替物質等に係るデータの収集・解析を行い、詳細リスク評価のための基礎資料とする。

13年度は、2物質（カドミウム、1,3-ブタジエン）についての詳細リスク評価書を、2物質（ノニルフェノール、トルエン）についての暫定版詳細リスク評価書の作成を行った。さらに、4物質（トリブチルスズ、コプラナーPCB、鉛、ジクロロベンゼン）についても詳細評価書作業を行った。14年度においては、1,3-ブタジエンについて外部有識者によるレビューをかけるとともに、詳細リスク評価書 ver1.1として公開した。15年度においては、4物質を含む8物質（トリブチルスズ、コプラナーPCB、鉛、ジクロロベンゼン、塩素化パラフィン、フタル酸ジエチルヘキシル、ジクロロメタン、1,4-ジオキサン）について暫定詳細リスク評価書を作成した。

16年度は、1,3-ブタジエンの改訂版詳細リスク評価書を作成、公開するとともに、カドミウム、ノニルフェノール、トルエン、トリブチルスズ、コプラナーPCB、鉛、ジクロロベンゼン、塩素化パラフィン、フタル酸ジエチルヘキシル、ジクロロメタン、1,4-ジオキサンについて詳細リスク

評価書を作成、公開する。また、ビスフェノールA、アクリロニトリル、塩ビモノマー、アルコールエトキシレート、TBT 防汚物質について暫定版詳細リスク評価書を作成する。さらに、ベンゼン、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、6価クロム、ニッケル、クロロホルムについても詳細リスク評価作業を行う。

### ④ 詳細暴露・リスク解析手法プログラムの整備と試験的公開

本プロジェクトで開発した評価手法等を一般に使用しやすいソフトウェアとし、プロジェクト内での評価作業での使用の簡便化を図ると共に、プロジェクトの成果として広く一般への普及を図る。

13年度では、広域大気暴露評価モデル（関東地域）（AIST-ADMER）の Window GIU を用いたユーザーインターフェイスα版のプロトタイプを完成し、試用による動作確認を行った。また、技術講習会を開催し、モデルの広報を図ると同時に、普及・改良等への課題の把握を行った。この結果に基づき14年度では、広域大気濃度推計モデルの関東版 AIST-ADMER ver. 0.8βを10月1日から公開、無償配布を開始した。15年度は全国版の広域大気中分布予測モデルを作成、AIST-ADMER ver. 1.0（全国版）を平成15年8月26日から公開、無償配布を開始した。沿岸生態系モデルを作成し、AIST-RAMTB ver1.0として平成15年12月1日に公開した。さらに、化学物質のリスク評価教育用ソフトウェア Risk Learning ver1.0を平成15年12月15日に公開した。

16年度は、関東水系の河川濃度推計モデルを公開し、全国版モデルの完成に向けて活用する。また、暴露係数ハンドブックについても、試験的公開を行う。

## 3. 16年度研究成果

### (1) 暴露情報の整備及び暴露評価手法の開発

広域大気中分布予測モデルについては、16年度は、ADMER の基本グリッド間隔である5×5km 以下の濃度分布を推定する機能（サブグリッドモジュール）の開発、移動発生源の割り振り機能の強化、操作性改善などの機能強化を図るとともに、沿道暴露人口を推定する手法を開発し、沿道暴露評価モデルシステムを構築した。また、AIST-ADMER ver1.0 の英語版を作成した。

河川濃度推計モデルについては、15年度においては、引き続き2つの日本を代表する水系を対象として、詳細リスク評価対象となっている化学物質の濃度推計を行えるモデルを構築するとともに、PRTR 制度によって報告された化学物質は移入量を入力して各水系における濃度分布を推定した。また、多摩川モデルの入出力インターフェイスのプロトタイプ

を構築した。16年度は、淀川水系及び全国を対象とした河川濃度推計モデルを作成し、入出力インターフェースのプロトタイプを構築した。

暴露量の個人差に係わるパラメータと原単位の解析と整備については、16年度は、これまで収集してきたデータを体系的に整理し、暴露係数ハンドブックとして一般公開を目指す。また、個人差と損失余命によるリスク計算を簡便に行うためのソフトウェア（仮称：リスク計算機）を開発した。

(2) リスク評価、リスク評価手法の開発及び管理対策のリスク削減効果分析

クロスメディアアプローチによる環境媒体と摂取媒体中濃度の解析手法の開発については、15年度は、沿岸生態系モデルとして完成し、AIST-RAMTB ver1.0として公開した。16年度は、既存調査データを用いて解析・検証を行い、その結果を踏まえて、モデルとインターフェイスやデータ処理部分の改良を行うとともに、伊勢湾モデル RAMIB を開発した。東京湾モデル RAMTB および伊勢湾モデル RAMIB の利用マニュアルを作成した。同時に、様々な条件で計算を行い、UNIX 上のモデル結果と比較検討し、結果の信頼性の検証を行った。

リスク管理対策の社会経済分析手法開発については、15年度は、この手法を非死亡影響について適用するとともに、時間得失法や標準賭け法などの医療経済学で用いられる手法を用いた結果を比較した。16年度は、引き続きリスク削減への支払い意志額を非死亡影響について適用するとともに、時間得失法や標準賭け法などの医療経済学で用いられる手法を用いた結果との比較検討を行った。

詳細リスク評価書の作成については、15年度においては、5物質（トリブチルスズ、コプラナーPCB、鉛、塩素化パラフィン、フタル酸ジエチルヘキシル）について暫定詳細リスク評価書を作成した。16年度は、1,3-ブタジエンの改訂版詳細リスク評価書を作成、公開するとともに、カドミウム、ノニルフェノール、トルエン、トリブチルスズ、コプラナーPCB、鉛、ジクロロベンゼン、フタル酸ジエチルヘキシル、ジクロロメタン、1,4-ジオキサンについて詳細リスク評価書を作成した。

詳細暴露・リスク解析手法プログラムの整備と試験的公開については、15年度は全国版の広域大気中分布予測モデルを作成、AIST-ADMER ver. 1.0（全国版）を平成15年8月26日から公開、無償配布を開始した。沿岸生態系モデルを作成し、AIST-RAMTB ver1.0として平成15年12月1日に公開した。さらに、化学物質のリスク評価教育用ソフトウェア Risk Learning ver1.0を平成15年12月15日に公開した。16年度は、関東水系の河川濃度推計モデル ver. 0.8を9月1日に公開した。さらに、AIST-

ADMER（全国版）の日本語改良版と英語版を1月6日に公開、無償配布を開始した。

【分野名】 環境・エネルギー分野

【キーワード】 化学物質、暴露評価、リスク評価、広域大気濃度推計モデル、ADMER、河川濃度推計モデル、沿岸生態系モデル、Risk Learning、詳細リスク評価書

【研究題目】 太陽光発電技術研究開発 革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発 有機薄膜太陽電池の研究開発

【研究代表者】 八瀬 清志（光技術研究部門）

【研究担当者】 齊藤 和裕、原 浩二郎、吉田 郵司

【研究内容】

従来の技術とは異なる太陽電池やシステム技術等、大幅な低コスト化の可能性を持った要素技術の開発として、有機薄膜太陽電池に関して太陽電池に適した有機半導体材料とその製膜方法およびセル構造を開発することにより、エネルギー変換効率5%以上を目標として、有機薄膜太陽電池の性能向上の可能性を見極める。

n 型の有機半導体では高性能なものが得られていなかったが、フラレーン C60に Mg をドーピングすることによって n 型半導体特性が大きく改善されることを見出した。光電変換層拡大のためには、C60と p 型分子である亜鉛フタロシアニン (ZnPc) の共蒸着層を真性半導体 i 層として用いた p-i-n 積層型セルとすることが有効であった。Mg ドープは ZnPc に対しては性能悪化をもたらすため、p-i-n 積層型セルにおいてはバッファ層を用いたドープ量制御を行う必要があった。また、光電変換層となる i 層の膜厚を増加させることによって光の利用効率が改善し、Isc が増大する傾向がみられた。しかし、FF は逆に悪化する傾向を示し、i 層膜厚に対する Isc と FF はトレードオフの関係にあることがわかった。そのため、エネルギー変換効率が最大となる i 層膜厚が存在することが明らかとなり、ZnPc:C60においては15nmであった。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 有機薄膜太陽電池、有機半導体、フラレーン、フタロシアニン

【研究題目】 二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業 製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発 インパクト等 LCA の研究開発

【研究代表者】 伊坪 徳宏

【研究担当者】 本下 晶晴、盧 在成、田原 聖隆、朴 弼柱、匂坂 正幸

【研究内容】

目標：

LCA プロジェクトにおける研究成果を継承しつつ、

現在 LCIA 手法に求められる最優先事項に対応すべく、以下の内容に関する調査研究を実施することとした。

〔課題1〕主要影響領域を対象とした被害係数と統合化係数の不確実性分析

〔課題2〕全国無作為抽出法に基づいた社会的合意性の高い統合化係数の開発

〔課題3〕騒音、室内空気質を対象とした特性化係数、被害係数、統合化係数の開発

計画：

〔課題1〕土地利用、酸性化、生態毒性、地球温暖化を対象とした被害係数の不確実性分析を実施し、感度分析結果から最終結果との相関の高いパラメータを抽出する。

〔課題2〕無作為抽出調査のプレテストを行って、質問票の問題点の抽出および解決を図る。

〔課題3〕室内空気質と騒音の被害係数を開発する。

進捗状況：

〔課題1〕土地利用、酸性化、生態毒性、地球温暖化に寄与する被害係数の不確実性分析を実施し、不確実性の程度について計量したほか、感度分析の実施により被害係数の不確実性に大きく寄与している変数を特定した。当該分析結果から、各被害係数の不確実性の程度とその確率分布の形状と統計量について特定することができた。また、感度分析結果より、多数の変数(変数の数は被害係数の種類によって異なる)の中から最も重要なパラメータを特定することができた。

〔課題2〕全国無作為調査に基づく統合化係数の算定のためのプレテストとして、無作為抽出法に基づいた面接調査を実施し、当該回答結果に基づいた統計分析を行った。分析の結果、少数のサンプル数であったものの、全ての属性について統計的に有意な結果を得ることができたことから、回答者は調査票の意味を理解した上で回答者自身の意思を示すことが可能であることが示唆された。

〔課題3〕室内空気質大気汚染を新規影響領域として組み込み、TVOC、ホルムアルデヒド、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>を対象としたダメージ関数の開発を行った。室内濃度の推計、濃度上昇による疾病リスクの増加、損失余命への変換を通じて、VOC等のダメージ関数を求めた。VOCの暴露による主な疾患としてシックハウス症候群を取り上げ、医者パネルの協力を得て、D-Rの構築と損失余命の変換作業を行うことを可能にした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕LIME、LCIA、不確実性分析、環境影響統合化手法、騒音、室内空気汚染

〔研究題目〕二酸化炭素削減等地球環境産業技術研究開発事業 地球環境産業技術に係る先導研究 温室効果ガス代替物質の革新的製造技術開発に関する先導研究

〔研究代表者〕関屋 章(環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕田村 正則、権 恒道、松川 泰久、

水門 潤治、楊 会娥、徳橋 和明

〔研究内容〕

目標：

温暖化効果が低く、環境影響負荷も低い HFC (あるいは HFE) は、温室効果ガス代替物質として実用化が進んでいるが、発泡剤分野など、代替物製造法の効率化が必ずしも十分でなく導入の遅れている分野もある。一方、これらの代替物はフッ素化学工業製品の原料としても重要な位置を占めている。そこで、これら代替物のより効率的な製造法の開発、さらに、性能に優れ、環境影響負荷の低く安全な新規代替物の開発を目指し、その基盤技術の開発を行う。

研究計画：

多孔性触媒担体とこれをベースとしたフッ素化触媒を検討し、代替物である HFC、HFE 合成への応用を検討して触媒の性能、寿命の向上を目指す。さらに、HFE の効率的で環境影響負荷が低い新規合成法の検討、代替物の高精度な評価データの蓄積を進める。

本年度進捗状況：

気相フッ素化触媒として用いられている多孔性フッ化クロムについて検討し、従来と比較して二倍以上の表面積を持つ多孔性フッ化クロムを得ることができ、これが HFC-32 合成のフッ素化触媒反応として優れた活性を示すことがわかった。また、種々の多孔性金属フッ化物のフッ素化反応への応用を検討し、多孔性金属フッ化物単体では触媒活性が低いが、五フッ化アンチモンを担持することにより触媒活性が向上することがわかった。

洗浄用途代替物である HFE の合成法としてフルオロアルケンとアルコールとの付加反応を検討し、パラジウム触媒を用いることにより、温和な中性条件下で、副反応がなく、高収率・高選択的に HFE を合成できることを見出した。また、冷媒用途の HFE の合成においてイオン性液体を溶媒に用いた検討を行い、高い収率で目的物が得られ、溶媒の再利用もできることを明らかにした。

候補化合物の評価として HFC-245fa と OH ラジカルとの反応速度の測定を行った結果、反応の活性化エネルギーは従来知られていた値よりも約40%大きく、大気寿命は11.5年であることが分かった。また、HFC-143m の燃焼速度の測定を検討し、燃焼速度はおよそ3cm s<sup>-1</sup>であることが分かった。さらに測定方法の改良を検討し、燃焼速度がより精度良く求めることができる可能性を得た。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕代替物、合成、フッ素化触媒

〔研究題目〕二酸化炭素固定化・有効利用技術等対策事業 製品等ライフサイクル二酸化炭素排出評価実証等技術開発

LCA のケーススタディ：三重県、千葉県、岩手県における LCA 手法の研究開発

〔研究代表者〕 稲葉 敦

〔研究担当者〕 匂坂 正幸、八木田 浩史、玄地 裕、  
田原 聖隆、伊坪 徳宏、本下 晶晴、  
井原 智彦、栗島 英明、池田 正基、  
楊 翠芬、志水 章夫、瀬戸山 春輝、  
佐々木 緑、遠藤 恵

〔研究内容〕

目標：

我が国は、「環境負荷最小での持続可能な社会」の実現を目指している。その実現にはライフサイクル思考に基づいて、社会全体の環境影響負荷低減に結びつく活動を行うことが重要である。本研究では、地域施策に着目し、LCA手法を展開させ、ライフサイクル的思考に基づく汎用的な地域施策の環境影響調査・評価手法を確立することを目標とする。

計画：

地域施策として、①三重県の大規模工場誘致に伴う「街づくり計画」、②千葉県のみ利用有機系廃棄物の有効利用を目指した「バイオマス立県ちば」、③岩手県での産業廃棄物処理場を核とした静脈産業創出を目的とする「第2グリーンセンター建設計画」の3つのプロジェクトを取り上げる。研究期間は、平成15年から平成17年までの3年間を予定し、各計画におけるインベントリデータ項目・収集方法・分析方法ならびに地域を考慮した環境影響評価手法の研究開発を試み、汎用化を図る。

進捗状況：

H15年度の現状環境負荷定量化を受け、H16年度は対策案の環境影響評価を行った。三重県では、街づくり計画について当初案と代替案の環境影響評価を実施した。日本版被害算定型影響評価（LIME）による比較検討により、代替案で約12%の改善が期待されると推定された。千葉県では、バイオマス再資源化施設導入検討のため解析モデルを構築した。モデルにより、山田町の家畜排せつ物処理を対象に、輸送・需給を考慮して、コストと温室効果ガス排出量を定量化していくつかの処理案を提示した。岩手県では、廃棄物処理システムの現状と対策案の環境影響評価を行った。その結果、広域処理がコスト、環境影響面で有利であることを示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 LCA、地域施策、バイオマス、廃棄物処理、まちづくり、環境影響評価

〔研究題目〕 MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクト

〔研究代表者〕 前田 龍太郎

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 小川 博文、高木 秀樹、池原 毅、  
土屋 智由、曹 俊杰、高野 貴之、  
李 成浩、安藤 泰久、三宅 晃司、  
斉藤 慶子、是永 敦子

〔研究内容〕

MEMS 材料の引張試験では、温度負荷後にチャッキングが可能である静電チャック式の MEMS 材料用引張試験装置を導入した結果、温度負荷時においても、試験片と装置の熱膨張の差による残留応力を発生させることなく、室温から200℃程度までの温度範囲において MEMS 材料の引張試験を行うことが可能となった。また、3種類の MEMS 材料引張試験片を設計し、ファンドリー1社で厚さ500nm のポリシリコン製試験片を試作した結果、ポリシリコン膜は脆性材料であるにも関わらず、3種類の試験部が壊れることなく試験片を製作することが可能となり、設計した試験片形状・寸法で試験片製作上問題がないことを明らかにすることができた。

成膜材料の機械的特性の迅速測定及び残留応力の測定では、データ取得のための成膜条件を選定し、MEMS ファンドリーにより成膜試料を作製した。機械特性の迅速測定では、レーザー誘起表面弾性波法を用いて、成膜試料のヤング率を測定した。ウェハ曲率測定による応力測定装置を導入し測定精度を確認すると共に、各種成膜材料の応力測定手順を検討した。

ドライエッチングを利用した MEMS 設計のために、各開口部幅における側壁角度、エッチングレートの測定を行った。設計を行ったマスクパターンを基に、国内 MEMS ファンドリーにおいて標準エッチング条件を用いたシリコン深掘りエッチング試作を完了した。測定はフォトレジストを用いた試料を各ファンドリーにつき1枚行い、データを取得した。

ウェットエッチングを利用した MEMS 設計のために、単結晶シリコンの<100>方向及び<110>方向へのエッチングレートを測定した。測定用フォトマスクを設計し、国内 MEMS ファンドリー3社においてエッチング試作を完了し、12条件におけるエッチングレートを取得した。

MEMS デバイスの長期動作信頼性を確保する上で重要なマイクロ疲労試験について、関連する報告の文献調査と、疲労試験チップの動作設計を完了した。疲労試験チップは内部に櫛型静電アクチュエータを内蔵し、並列・環境制御試験に対応しうるものである。

可動接点の信頼性予測手法の開発では、繰り返し荷重を与えるために走査型プローブ顕微鏡と平行ばねカンチレバーを組み合わせることで、平行ばねカンチレバーの開発を中心に研究を進めた。集束イオンビーム加工により、任意のばね定数の平行ばねカンチレバーが得られる見通しがつき、定量的な押しつけ力の評価が可能になった。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 MEMS、材料データベース、プロセスデータベース

〔研究題目〕 次世代ロボット実用化プロジェクト（プロトタイプ開発支援事業）探査型ヒュー

## マノイドロボットの研究開発

【研究代表者】横井 一仁

【研究担当者】横井 一仁、阪口 健、吉田 英一、  
有隅 仁、河井 良浩

## 【研究内容】

本研究開発は、NEDO「人間協調・共存型ロボットシステム」研究開発プロジェクトで開発されたヒューマノイドロボット HRP-2に対して、立ち姿勢における頭部、腰部、腕部、足部の遠隔操作機能ならびに歩行指令機能に、手の遠隔操作指令に基づき全身動作を自律的に生成する機能、比較的大きな未知操作力を必要とする物体遠隔操作機能および安定に膝を接地させる遠隔操作機能を統合した全身遠隔操作システムを確立することにより、探査型ヒューマノイドロボットの実現を図った。探査型ヒューマノイドロボットとは、一般人が行動可能な半未知の環境下で行動の障害となるものを避けたり取り除いたりしながら紛失物（既知物体）、不審物（未知物体）等、何らかの手段で特定された物品を探査・回収することのできる人間型ロボットである。本研究開発では、立ち姿勢における頭部、腰部、腕部、足部の遠隔操作機能ならびに歩行指令機能に、手の遠隔操作指令に基づき全身動作を自律的に生成する機能、比較的大きな未知操作力を必要とする物体遠隔操作機能および、安定に膝を接地させる遠隔操作機能を追加した「全身遠隔操作機能の開発」、人間型ロボット HRP-2のヘッドおよびハンドの改造を行った「遠隔操作人間型ロボットの開発」を行った。また、「愛・地球博」会場にて実証試験を行うため、ヒューマノイドロボット WG での議論も踏まえながらデモ運用環境を設計・構築し、詳細なデモ運用シナリオを確立し、それに基づきデモ運用環境において総合実験を行い、全身遠隔操作機能、遠隔操作人間型ロボットの有効性を検証した。

【分野名】情報通信分野

【キーワード】ヒューマノイドロボット、遠隔操作、  
愛・地球博

【研究題目】固体酸化物形燃料電池システム技術開発  
固体酸化物形燃料電池システム性能評価  
技術の開発 システム性能評価技術の開発  
（システム効率計測評価技術の研究）

【研究代表者】嘉藤 徹

【研究担当者】エネルギー技術研究部門 嘉藤 徹、  
根岸 明、加藤 健、天野 雅継、  
門馬 昭彦、本多 武夫  
計測標準研究部門 高本 正樹、  
中尾 晨一、石橋 雅裕、土井原 良次

## 【研究内容】

一般に、都市ガス等を燃料とする燃料電池システムは、燃料処理系（改質器）、燃料電池本体（セル・スタック）、インバータ（直流-交流変換器）、補機等から構成され

ており、それぞれの要素機器については、各種ガス流量・組成・温度、電力等を計測することにより、原理的には効率を計算できる。実際に直流および交流電力測定は比較的高精度で測定することが可能である。しかしながら、ガス組成・流量測定に関しては高精度で測定することが困難であり、現状、数%程度の誤差を有すると考えられている。また、都市ガス、水素の流量標準も整備されていない。

そこで本研究では SOFC システムを大幅に改造することなしに、燃料電池要素機器およびシステム全体に対し高精度に流量・組成を測定する技術を中心に効率測定技術を開発する。具体的には1~10kW のシステムについてテストベンチ（不確かさ0.5%以下）を試作、産総研内に設置するとともに、それ以上の規模の SOFC システムについてはシステム設置現場での発電効率測定を想定し、可搬タイプの効率測定器（不確かさ1%以下）の試作を行う。

また、流量標準については、大流量（100kW 以上のシステム対応）の水素流量標準を確立し、現場において校正できる可搬型のマルチノズル式校正装置を試作する。さらに都市ガスの流量標準を設定した上で標準供給のためにガスの構成成分の影響を受けにくい容積式の高精度標準移転用流量計を試作する。

平成16年度はテストベンチの試作を行った。また、重量法、トレーサー法を利用した校正方法について検討し、分析機器の校正システムを試作した。流量標準については100kW 以上のシステムに対応するため、0~1500L/min の範囲の水素標準流量が発生できるマルチノズル式移転標準器を試作した。さらに、都市ガス流量標準の設定に用いる超精密加工音速ノズルを試作した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池、高精度発電効率  
測定技術、都市ガス流量標準、水素流量  
標準

【研究題目】生活機能活用型循環産業システム創造プログラム 環境中微生物の高精度・高感度モニタリング技術の開発

【研究代表者】中村 和憲

【研究担当者】中村 和憲、鎌形 洋一、丸山 明彦、  
木村 信忠、金川 貴博、川原崎 守、  
松村 瑞穂、北村 恵子、飯塚 知子、  
野田 尚宏、白政 優子

## 【研究内容】

遺伝子操作生物の環境安全性評価等に資するため、特定微生物及び微生物相の定量解析技術の開発、特定微生物の環境影響評価試験手法の開発を行うことを目的として研究を進めている。今年度は、組換え遺伝子の消長を追跡するためのマーキング技術についてさらに検討を行った。すなわち、組換え微生物の宿主遺伝子を緑色蛍光

蛋白質で、プラスミドを赤色蛍光遺伝子で、また、導入した化学物質分解遺伝子は特異配列を有するマーカー配列を導入することによりマーキングし、組換え微生物のみならず、導入プラスミドや遺伝子の追跡も可能にした。また、組換え微生物が導入された環境の微生物相を解析するため、PCR-DGGE 法や定量 PCR 法についても検討を進め、PCR 増幅時の誤差を解消する手法の開発に成功した。モデル微生物生態系の構築については、活性汚泥を利用したモデル系に組換え微生物を投入し、組換え遺伝子を定量 PCR 法で、微生物相の変化を PCR-DGGE 法で調べた。得られた結果から、本モデル系が組換え微生物の安全性評価に利用可能であることが明らかとなった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】組換え微生物、高感度モニタリング、遺伝子検出、塩基配列解析、微生物系統分類

【研究題目】次世代ロボット実用化プロジェクト（プロトタイプ開発支援事業）構造可変モジュール型ロボットの研究開発

【研究代表者】黒河 治久

【研究担当者】富田 康治、神村 明哉、蓮尾 高志、村田 智

【研究内容】

機構と情報処理能力を備えた基本要素（モジュール）を組合わせて、多様な構造での動作と、構造の間を変形可能なモジュール型ロボットのプロトタイプを製作し、実作業を想定した総合的な動作の実験を行い、技術の検証を行うことを目的とした。具体的には、信頼性、速度、低消費電力化を考慮して、モジュール間の結合を自律的に結合・解除するための結合方式についての技術課題を解決し、変形や移動の制御手法を開発し、プロトタイプによって総合的に実証する。

予備試作によって、高速かつ低消費電力な結合機構や無線ネットワークなどの新規設計部分を評価したのち、プロトタイプのロボットモジュールを開発した。長期間のデモンストレーションを想定して、予備を含めた50台を製作した。新規設計の結合機構や、無線制御方式を含めたロボットの基本動作は、小規模な歩行ロボットの検証実験によって確認した。

また、種々の小規模な構造のロボットの移動動作と遠隔操縦、大規模な構造の変形およびそこから小規模構造の切離しを含んだ運用シナリオを設計した。それらに必要な動作手順を生成・検証するためのシミュレーション環境を構築し、変形動作を設計した。また、ロボット側に必要な分散的な制御プログラムを設計し、シミュレータ上で動作を検証した後、実機での動作確認を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】自律分散システム

【研究題目】次世代ロボット実用化プロジェクト（プロトタイプ開発支援事業）アクロバット飛行船ロボットの研究開発

【研究代表者】恩田 昌彦

【研究担当者】恩田 昌彦、松内 一雄、櫻井 隆、鷲 賢一、佐野 政明、稲葉 恵子、大谷 匡、篠原 毅、木村 善行、橋本 捷

【研究内容】

飛行船は環境に優しく安全で省エネルギー的で、地上の状況に影響されない空中ロボットとして利点が多い。しかし在来型飛行船は鈍重であり、障害物への回避能力が低く運用に限界がある。本研究では全く新しい船体バランスと推進系を導入し、宙返りも可能なほど運動性能を飛躍的に向上し船体の最小化を目指した。適用例としては監視・観測や人が容易に近づけない構造物の検査等がある。

本年度は愛・地球博で映像展示するアクロバット飛行船ロボット AAR (Aerobatic Airship Robot) の設計製作を行い、室内用 AAR と屋外用 AAR を試作した。

室内用 AAR は全長1.5m、ガス囊の最大径は0.7m、全備重量約800g、2つの在来型の方向可変プロペラを持ち、無線操縦で宙返り等の曲技飛行を約30分間できる。AAR 屋外機は全方向推進機（サイクロイダル・プロペラ）を搭載する。このプロペラはかつて海上艦船で使用されたが航空機に使われた記録はない。このプロペラの機構は複雑で航空機搭載のための課題は簡素化と軽量化で、これを実現するための制御機構を案出した。翼寸法30cm x 1m、3翅、回転直径2m のプロペラが約1.5kW のパワーで回転数4Hz で駆動され試験運転を行った。

屋外機は、ガス囊全長12m、同最大径7m、全備重量約300kg、最大出力20kW の DC モータ2基を搭載し、総重量約90kg の蓄電池で2基の全方位推進機を駆動する。鉛電池の場合は飛行時間約30分間程だが、高性能電池で飛行時間は延びる。搭載量は50～80kg であり、安全が証明されれば有人機としても飛行可能な規模である。

【分野名】情報通信

【キーワード】アクロバット、ロボット、飛行船

【研究題目】マイクロバブルの圧壊による有害化学物質の高効率分解技術の開発

【研究代表者】高橋 正好

【研究担当者】高橋 正好、高田 尚樹、竹内 浩士、忽那 周三、高橋 信行

【研究内容】

本技術開発は、マイクロバブルの圧壊を利用して、化学工場などからの難分解性の PRTR 対象物質を含む排水を実用的に処理することを目的としている。この開発は基礎的な部分を産業技術総合研究所が、実用的な部分を株式会社 REO 研究所が受け持った。3年計画の最初

である本年度は全体のベースとなる技術開発を実施して、下記の成果を得ることができた。すなわち、

- ① 排水処理に利用可能な高濃度型のマイクロバブル発生装置の開発に成功した。気泡濃度は従来排水処理で利用していた低濃度型の10倍以上の濃度である。
- ② 上記マイクロバブルの効率的な圧壊に成功した。そして、オゾンのみでなく、酸素や水素などからのフリーラジカルの生成を確認した。
- ③ 既存技術では処理が不可能なフェノール工場からの実排水を上記手法により処理することに成功した。COD が3,000mg/L 以上あったものを50mg/L 以下のレベルまで低下させ、本技術のベースを確立した。
- ④ 気相中に存在する有害化学物質をマイクロバブルの利用により効果的に水中に捕獲する技術を確立した。
- ⑤ 本技術開発の実用化時の試算を行い、コスト面での低減や設備面でのコンパクト化を数値で示した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 マイクロバブル、圧壊、排水処理、有害化学物質

【研究題目】 水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発—国際共同研究 ナノオーダー構造組織制御による高吸蔵量水素貯蔵材料の研究開発

【研究代表者】 秋葉 悦男

【研究担当者】 中村 優美子、榎 浩司、榎 浩利

【研究内容】

目 標：

燃料電池自動車への効率的な水素搭載を目指して高吸蔵量の水素吸蔵合金を開発する。高压ガスと水素吸蔵合金を組み合わせたハイブリッドタンクを想定すると、水素貯蔵量3~4質量%を目標とする。合金の高性能化にはボールミリングによるナノ構造創成と制御技術を活用する。

内 容：

水素エネルギー分野において燃料電池の実用化のためにブレークスルーが必要な水素の製造、貯蔵、輸送、安全性確保に関する技術課題に対して、いままでに類似の研究発表実績のない革新的な研究開発を本邦法人の研究者と外国人の研究者との国際共同研究による英知の融合により実施することにより、我が国水素利用技術の飛躍的な発展を図ることを目的とする。産業技術総合研究所では、ナノ構造を創成あるいは制御することで、水素貯蔵量の多い材料を開発することを目指す。

年度進捗状況：

ナノ構造を創成および制御する手法として、ボールミリング法を用い、同法でメカニカルアロイイングあるいはメカニカルグラインディングした試料の結晶構造解析、電子顕微鏡による組織観察を行った。また、本研究は海外の有力な研究機関（ケベック大学トロアリエール校

（カナダ）およびボルドー大学（仏）と国内の水素吸蔵合金製造企業である日本重化学工業（株）に再委託して、材料の創成と大量生産法の研究開発を行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素エネルギー、水素貯蔵、ナノ構造制御

【研究題目】 革新的次世代低公害車総合技術開発／新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化／革新的後処理システムの研究開発

【研究代表者】 後藤 新一

【研究担当者】 後藤 新一、篠崎 修、二瓶 光弥、小野 光晴、小淵 存、大井 明彦、難波 哲哉、浜田 秀昭、佐々木 基、羽田 政明

【研究内容】

超高压コモンレール噴射システムおよび高速応答型可変機構をキーテクノロジーとし、新燃焼方式とその超高度燃焼制御により、革新的次世代低公害エンジンシステムの開発を目指す。本研究では、HCCI 燃焼の運転領域拡大と噴霧燃焼の革新的低公害化をハードおよびソフトウェアの両面から目指すこととする。また、新燃焼方式に最適な燃料性状の検討や、燃料性状に左右されないエンジン燃焼制御技術の確立、新燃焼方式に適合した後処理技術の確立も同時に目指す。進捗として、エンジン試験の方はカムレスシステムを搭載するシリンダヘッドや超高压インジェクタ等の準備中である。また、シミュレーションによる熱交換機能と触媒が一体化したコンバータの基本的な熱伝達特性把握に関して、外注したソフトウェアにより、大きな昇温効果があることを検証した。このコンバータに組み込む CO による NOx 選択還元触媒の実用性能確認実験を開始した。その結果、WO<sub>3</sub>を添加した SiO<sub>2</sub>を担体とする Ir 触媒により、SO<sub>2</sub>非共存下でも選択還元が進行することを見出した。さらに、CO を還元剤とする NO 選択還元活性なシリカに担持したイリジウム触媒について、活性に及ぼすイリジウム構造の詳細について検討した。その結果、金属状態のイリジウムが活性であること、反応条件でのイリジウムの酸化され易さはイリジウム分散度に依存すること、したがって、高い NO 除去率を達成するためには最適な分散度が存在することがわかった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ディーゼルエンジン、予混合圧縮着火燃焼、PCI、排熱回収コンバータ、De-NOx 触媒

【研究題目】 太陽光発電技術研究開発 革新的次世代太陽光発電システム技術研究開発 大面積・集積型色素増感太陽電池の研究開発

【研究代表者】 杉原 秀樹

〔研究担当者〕 杉原 秀樹、春日 和行、北尾 修、  
佐山 和弘、小西 由也、草間 仁、  
小野澤 伸子、柳田 真利、山口 岳志、  
魏 明灯、Wang Zhong-Sheng、  
倉重 充彦

#### 〔研究内容〕

目標、研究計画：

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について実用化を想定したモジュールを構成する単セルの更なる高効率化を目指した技術開発を中心に行うとともに、大面積・集積型モジュールの高効率化に向けた基礎的知見を得ることを目標とする。具体的には、酸化チタンを代表例とする酸化物半導体電極の製造技術、増感色素としての遷移金属錯体や有機色素の設計合成、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル化等の要素技術について検討し、  
1) 光電流向上技術の開発、2) 光起電力向上技術の開発、を行う。

年度進捗状況：

平成16年度は、独自に開発したエチレンジアミンを配位子としてもつルテニウム錯体増感色素のエチレンジアミン部位の置換基構造を検討した。メチル基の導入による性能改善は、認められなかった。長波長部位に吸収をもつ色素の実現に向け、擬平面に配位部をもつ新規4座配位子を合成し、そのルテニウム錯体が増感剤として機能することを確認した。

半導体電極として独自のメソポーラス構造をもつ酸化チタン電極を調製し、膜厚に比べて大きな表面積をもつことで良好な変換効率が得られた。

光起電力向上の実現のため、ヨウ素レドックスに代わるレドックス系の探索を行った。臭素系レドックスを用い、エオシン Y などを増感剤とすることで、0.91V という大きな開回路電圧を実現したが、フィルファクターがヨウ素のレドックス系を使用したものに比べ極めて悪く、高効率の実現のためにはフィルファクターの改善が必要であることが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体

〔研究題目〕 風力発電システムの性能計測技術に関する標準化調査

〔研究代表者〕 小垣 哲也

〔研究担当者〕 阿部 裕幸、河村 俊次、鈴木 淳詞、  
吉田 哲子、鈴木 美智子

#### 〔研究内容〕

現在、国内では IEC 国際標準で規定される正確な

「風車性能試験」が実施されていない。このことから、国内に設置された風車の工学的な性能評価ができないばかりか、正確な発電量予測も行えないため、経済性評価における予測精度も極めて低い。これらの原因の一つは、IEC 国際標準で規定される「風車性能試験」を実施すべきサイト（試験実施地点）が確保されないことにある。すなわち、日本の地形は起伏が多いことから、欧州のように容易に性能試験が実施できる、一様な風が吹く平坦地の取得が困難であるためである。

複雑地形という条件のもとでも信頼できる風車性能評価手法を確立するために、複数の実サイトにおいて風況計測、風車性能計測を行うとともに、支援 CFD（計算流体力学）技術の開発・適用を行い、風洞実験等によりその有効性を検証する。さらに、実証的なデータに基づき複雑地形における性能計測手法の原案を作成し、IEC /TC88/MT12委員会において審議し、IEC 規格国際標準文書を提案することを目的とする。

日本の複雑地形を代表するサイトとして、沖縄県伊是名サイト（台風襲来地域におけるなだらかな山岳地帯）、長崎県高島サイト（孤立峰）、熊本県産山サイト（丘陵地帯）の3つの地点において風況計測を行うとともに、IEC では規定されていない新たな風車性能計測・評価手法を用いて解析を実施した。また、計測サイトにおける気流のゆがみの影響を CFD シミュレーションを援用した数値サイトキャリブレーション手法により評価し、実計測データ及び風洞実験によりその有効性を示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 風力発電、風車性能計測、IEC 標準化、複雑地形

〔研究題目〕 革新的次世代低公害車総合技術開発 次世代自動車の総合評価技術開発

〔研究代表者〕 齋藤 敬三

〔研究担当者〕 篠崎 修、櫻井 博、榎原 研正、  
瀬戸 章文、矢部 明

#### 〔研究内容〕

本研究は、ディーゼルエンジンの高い熱効率を維持し、画期的に排ガスをクリーン化する技術を開発・確立することにより、ディーゼルに関連する都市大気環境問題への懸念を払拭するとともに、運輸部門における CO<sub>2</sub>削減をはかり、地球温暖化対策に資するために、新たに開発された新燃焼方式エンジン、新燃料エンジン、革新的後処理システムなどを搭載した次世代低公害車について、排出ガス、燃費、エンジン性能などを総合的に評価することを目的とする。

次世代低公害車から排出される PM の総質量の減少に伴い、従来から用いられてきたフィルター法に代表される質量基準計測法は適用限界に近づく。従って、これらの重量測定に加え、粒子の個数計測法に基づいた総粒子数濃度や粒径分布の測定が有効であるが、このような

装置による計測法は、濃度や粒径分布の測定精度あるいは異なる原理に基づく装置の整合性に関して十分に検証されていないのが現状である。そのため、本研究では自動車排気計測における粒子形状の不整形さや化学組成のばらつき、排気に含まれる揮発性蒸気成分などの凝縮などに起因する計測時誤差要因を明らかにするとともに、PM計測における不確かさを低減した高精度な計測技術を確立することを目指す。これにより次世代低公害車からのPM排出評価に対応した個数基準計測装置において、計測装置の校正・試験における不確かさを低減した高精度な計測技術の確立を図る。平成16年度では、粒子個数濃度に対するSI単位系標準にトレーサブルな校正技術を確立するため、必要な校正・試験装置の整備を行うとともに、次世代低公害車の排気として想定される希薄PM濃度域において、PMの質量と個数濃度から得られる質量濃度計測システムの基本設計を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ディーゼルエンジン、PM計測、個数濃度、校正技術、ナノ粒子

【研究題目】ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）精密高分子技術プロジェクト 高機能材料の基盤研究開発

【中項目名】一次構造制御技術

【研究代表者】竹内 和彦（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】竹内 和彦、杉山 順一、田中 進、山下 浩、萩原 英昭、長畑 律子、荒沢 弘子、Sivan Velmathi

【研究内容】

高分子の一次構造を精密かつ任意、効率的に制御することによる高分子材料の性能向上と新機能の発現を目指し、以下の研究開発を行った。

(1) 錯体触媒による構造制御：極性基の導入によるポリオレフィンの高機能化技術の開発を目指し、極性基含有モノマーとオレフィンの共重合を検討した。ポリマー末端と鎖内部で異なる極性基を有する3元共重合を試み、ポリマー末端にアミノ基、鎖内部に水酸基を有するポリプロピレン等の精密に構造制御された共重合体の合成に成功した。また、水酸基含有ポリプロピレンの大量合成に成功し、実用化の目途を得た。

また、ヘテロ元素の規則的導入による特性向上を目指し、主にケイ素系ポリマーへの機能性基の構造規則的な導入法を検討した。ジヒドロシランとジインとの重合反応系に、トリインを架橋剤とする新規ネットワーク型含ケイ素ポリマー等を合成し、光・電子特性評価を行うとともに成形加工性を実証した。

(2) 固相重合による構造制御：縮合系高分子の新しい環境調和型重合プロセスの開発を目指し、従来のホスゲン法に代わる酸化的カルボニル化法によるポリカーボ

ネート（PC）の効率的合成法について検討した。今年度は、金属原子を高分散・安定に保持するヒドロキシapatite（HAP）を担体としたパラジウム固定化錯体触媒（Pd/HAP）を調製し、PC合成のモデル反応であるDPC合成でその触媒特性を検討した結果、本触媒系が実用プロセスに充分な高い活性・選択性を示し、本プロセス実用化の目途を得、プロジェクトの目標を達成した。

また、固相重合によるポリマーの構造制御法として、縮合重合反応の新しいエネルギー源としてマイクロ波の応用を試み、コハク酸および1,4-ブタンジオールの直接重縮合反応について検討した。マイクロ波加熱法は、従来法に比べ10倍以上の反応速度で高分子量体を生成することを見いだすなど、マイクロ波照射法が縮合系高分子の新しい省エネ・低環境負荷型製造プロセスを創成する可能性を示した。

(3) 分岐構造制御：主鎖構造を多分岐型とすることによる高分子の機能・性能の向上を目指し、トリフェニルアミン系π共役型多分岐ポリマーの効率的合成法について検討した。トリス（4-ブロモフェニル）アミンと、p-ジビニルベンゼンとの直接カップリング反応により多分岐ポリマー（ $M_w=5.1 \times 10^3$ ）を合成できた。このポリマーは種々の有機溶媒に可溶で電気化学的に活性であることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】一次構造制御、極性基含有ポリオレフィン、ヘテロ元素ポリマー、酸化的カルボニル化、ポリカーボネート、ポリ（ブチレンサクシネート）、多分岐高分子

【研究題目】水素安全利用等基盤技術開発

【中項目名】水素に関する共通基盤技術開発 熱電式水素センサの研究開発

【研究代表者】村山 宣光

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】申 ウソク、松原 一郎、伊豆 典哉、崔 永樹

【研究内容】

水素スタンドの設置機器の耐久性や安全性確保技術として、漏洩水素の検知技術等の開発が要求される中、本研究開発では水素供給スタンド等での水素ガス漏れ検知を目的とする高感度の水素センサを開発する。熱電式水素センサの実用化を目指し、高感度・高速応答のマイクロ素子の開発を行った結果、平成16年度は、水素検出濃度範囲が100ppm～5%のマイクロ熱電式水素センサ素子を作製することができた。

シリコン基板上に薄膜プロセスを用いて熱電素子、配線、触媒等すべての素子を作製し、基板の裏側を異方性エッチング技術で選択的に取り除くプロセスで、1) 有効な素子熱容量の最小化、2) 熱拡散を効率的に防止す

る構造を可能にした。熱遮蔽のために形成したメンブレンの面内にヒーターパターン、熱電パターン及びその電極をシリコン基板の異方性エッチング技術を駆使してメンブレン上に作り込んだ、マイクロ素子を作製した。スパッタ蒸着で作製した薄膜触媒の劣化対策として、セラミックス触媒をマイクロ素子に集積化する新しいプロセスを開発した。ディスペンサ塗布法を用いて、マイクロ素子のメンブレン上にペーストを塗布・焼成することで、セラミックス厚膜触媒をマイクロ素子に集積化した。セラミックス触媒を集積化したマイクロセンサ素子は、薄膜触媒を用いた素子との比較で、水素1%に対する信号電圧が、1mV 以下から10mV 程度へと飛躍的に向上した。このマイクロセンサは、水素濃度100ppm の低濃度から5%の高濃度まで直線性の応答特性を示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素センサ、漏れ検知、熱電素子

〔研究題目〕 革新的部材産業創出プログラム 高機能高精度省エネ加工型金属材料（金属ガラス）の成形加工技術プロジェクト

〔研究代表者〕 三輪 謙治

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 三輪 謙治、安江 和夫、阪口 康司、田村 卓也、ルディ ラクマツ、巖 正必、水谷 予志生

〔研究内容〕

（目標及び研究計画）マイクロマシン用の超精密歯車等の精密機械部品や、コリオリ流量計、圧力センサー、リニア・アクチュエータ等の高精度計測機器の機能部材、さらには航空機や自動車等に対して、軽量で高強度な構造材料として期待される金属ガラス棒材の量産化を目指した、鋳造プロセスにおける電磁振動を利用した新プロセス技術の開発を行う。電磁振動によりガラス形成能を向上させ、多段冷却制御により棒状素材の創製技術を開発すると共に、量産化のための連続鋳造技術を開発する。平成16年度は、金属ガラス化が容易な合金を用いた電磁振動プロセスの開発、電磁振動プロセスの有用性を調査、高融点合金に対応した電磁振動プロセスの改善を行う。

（年度進捗状況）電磁振動による金属ガラス創製技術開発のため、金属ガラス化が比較的容易であり、溶解温度が低い  $Mg_{65}Cu_{25}Y_{10}$  合金を試料として選定し、電磁振動プロセスの開発を行ってきたが、本年度はさらに、試料直径を2mm から、水冷銅鑄型鑄造法により金属ガラス単体が作製可能な最大径4mm に変更して、電磁振動力の影響を調査した。その結果、金属ガラス形成能を高めるための最適な溶融試料温度が存在することが明らかになった。また、電磁振動周波数は50kHz までは大きい方が金属ガラス相中に微結晶相を均一に分散できることがわかった。このような組織は、水冷銅鑄型鑄造法では作製不可能であり、ナノ結晶分散金属ガラス材料やナノ

結晶材料の大型試料作成の可能性を示唆した。

高融点合金に対応した電磁振動プロセスの改善については、実験設備の制約に適するガラス形成能を有する合金系であり、大気中で溶解、凝固させても試料組成によって決定するガラス形成能が変化しない ( $Fe_{0.6}Co_{0.4}$ )<sub>72</sub>  $Si_4B_{20}Nb_4$  を選び、温度調節器による一定速度での昇温や、冷却水噴射ノズルの改造により、冷却水が試料部分の一点に集中できるようにした。これにより冷却水流量値の増減による金属ガラス形成能の増減を可能にした。

電磁振動力の出現相の変化については、磁場強度（電磁振動力）の増加に伴い、結晶占有率が減少した。これは主に結晶個数が減少したことにより金属ガラス相の形成能が向上したことがわかった。

ガラス形成能に及ぼす電磁振動周波数変化の影響については、50kHz 未満の電磁振動周波数領域では、電磁振動力を試料に印加することによって結晶粒の成長を抑制できることが明らかとなった。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 金属ガラス、電磁振動、マグネシウム合金、鉄系合金、クラスター

〔研究題目〕 自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術の開発事業

〔中項目名〕 高信頼性ポーラスアルミニウム材料の開発

〔研究代表者〕 朝比奈 正

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 朝比奈 正、加藤 清隆、園田 勉、全 仁秀

〔研究内容〕

自動車の軽量化は、燃費節減を通じて炭酸ガスの排出量削減を図るものであって、運輸・輸送を要因とする地球温暖化を防止するための最も効果的な手段である。本研究開発では、従来の鉄系材に代えてアルミニウム材料を自動車に搭載可能とするための加工・形成技術を確立し、自動車の大幅軽量化を実現しようとするものであるが、自動車の軽量化においては、単に薄く軽い材料を実現すればよいものではなく、衝突時の搭乗者および被衝突者の安全性を確保しつつ大幅な軽量化を実現することが必要であり、そのために、多孔質金属に着目して、耐衝撃性に優れた軽量構造体を実現できる基盤技術を開発することが求められている。

産総研においては、高性能ポーラスアルミニウムを実現する際に不可欠な条件を明確化するため、高度に構造が制御された多孔質体の創製とその特性計測により、実際のポーラスアルミニウムで複雑に絡み合っている各種パラメータの依存性を整理・明確化することを目標に、プロジェクトに必要な材料開発指針を明確にする計測・評価技術の開発を進めている。その結果、ポーラス材料として高い機能を発現するためには、より細かい構造、

より一様な構造、異形空孔の排除（個々のセルがより球に近い構造）が必要であることを明らかにしたほか、より高い信頼性を得るためには、変形条件を考慮した解析とポーラスアルミニウム材料に含まれる各種個別欠陥（セル壁の欠落、セルの結合、セルの崩壊など）が与える影響の抽出と明確化、特にこれら個別欠陥の変形が拡大し欠陥相互の連続化による性能低下に配慮した解析が不可欠であることを解明した。

また、実用時に不可欠な多孔質材料と容器材料との関連においては、多孔質材料と容器の接着の度合い性が重要であることを明らかにし、その最適化が特性向上に大きく寄与することを示した。このような高度な情報と広範囲の速度条件下で計測した材料の機械的特性値との対比により、実用自動車部品化技術として利用する際の基礎データの蓄積に努め、こうした材料の適用範囲の拡大を図っている。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 多孔質材料、ポーラスアルミニウム、自動車用衝撃吸収材

【研究題目】 革新的部材産業創出プログラム精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術の開発事業

【研究代表者】 下島 康嗣

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 下島 康嗣、細川 裕之、中嶋 剛

【研究内容】

本事業では、材料が成形加工され部材・部品になった時点で、材料として有していた特性および機能を最大限発揮できるように、成形加工時の材料特性変化を見込んだ材料創製技術と、その材料の最適な成形加工技術との一体的研究開発を実施することを目的とする。具体的には、次世代光ネットワーク機器、高度医療機器等に使用される高精密部材、3次元形状機能性機器部品の創製を目的に、高易加工性、高強度・高靱性等の特性を有する材料創製技術、高エネルギービーム等を用いた金型精密加工技術、高精度なマイクロ成形加工を安定して行うための精密成形技術を開発する。

研究開発項目は「高易加工性金属系新材料の開発」、「高精密金属金型材料創製・加工技術の開発」、および「高精密部材成形加工技術の開発」の3つに分けられ、以下に各項目の進捗状況を示す。

#### ① 高易加工性金属系新材料の開発

新開発材料である、Ni-W ナノ結晶材料の成形加工に資する延性-脆性遷移のメカニズムを解明するために熱処理時間の異なる Ni-W の組織、引張特性を調べ、変形機構の解明と、機械的特性について検討を行った。

#### ② 高精密金属金型材料創製・加工技術の開発

短時間焼結プロセス技術および微細加工技術等の開

発を行い、ナノ WC 粉末を原料とし、焼結温度、保持時間、加圧力を種々変えて、同焼結体の組織と特性について検討を行った結果、Hv2800以上の極めて高硬度のものが得られることなどを明らかにした。集束イオンビーム (FIB) 装置を用いて超硬合金に表面加工を行い、加工面粗さに及ぼす種々の要因の影響を調べた結果、WC 粒度の微粒化、Co 量の減少、Co 相の均一分散、ビーム径を大、デュエルタイムが短、オーバーラップ率を高、とすることが微細加工に効果的であると結論された。

#### ③ 高精密部材成形加工技術の開発

超精密マイクロ金型の磨耗試験を行い、ピン形状の金型の磨耗特性について検討を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超精密金型、FIB、マイクロ金型成形

【研究題目】 燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発 高性能リチウム電池要素技術開発 ベースメタル元素を活用した新規酸化物正極材料開発

【研究代表者】 辰巳 国昭

【研究担当者】 田淵 光春、竹内 友成、阿度 和明、中島 章子

【研究内容】

マンガン系正極材料並の低コスト性、省資源性を保持しつつ充放電特性及び耐用年数において優れるリチウムイオン二次電池用新規ベースメタル系酸化物正極材料の開発を目的に、平成16年度は、鉄含有  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  の問題点（初期充放電時の効率の低さ、放電容量の低さ、製造工程の複雑さ等）を解決するため、添加元素種、添加元素量も含めた化学組成、鉄イオン価数、配列などの精密制御による充放電特性の最適化を行った。7種の異種金属 (Co, Ni, Zr, Nb, Mo, Al, Ge) の添加効果について検討した結果、Zr, Nb, Mo は充放電特性改善効果がなく添加元素として不適であったが、Co や Ni を添加した  $\text{Li}_{1.2}(\text{Fe}_{0.4}\text{Mn}_{0.4}\text{M}_{0.2})_{0.8}\text{O}_2$  ( $M=\text{Co}, \text{Ni}$ ) では、室温にて3.0~4.3 V の範囲内で  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  並の初期放電容量100mAh/g が得られ、さらに炭素負極を用いた60°Cでの充放電特性測定においては、 $\text{Li}_{1.2}(\text{Fe}_{0.5-x}\text{Mn}_{0.5-x}\text{M}_{2x})_{0.8}\text{O}_2$  ( $x=0, 0.1$ ;  $M=\text{Co}, \text{Ni}$ ) は高温サイクル特性において  $\text{LiCoO}_2$  並の150mAh/g の放電容量を示し、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  よりも優れたサイクル特性を示した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極

【研究題目】 燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発 高性能リチウム電池要素技術開発 電池の難燃化・固体化のための新規電解質の研究

〔研究代表者〕 辰巳 国昭

〔研究担当〕 柴部 比夏里、松本 一、松宮 麗、  
中山 奈緒子、五十嵐 加津子

〔研究内容〕

電解質の難燃化・固体化によりリチウム電池の安全性を飛躍的に向上させ、同時に高出力用途へ適用可能とするためにリチウムイオン導伝率の向上を目指し、さらに独自の電極・電池構造の設計を行い、高性能・高信頼性電池の自動車用補助電源等を含めた幅広い用途への適用を目的とする。平成16年度は、難燃性液体電解質の探索を行い、さらに小型実電池における出力特性と安全性の評価を行った。

イオン液体は難燃性・難揮発性といった特徴を有する。本研究は大幅な容量増大が見込めるリチウム金属負極からなるリチウム二次電池に適した安全性の高い電解質への適用可能性を検討するものである。我々が見出した高い電気化学安定性を有する脂肪族4級アンモニウムカチオンとイミドアニオンからなるイオン液体の最適化を進めた結果、PP13-TFSI (*N*-methyl-*N*-propylpiperidinium bis(trifluoromethane sulfonyl) imide) にリチウム塩として LiTFSI を溶解したイオン液体電解液中ではリチウム金属の平滑な電解析出が可能になることを明らかにした。充放電レート特性のさらなる改善のために、パーフルオロアルキルトリフルオロボレート (RfBF<sub>3</sub>) アニオンの検討を行った結果、RfBF<sub>3</sub> を用いることによっても、脂肪族4級アンモニウムからなるイオン液体が合成可能であることが明らかとなった。さらに、数十種類からなるイオン液体の物性と構造の相関を詳細に検討し、構造を工夫することにより、従来の EMI 系に比肩しうる低粘性のイオン液体を得ることに成功した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、イオン液体、負極

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 超高压合成法による高容量水素吸蔵合金の開発

〔研究代表者〕 境 哲男

〔研究担当〕 境 哲男、棚瀬 繁雄、北村 直之、  
京井 大典、宮本 港

〔研究内容〕

超高压合成法では、高温・高压下で岩塩セル内に水素を封じ込めることにより、従来の「組成」と「温度」の因子に、「高压水素」という第三の因子が加わる。1GPa以上の超高压水素雰囲気においては、元素中の水素固溶度が急激に増大するため、通常の方法では実現できない新規な高容量水素化合物が創製できる可能性がある。本研究開発では、「有効水素含有量5.5質量%以上、放出温度150℃以下」を満たす新規 Mg 系水素貯蔵材料の開発を目指すものである。

Mg との合金相が存在しない遷移金属元素 (Ti、V、Zr、Nb など) について、8万気圧、600℃の条件で超高压合成を行った。得られた試料の粉末 X 線回折および微細組織観察を行った結果、従来知られていない新規水素化合物の存在を確認した。Mg-Ti-H 系試料の X 線回折ピーク群から、Mg 原子のみで構成される FCC 格子を基とする超格子 ( $a = 9.532(2) \text{ \AA}$ 、空間群  $Fm\bar{3}m$ ) において  $4a$  サイトを Ti 原子に置き換えた結晶構造を決定した。この金属格子の単位胞を占める原子の比は Mg:Ti=7:1であり、水素特性評価により得られた結果と総合すると、新規水素化合物の化学組成は Mg<sub>7</sub>TiH<sub>12.7</sub>となった。次に、放射光 (Spring8) を用いた構造解析で水素原子位置を検討した。水素原子は4個の Mg 原子もしくは3個の Mg 原子と1個の Ti 原子に囲まれた四面体サイトに位置している。単位胞における当該サイトは64個であるが、その全てを占めた場合の化学組成は Mg<sub>7</sub>TiH<sub>16</sub>となり、水素含有量は6.9質量%に相当する。Mg-V-H 系新規相の結晶構造は、空間群  $Fm\bar{3}m$  の単位胞 ( $a = 9.437(3) \text{ \AA}$ ) において V 原子が Ti 原子と同じ  $4a$  サイトに位置し、さらに原子の欠陥も周期的に ( $4b$  サイト) 存在する超格子構造であることが判明した。この単位胞から新規水素化合物の金属組成比は Mg:V = 6:1と決定され、化学組成は Mg<sub>6</sub>VH<sub>7</sub>となった。合成した Mg-M 系新規水素化合物の水素放出特性及び水素放出量を昇温脱離水素ガス分析 (TPD) により評価した。Mg-V-H 系では260℃、Mg-Zr-H 系では270℃から水素放出し、いずれも MgH<sub>2</sub> (440℃) より大幅に低減した。水素放出量は、一部不純物を含んでいるため正確ではないが、Mg-Ti-H 系では4.7質量%、Mg-Nb-H 系では4.5質量%に達した。このように、超高压合成法を利用することにより、これまでは合成が困難であった遷移金属元素 (M) を成分とする Mg-M 系新規水素化合物が合成でき、その水素放出温度が MgH<sub>2</sub> よりも140~180℃低減することが明らかになった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素貯蔵材料、超高压合成、マグネシウム系水素化合物

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 アラネート系水素貯蔵材料の特性向上研究

〔研究代表者〕 清林 哲

〔研究担当〕 清林 哲、張 庶、徐 強、竹市 信彦、  
妹尾 博

〔研究内容〕

無機錯体系水素貯蔵材料の一種であるアラネートは Ti などの遷移金属添加によって反応特性が向上することが知られているが、その機能発現機構は未だに明らかになっていない。本研究はその機構解明を目的とし、その知見に基づいてアラネート系水素貯蔵材料の更なる特

性向上を目指している。

今年度は、反応機構解明の一端として、主に以下の二課題の研究を行った。

#### 1. 均一系（溶液中）での反応観察

Ti の添加が何故反応性を向上させるのか、世界中で研究が行われているが未だに不明である。固相反応の複雑さが Ti の機能発現機構の解明を阻んでいる。我々は視点を変え、溶液中にアラネートを分散させた状態で Ti の機能発現を観察した。その結果、Ti は溶液中でもアラネートの水素放出反応を促進する事が判った。さらに興味深いことには、水素放出には溶液中では直接関係ないと思われるアラネートの陽イオンも、Ti の機能発現には関与していることが示唆された。

#### 2. PCI 測定（又は平衡水素圧測定）

アラネートに代表される無機錯体系の圧力組成等温線（PCI）は、この系の圧力・温度などの特性を合金のように連続的に変えられるのか否かを知る上で本質的な物理量である。しかし、平衡待ち時間が非常に長いことなど、従来の合金で用いられてきた測定手法はそのままでは適用できないことが判った。また試料の純度から予想される容量よりも必ずある一定量水素貯蔵容量が少なくなることも明らかとなった。無機錯体系材料の実用化に向けて容量を最大限に保ち特性を向上させるために、この原因を探ることが重要である。

このことは Ti 添加物とアラネートの間に一般の予想とは異なる化学反応が進行していることが示唆される。この未知の化学反応が Ti の機能発現と関係していると推測される。上述の溶液の実験でも明らかになった事と併せて、特性向上のための触媒の新たな調整法を開発中である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素貯蔵材料

【研究題目】水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 メカノケミカル法グラファイト系及びリチウム系水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】清林 哲

【研究担当者】清林 哲、竹市 信彦、妹尾 博

【研究内容】

本研究では、先ず第一に炭素系やその他の新規水素貯蔵材料の水素吸放出量や平衡圧などを正確に評価し、材料の可能性の見極めや開発指針を得ることを目的としている。今年度は主に以下の三課題に取り組んだ。

#### 1. 水素吸蔵量の精密評価について

容量法による炭素材料の水素吸蔵量評価に於いて、我々の下にある装置で500mg 試料の場合0.1wt%程度の精度を有する測定技術を維持していることが確認された。高表面積活性炭による確度確認でも他の文献値などと一致し、良好な結果を得た。

室温では残念ながら水素吸放出を示さない材料が多かったため、昇温脱理法でも水素放出を評価できるようにした。1.5桁程度の精度で放出水素量を評価可能である。

#### 2. 水素雰囲気下でボールミルしたグラファイトについて

室温での容量法測定によっては、水素放出・水素吸蔵共に観察されなかった。従って主に昇温脱理法によって水素放出を評価した。標題材料について、金属不純物、特に鉄の混入の果たす役割について検討した。鉄不純物が混入するか否かで水素化の様子が全く異なり、グラファイトがボールミルによって水素化するには金属を介した触媒反応のようなものが起こっていることが示唆された。金属を構成元素として含む有機金属化合物との比較から、1000K 付近の高温側の水素放出に関する水素は炭素と通常の共有結合を構成していると思われる。

#### 3. Li-N-H 系について

リチウムアミドと水素化リチウム混合系の圧力組成等温線（PCI）測定を試みた。この新規材料の PCI 測定は従来の合金系に対して適用されてきた方法がそのまま使えるわけではなく、平衡待ち時間の問題などに検討すべき課題が多く残されている。予備的な結果では従来言われているように、この系の反応温度は実用には高すぎることを確認された。アンモニアが水素と共に放出されることがあることもこの系の問題であるが、試料の純度や試料の調整法などによってアンモニア発生の様子が敏感に変化する。実用に際しては安定した性能を示す材料調整法と安定した性能を維持する工夫が必要である。いずれにせよ、平衡状態の正しい評価法の確立がこの系を含む無機錯体系には必要である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素貯蔵材料

【研究題目】燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発 高性能リチウム電池要素技術開発 電池総合特性並びに加速的耐用年数評価技術の開発（解体試験等による電池構成部材からの評価技術確立のアプローチ）

【研究代表者】辰巳 国昭

【研究担当者】小林 弘典、鹿野 昌弘、小池 伸二、栄部 比夏里、金子 真二、河本 健一、吉田 芳男、荒添 精一、石田 正、草柳 育子、黒田 佳弥、佐藤 扶美子、中島 美幸、名倉 規代、和合 由美子

【研究内容】

車載に必要な高出力密度と長寿命等の特性を有するリチウム電池の技術開発を支援するために、電池の各構成部材に着目した劣化機構解析技術を開発するとともに、

加速的耐用年数評価技術を確立することにより、車載用リチウム電池の性能向上とその加速的開発に資することを目的とする。平成16年度は、モデル電池等を用いて、解体試験などのアプローチで電池構成部材を直接調べることで劣化機構の解析を行った。

車載用リチウム電池正極として用いられているニッケル系層状酸化物材料においては、劣化による結晶の格子定数の変化は極めて小さくバルクの劣化がほとんど見られなかったが、軟 X 線領域の電子収量法測定によって表面付近の遷移金属の電子状態に変化があることを見出した。一方、負極材料に関しては、負極中の満充電時のリチウム量が保存試験や連続サイクル試験の実施により増加していく傾向が<sup>7</sup>Li-NMR 測定により示唆され、負極の劣化要因抽出に<sup>7</sup>Li-NMR は有用なツールであることが確かめられた。

X 線光電子分光法、走査型電子顕微鏡、エネルギー分散型 X 線分析からはセパレータの目詰まりや正極表面皮膜の組成に関する知見が得られており、電池構成材料の表面状態の分析手法として劣化機構解析に有用であることを確認した。劣化要因との関連について現在検討中である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極、負極

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発  
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発  
新型有機熱電材料の研究開発

【研究代表者】清水 洋

【研究担当者】清水 洋、舟橋 良次、物部 浩達、  
三原 敏之、寺澤 直弘、岡田 敬三、  
瀬戸口 善弘、堀 博伸、孫 貴祥

【研究内容】

液晶半導体や導電性高分子を用いた高性能熱電モジュール開発のために材料レベルで2%を越える熱電変換効率を示す新規材料の開発を行うとともにそれらの配向制御などモジュール化技術の開発も行う。

H16年度は高速電荷移動度を有する液晶半導体の化学ドーピングによる高導電性付与及び既存導電性高分子を用いた化学ドーピングによる高導電性付与とゼーベック（熱起電力）係数、熱伝導度変化に関する研究を行い目標を越える新規材料系の開発を行う。また、加えて独自技術である液晶性半導体の赤外線レーザーによる分子配向制御技術を用いてフィルムモジュール化を目指した研究を行うために新たに重合性液晶性半導体を開発、機能構造としての配向制御された構造を持つ高分子フィルムの作製を行う。

これらの研究の結果、液晶性半導体の高導電化物の熱電性能評価に新たな技術的な開発事項が必須であることが判明。一方、導電性高分子に対する研究では市販ポリ

チオフェンを用いた系で数百 S/m の高伝導度でありながらゼーベック係数は無機材料に近い100 μV/K を示す材料を見出したが、目標の変換効率2%は未達となった。本件、有機系材料による熱電材料研究は世界的にも研究例が少なく、かつ無機系材料とは異なるコンセプトでかなり基盤的な取り組みが必須であることが判明。H17年度以降の研究開発は本プロジェクトでは実施しない。

【分野名】ナノテク・材料・製造、エネルギー・環境

【キーワード】熱電材料、導電性高分子、フレキシブルデバイス、液晶性半導体、自己組織化、配向制御

【研究題目】ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）ナノガラス技術  
／ガラス機能制御技術

【研究代表者】西井 準治（光技術研究部門）

【研究担当者】西井 準治、福味 幸平、安藤 昌儀、  
村瀬 至生、北村 直之

【研究内容】

II-VI族半導体超微粒子として、セレン化亜鉛超微粒子の水溶液法での作製法を改良した。合成後の超微粒子を貧溶媒で沈殿・分離した後、亜鉛イオンと界面活性剤チオグリコール酸（TGA）を含む水溶液中に再分散させ紫外線照射した。この後処理により、超微粒子の表面が改質され、発光効率が向上し、発光波長が長波長側に移動して青紫色から青色に近付いた。後処理時に用いる水溶液の pH、TGA の濃度、および超微粒子の濃度を最適化することで、水溶液中で発光効率が約50%で発光波長420nm 程度のセレン化亜鉛超微粒子の合成に成功した。この超微粒子を、ゾルーゲル法でガラス中に保持した。ガラス分散時に予めアルコキシドに TGA を添加することで、発光効率の低下が抑えられ、分散濃度  $1.2 \times 10^{-8} \text{ mol/cm}^3$ 、発光波長約420nm、発光効率20%のガラスが得られた。このセレン化亜鉛超微粒子分散ガラスの輝度は、テルル化カドミウム超微粒子分散ガラスとの比較より、現行の遷移元素分散蛍光体の5倍程度を示した。

一方、OH 基を含有するシリカガラスを対象とし、局所構造変化を誘起する方法を検討し、屈折率変化領域の微細化を行った。炭酸ガスレーザーや一酸化炭素ガスレーザー照射では約30 μm 径の領域であったものを、波長の短い Er:Cr:YSGG レーザの集光照射を行うことでより微細な領域を加熱することができた。その結果、照射エネルギーや集光条件の探索により、直径9~10 μm 径の領域まで微細化することに成功した。ガラス内部に形成され変化領域の屈折率を切断研磨後に評価した結果、基板の屈折率よりも約0.7%減少していることがわかった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体ナノ粒子、蛍光体、石英ガラス、

精密微細加工

田近 千晶

【研究題目】固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業 電極触媒用高性能カーボン担体の研究開発

【研究代表者】塩山 洋

【研究担当者】塩山 洋、山田 裕介、大長 亜紀、山崎 眞一、木内 正人、本城 国明

【研究内容】

固体高分子形燃料電池の電極触媒に関し、使用する白金の質量あたりの触媒活性を高めることのできる高性能カーボン担体の開発を行った。本研究の目標は、これまでよく用いられているカーボンブラック XC-72を担体としたものよりも、白金量が1/10でも同等の活性を与えるような担体を開発することである。

回転電極を用いた半電池反応評価によって酸素還元に対する電極触媒活性を評価した結果、インターカレーションの技術を用いて銅の微粒子をカーボンのマトリックス中に導入した天然黒鉛を担体に用いると、活性が大幅に向上することが明らかになった。銅微粒子の存在がカーボン担体として用いている天然黒鉛の電子状態に影響を与え、更にそれが担持した白金微粒子の触媒活性に影響を与えたものと考えられる。白金を遷移金属と合金化することによる活性向上は以前から試みられているが、長期間使用すると遷移金属の腐食・溶出の恐れがある。しかし今回の場合は、金属が黒鉛マトリックス中に埋め込まれており腐食・溶出を懸念しなくても良い。

また、プラズマ表面処理の手法により、撥水性の官能基をカーボン表面に置換した担体を用いたものについても同様の酸素還元活性評価を行った。高活性化が認められたが、これは置換した官能基の電子親和性がカーボン担体を經由して白金触媒の微粒子表面の電子密度を低下させ、それが高活性をもたらしたものと考えられる。この撥水性官能基は、実際の電極セルを作製した場合にはフラッディング現象を緩和する効果も期待される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、電極触媒、触媒担体、カーボン

【研究題目】固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発事業 劣化診断のための計測ツールの研究開発

【研究代表者】谷本 一美

【研究担当者】蔭山 博之、野村 勝裕、竹市 信彦、五百蔵 勉、小島 敏勝、安田 和明、城間 純、藤原 直子、服部 浩一郎、藤田 和宏、岩下 哲雄、岡田 由里子、諏訪 一勇、林 由美子、藤崎 清子、

【研究内容】

固体高分子形燃料電池の本格的な実用化において電池性能劣化の機構、劣化因子の挙動を明らかにするために、発電条件下での電池材料の挙動を調べるために現在、未確立である実電池内の発電条件下での変化を計測・評価するツールの開発を行った。適用するツールとしての分光学的手法、電気化学的手法、高感度分析手法、ガスクロスリーク分析法及びセパレータ精密評価の観点からその基盤技術の確立を目指した。

電池内での材料劣化を調べる in-situ 計測に関して、5つのアプローチ毎の目標はそれぞれ以下のとおり。

分光学的手法では、発電条件下で電池の性能劣化の原因とされる電極触媒である金属微粒子の変化及び電解質である高分子膜の構造変化を、分光学的手法により in-situ で検知する手法の開発を行なった。

電気化学的手法では、燃料極、空気極の電位をそれぞれ単独に計測するための基準となる参照電極の設置法を検討し、実電池下で安定に動作する参照電極を開発し、実電池で数十時間の安定性を確認した。

高感度分析手法では、電解質膜であるパーフルオロスルホン酸系固体高分子電解質膜の化学的劣化分解による分解化学種とされるフッ化炭素化合物を発電下の実電池により in-situ で検知する技術を確立した。

クロスリーク量の測定では、性能劣化の一因となるクロスリークについて、水素極から、酸素極への水素のガス透過量を計測する手法について実電池を用いて in-situ で評価する技術を確立した。

セパレータ精密評価法では、カーボンセパレータの機械的特性、電気抵抗、水素透過性などを評価する手法の研究・開発を行い、カーボンセパレータの発電による材料変化の評価手法を開発した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、劣化解析、分光学、電気化学、材料化学

【研究題目】携帯用燃料電池技術開発費補助事業 携帯用燃料電池に関する基盤技術開発

【研究代表者】宮崎 義憲

【研究担当者】宮崎 義憲、山根 昌隆、西村 靖雄、永井 功、柳田 昌宏、土山 尚彦、西川 演、長尾 照、吉竹 一正、川口 恵子、石井 みどり

【研究内容】

携帯用燃料電池（マイクロ燃料電池）の本格的普及のためには、設計、製作、設置及び保守管理するうえでの技術的事項を定め、ユーザーの安全性と利便性の確保のために積極的に標準化するとともに、適切な規制緩和を図る必要がある。本基盤技術開発では、安全性評価技術、燃料電池の性能試験等の実験を行い、その成果を関係機

関と連携を取りながらマイクロ燃料電池に関する安全性、性能試験法等を標準化に反映させることを目的とする。また、国連、ICAO 等での規制緩和のためのデータ取得及び試験方法の立案を行う。

そこで、安全性に係る燃料電池の排出特性、耐気圧特性、耐温度特性、耐振動特性、耐膨張特性、耐衝撃特性（落下性能）、耐衝撃特性（耐外部圧力）、メタノールの拡散特性、燃料容器燃焼特性について、また、性能試験方法に係る起動特性、定電流連続発電特性、間欠発電特性、負荷変動発電特性、放置発電特性、低温および高温環境下発電特性、湿度環境発電特性、気圧環境発電特性、耐振動・衝撃特性、燃料消費特性、燃料不純物特性について試験方法の検討、基礎データの取得を実施した。

本年度は、国連危険物輸送専門家小委員会への対応等の外部からの時間的制約が強い項目を優先実施するとともに、緊急性を要する外部要請項目に機動的に取り組むこととしていた。この結果、燃料不純物特性は実施内容を拡大し、また、新たに燃料容器燃焼特性に取り組むこととした。このように、主として安全性に係る項目を優先実施し、年度当初想定していなかった緊急性を要する項目を機動的に取り入れることとしていたため、性能試験方法に係る項目は総じて端緒についた状況である。その中で、当初計画していた耐 EMI ノイズ特性については机上検討を進めたものの時期尚早と判断して実施を延期した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 マイクロ燃料電池、安全性評価、性能評価、標準化、規制緩和

【研究題目】 固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業 新規一酸化炭素被毒耐性アノード触媒の開発

【研究代表者】 宮崎 義憲

【研究担当者】 宮崎 義憲、五百蔵 勉、藤原 直子、上田 厚、山田 裕介、秋田 知樹、祖谷 恭代、丹上 貴子、村井 嘉子、岡田 達弘、齋藤 守弘

【研究内容】

目標：

50ppm 一酸化炭素含有改質模擬ガス雰囲気下、電流密度 $500\text{mA}/\text{cm}^2$ において PtRu/C 触媒と同等以上の特性を達成可能な白金-金属酸化物もしくは、白金-金属有機錯体アノード触媒を開発することを目標とする。

研究計画：

本研究ではルテニウム (Ru) を使用しない新規な一酸化炭素 (CO) 被毒耐性アノード触媒の開発を行うことを目的として、白金-金属酸化物触媒、白金-金属有機錯体触媒を検討する。有望と見られる候補触媒系（白金-モリブデン酸化物、白金-ニッケル(mqph)錯体な

ど) について、触媒特性と触媒構造の関連性および触媒調製プロセスの最適化について検討を行い、触媒構造制御によって触媒活性の向上を目指す。

年度進捗状況：

白金-モリブデン酸化物触媒 (Pt/ MoOx/C) 調製条件の最適化を目指して検討を行った結果、モリブデン前駆体として MoCl<sub>5</sub> を使用し、溶液の pH を 7~8 に調節して析出後、不活性ガス気流中、400°C で焼成することによって調製した Pt/MoOx/C が従来の PtRu/C に匹敵する高い耐 CO 被毒耐性を有することがわかった。また、PtRu 合金触媒とは異なり、Pt/MoOx/C 触媒上では CO のシフト反応による CO<sub>2</sub> への転化や電気化学的な CO 酸化が比較的容易に進行し、燃料ガス流束中の CO 濃度が低下することがアノードの CO 被毒耐性に影響することがわかった。したがって、Pt/MoOx/C 触媒は PtRu とは全く異なる機構により耐 CO 被毒特性を発現すると考えられる。白金-金属有機錯体触媒については、Ni(mqph) 及び VO(salen) 錯体を用いたとき最も良い性能を示し、50ppmCO 濃度以上のとき Pt/C 及び Pt-Ru/C 触媒よりも優れた耐 CO 被毒性を示した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体高分子形燃料電池、電極触媒、一酸化炭素被毒

【研究題目】 固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業 固体高分子形燃料電池の劣化要因に関する研究 劣化要因の基礎的研究(2) 作動条件による劣化要因

【研究代表者】 安田 和明

【研究担当者】 城間 純、秋田 知樹、田中 孝治、竹田さほり、谷口 晃、柿坪 亮、佐古 和也、岡田 達弘、喬 錦麗

【研究内容】

目標：

固体高分子形燃料電池の長時間運転における耐久性に影響を及ぼす因子を特定するとともにその作用機構を解明し、耐久性向上のための指針を得る。

研究計画：

劣化サンプルの詳細なナノレベル解析と、関連したモデルを用いた基礎実験結果から膜-電極接合体 (MEA) の劣化現象の説明を試みる。

年度進捗状況：

ウルトラマイクロトームを用いた試料作製技術と高分解能透過型電子顕微鏡技術を駆使して、種々の長期連続運転条件で MEA に起こる現象を詳細に調べ、アノードからのルテニウム (Ru) 溶出と移動、カソードの白金 (Pt) 粒径増大等が観察できた。また、カソード近傍電解質膜中に Ru を含有する Pt 凝集粒子析出が観察された。Ru はカソード触媒層の界面領域からも微量検出

された。MEA の電位走査および定電位保持により Pt の溶解再析出現象を加速的に進行させる実験より、Pt の一部が高い電位で溶解して固体高分子電解質中に拡散し膜中に析出しており、膜透過水素によって還元析出が促進されることがわかった。また、再析出場所は水素や酸素の膜内濃度分布に依存すると考えられる。水素が無い条件では Pt は膜を横断し対極まで到達した。モデルカーボン電極上に約5nm の Pt 微粒子を担持し、酸水溶液中で電位制御して変化を原子間力顕微鏡、電界放射型走査電子顕微鏡で観察した。同一場所での像を比較することにより、個々の粒子の消失、移動、凝集が観察された。酸素中1.0V、1.2V (vs.RHE) で保持した場合に粒子消失により粒子数が減少したが、より低い電位や窒素中では粒子数に有意な変化は見られなかった。また、イオン以外の不純物による劣化機構を調べた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、劣化要因、電気化学

【研究題目】生物の持つ機能を利用した環境中化学物質の高感度検出・計測技術の開発 色素増感クロマトグラフィー法等のシグナル増幅技術の開発・人工抗体の開発

【研究代表者】中村 史

【研究担当者】三宅 淳、中村 史、中村 徳幸

【研究内容】

目標：

有害化学物質問題に関しては、最近のダイオキシン問題や環境ホルモン問題等に見られるように、国民に対して大きな不安を与えるとともに、多量の化学物質を使用する産業活動に閉塞感をもたらすなど、我が国の社会・経済が抱える重大かつ緊急に解決すべき環境問題となっている。本研究開発では事業者の環境ホルモンに対するきめ細かい自主管理の促進や環境汚染への適切かつ早期の対応を図るため、生物の持つ高感度な認識・応答機能を利用して、環境中の極微量の環境ホルモンを高感度、広域的、高速、安価に測定できる技術の開発を行う。

研究計画：

リポソームクロマトグラフィーにおいて、自然落下によるクロマトグラフィーを検討し、さらに測定装置として、蛍光発光プレートリーダー等を用い、マニュアル測定方法を確立する。また、HPLC を用いたフローインジェクションによるオンライン測定システムを構築する。河川水、土壌抽出サンプル等の実環境試料中のビスフェノール A 検出を試み、本技術の実用性について検討を行う。

年度進捗状況：

リポソームクロマトグラフィーにおいて、通常のELISA 法ではビスフェノール A の検出範囲が0.03-6.6ng/ml であったのに対して、リポソームクロマトグラフィー法においては0.02-140ng/ml と、検出範囲が

広いことが示唆された。また、HPLC を用いたフローインジェクションによるオンライン測定システムでは、リポソーム脂質構成、流速等の検出系要素を最適化し、0.03-60ng/ml のビスフェノール A 検出が可能であった。これにより、0.1ng/ml ビスフェノール A の検出を達成した。

さらに上記で開発される測定手法により、河川水、土壌抽出サンプル等の実環境試料中のビスフェノール A 検出を試みた結果、両方法において、河川水で0.1、1、10ng/ml の試料で検出が可能であった。土壌においては、10ng/g、1μg/g、100μg/g のビスフェノール A の検出が可能であった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】リポソーム、高感度検出、抗体、クロマトグラフィー、ビスフェノール A、ダイオキシン、ペプチド

【研究題目】固体高分子形燃料電池システム技術開発事業 固体高分子形燃料電池要素技術開発等事業 セルスタック構成部材の劣化現象及び劣化メカニズムに関する調査研究

【研究代表者】谷本 一美

【研究担当者】蔭山 博之、小島 敏勝、竹市 信彦、安田 和明、五百蔵 勉、城間 純、山崎 眞一

【研究内容】

セルスタック構成材料での劣化現象に関してのこれまでの知見をもとに作動電池内での性能への影響の程度を調査すると共にそれらの現象を把握・評価するために有効な手法に関して調査した。分光学的手法として、XAFS 解析による電極触媒での金属微粒子の電子状態、結合状態を調べる手法が材料劣化を調べる上で有用であることが分かり、大型放射光施設で発電電池による計測実験を行い、有効性を検証した。さらに、高分子膜の膜構造についての分析手法として X 線小角散乱の手法の適用性を検討した。また、発電電池の局所的な電流分布の発生が電極触媒、高分子膜の材料劣化を生むことから、高分子膜での電位分布の計測法に関しての手法の検討を進めた。また、電池性能を引き起こす電極触媒層、ガス拡散の濡れについて触媒担持カーボンの表面状態分析方法及びカーボンの酸化に関する計測手法を検討した。また、「家庭用固体高分子形燃料電池スタックの劣化現象の把握と研究指針策定」のためにスタック小委員会を主催し、16年10月から17年6月の本研究期間内に合計9回開催して検討を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、劣化要因

〔研究題目〕細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発／多色多様生物発光システムを利用した細胞内マルチ標識技術開発、細胞内分子ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発

〔研究代表者〕近江谷 克裕

〔研究担当者〕近江谷 克裕、中島 芳浩、山岸 和敏、尾辻 智美、道畑 朋子、鈴木 知恵、菅田 和法、岡 敦子、熊田 志保

〔研究内容〕

目標：

生きた細胞内の本来の機能を保持させたまま複数（少なくとも3種）の生体分子を識別、細胞内プロテオームを攪乱せず解析できる標識技術として、色特性（赤、橙、黄、青色の異なる発光）を利用した「色識別型発光タンパク分子プローブ」を開発する。またタンパク質修飾過程を解析できる標識技術として、発光から蛍光へのエネルギー移動の変化を指標とした「発光・蛍光エネルギー移動型分子プローブ」を開発する。さらに可視化プローブの能力を最大限に引き出す基質を分子設計し、合成を行い、細胞内ネットワークを識別解析するシステムとする。

研究計画：

生きた細胞の機能を保持したまま細胞内ネットワークを識別解析するシステムとして、細胞内のプロテオームを乱すことなく細胞内の複数の分子応答とそれに伴うダイナミズム変化を定量的、空間的且つ時間的に追跡するための色識別型発光タンパク分子プローブ及び発光・蛍光エネルギー移動型プローブの創製、及び可視化プローブの能力を最大限に引き出す基質を分子設計し、合成を行う。研究開発はマルチ標識基盤技術の開発を産総研が担当、東洋ビーネットがマルチ標識分子プローブの構築と最適化を行う。

年度進捗状況：

〔平成16年度進捗〕

色識別可能な発光タンパクの実用化；複数の細胞内の情報を可視化できる色識別可能な鉄道虫赤色、イリオモテボタル緑色、橙色発光タンパクを哺乳類細胞内で安定に発現させることに成功し、トリカラーマルチ遺伝子転写活性測定系を構築した。本測定を、体内時計の解析に用い、細胞内の3つの遺伝子発現を同時に、且つ長時間に渡り測定することに成功、本システムの有用性を証明した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕生物発光、細胞機能、イメージング

〔研究題目〕先進ナノバイオデバイスプロジェクト「1分子 DNA 解析システムの研究開発、生体分子を利用した1分子 DNA 解析」

〔研究代表者〕石川 満

〔研究担当者〕田中 芳夫、二又 政之、山岡 禎久、党 福全、Pranabesh Barua

〔研究内容〕

遺伝子情報をより早く、より正確に、より安価に獲得して個人別の遺伝子診断に活用するという要求が最近高まっている。このような要求に対応するために1分子 DNA 解析技術の要素技術を開発することを目標とする。1分子法のひとつ、生体分子を利用した1分子 DNA 解析技術の開発に着目して、以下の4つの要素について研究開発を実施した。

・単一分子運搬技術の開発

個々の分子を運搬すること、しかも順番に運搬することはまだ達成されていないので、この実現を本研究の目標とする。16年度はポリスチレンビーズ ( $>0.1\mu\text{m}$ )、半導体量子ドット ( $\sim 3\text{nm}$ )、色素分子 ( $<1\text{nm}$ ) を用いて、単一蛍光体を順番に運搬する技術に要求される物理的、化学的条件を調べ、順番に運搬するための知見を得た。

・単一分子配列技術の開発

基板上に個々の分子を順番に配列することはまだ達成されていないので、この実現を本研究の目標とする。16年度は、ガラスキャピラリとマイクロマンピュレータを用いて基板上への描線実験を行い、ポリスチレンビーズ等の蛍光体を含む溶液の濃度、送液速度、キャピラリ口径、ペン移動速度等、描線パラメータを精査してこの方法の妥当性を検証した。

・単一分子感度をもつ SERS (Surface-Enhanced Raman Scattering) 基板の調製と評価

1個の分子を検出して同定するために、SERS 法に着目する。単一分子 SERS 活性を示す構造をナノビーズ鋳型法を用いて形成した。16年度はこの鋳型を用いて基板を調製し、その基板が単一分子感度の SERS 活性を示すことを確認し、核酸塩基検出へ応用した。

・単一分子 DNA に対する酵素反応の評価

酵素を用いて一本の2本鎖 DNA 分子の末端からヌクレオチドを切断して、その速度を評価して①および②の実施に必要な運搬・配列速度に関する知見を得ることを目標とする。

16年度は、単一 DNA 分子の伸張等の操作法を検討し、酵素の選択等本研究に適した酵素反応系を構築するとともに、速度を評価する方法を確立した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕1分子、DNA、表面増強ラマン散乱

—その他の公益法人—

〔研究題目〕FFRP 立体構造の決定・解析および古細菌 FFRP の分子識別機能の解析

〔研究代表者〕鈴木 理

〔研究担当者〕小池 英明、Lester Clowney、石島 早苗<sup>1</sup>、横山 勝志<sup>1</sup>、皆広 潔美<sup>1</sup>、

菊地 智子<sup>1</sup>、佐久間 道代<sup>1</sup>、  
徳吉 美恵子<sup>1</sup>、橋本 けい子、  
海老原 園美、小野 祐子、鈴木 桂子、  
浦川 美紀、牧野 耕三<sup>2</sup>、  
田中 千香子<sup>2</sup>、荒牧 弘範<sup>3</sup>

※1. 科学技術振興機構、2. 防衛大学校、  
3. 第一薬科大学

### 【研究内容】

5年間全体で、①FFRPのNドメインが塩基配列を系統的に識別する機構(DNA認識コード)および②Cドメインが多様なリガンド(環境変化を伝える)を識別する機構を解明する事を目的とする。これをもとに、③緑膿菌等のFFRPを標的として、細菌種ごとに対処する新しい創薬戦略の基盤を開発し、さらに全てを総合して、④少数の転写因子により多数の遺伝子群の環境適応的制御を可能とする機構の全体像を解明する計画である。

平成16年度には、①特にX線結晶解析法によるアプローチとして、緑膿菌FFRP蛋白質の結晶化をめざした。また②古細菌FFRP蛋白質とリガンドの共結晶化をめざし、さらに、電子顕微鏡法を用いて③複数の画像をもとに、3次元構造を再構成する技術の確立と、④DNAとFFRP複合体の立体構造の解析を目標とした。⑤また、特定のFFRPを対象として、様々な会合体間の転移の仕組み、また会合体とリガンドとの相互作用の過程を物理化学的に解析した。

この結果、

- ①緑膿菌FFRP蛋白質を出発点として結晶を数種類得た。
- ②セレノメチオニンとFFRP蛋白質、DM1の共結晶を得、その立体構造を決定した。
- ③3次元構造の再構成に成功し、複数の論文を発表した。
- ④DNAとFFRP複合体の再構成に成功し、相互作用の詳細を生化学的に解析した。現在、複合体の電子顕微鏡解析を準備している。
- ⑤FFRP蛋白質、DM1を例として、会合体間の転移を解明した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質、DNA-蛋白質相互作用、蛋白質-リガンド相互作用

【研究題目】神経成長関連タンパク遺伝子発現の  
insitu hybridization

【研究代表者】肥後 範行

【研究担当者】村田 弓(連携大学院学生、CREST 研究補助員)

【研究内容】

脳損傷後の運動機能回復に伴う神経回路変化を明らかにするために、脳損傷後に精密把握の回復が見られた直後のマカクザルの脳においてシナプスの形態変化に関わる分子の発現を調べた(Murata et al., 2004)。今年度

の実験では、細胞骨格アクチンフィラメントの重合を制御するシグナル伝達に関わり、神経終末の構造変化に伴って発現量が増加するタンパクであるGAP-43に着目した。精密把握の回復が見られた直後の脳において、運動関連領野を含む凍結切片を作成し、GAP-43 mRNAに対する*in situ* ハイブリダイゼーションを行った。染色の吸光度計測による定量的解析を行った結果、損傷半球の運動前野においては、非損傷半球または実験操作を加えていない個体の運動前野に比べてGAP-43 mRNAの発現の亢進が見られた。発現の亢進は運動前野の背側部よりも腹側部で顕著であった。また高倍の顕微鏡画像においてGAP-43 mRNA発現細胞の形態的特徴を検討したところ、比較的大型の錐体細胞において顕著な発現が見られた。さらに、第一次運動野の損傷領域周辺では、GAP-43の発現の低下が見られた。以上の結果から、運動前野に存在するニューロンの軸索終末で細胞骨格の再編成を伴う構造的変化が起き、これが第一次運動野損傷後の精密把握回復の構造的基盤となっている可能性が考えられる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】リハビリテーション、脳損傷、霊長類、病態モデル、機能回復、神経可塑性

【研究題目】Na<sup>+</sup>チャンネル開閉機構の電子顕微鏡による解析

【研究代表者】佐藤 主税

【研究担当者】佐藤 主税、柳原 真佐子、阿部 幸絵

【研究内容】

目標:

Naチャンネルは生体内の微小な膜電位の変化を感じて開くチャンネルであり、神経や筋肉での刺激や痛みの伝達に重要である。この局所麻酔薬のターゲットでもあるNaチャンネルの構造を解明し、痛覚異常等の遺伝病解明、臨床薬開発に貢献する。

研究計画:

結晶を用いずにタンパク質構造を決定する単粒子解析において分解能を規定する最も重要な条件の一つは、粒子画像の枚数である。我々はこれまでに情報科学の焼きなまし法(SA法)を用いた完全自動拾い上げ法であるauto-accumulation法を開発し、ニューラル・ネットワーク(NN)法を組み合わせることで、高効率画像自動的拾い上げプログラムの作成に成功した。本研究ではこれらの自動拾い上げ法をNaチャンネルに適用して、10万枚の画像から、その詳細構造さらには部分的に開きかけた構造を決定する。

年度進捗状況:

auto-accumulation法とニューラル・ネットワーク(NN)法をNaチャンネルの拾い上げに適合するように改良して、組み合わせることで、高効率で画像を自動的に拾い上げることに成功した。これによって、それま

で10年以上かかる粒子画像の拾い上げが、1週間程度へと短縮された。現在、この10万枚の画像から Na チャンネルの構造を解析しているところである。様々の遺伝病の原因遺伝子としてこの種類のチャンネルが同定されており、分解能を高めることで、関連疾患の治療に貢献したい。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、Na チャンネル

【研究題目】 知的学習の成立に関する海馬の脳イメージング研究

【研究代表者】 仁木 和久、Jing LUO (JST 派遣研究員)

【研究担当者】 仁木 和久、ステイーブン フィリップス、月浦 崇

【研究内容】

目標：

人間の知的な学習・教育原理の脳科学的な解明を目指します。教室での学習・教育時に起こっているヒトの知能の特性に注目し、高次認知の発現時に起こる瞬時学習“知的学習”の脳イメージング研究を行い、ヒト固有の知能の構成原理を脳認知科学的に明らかにすることを目標とします。また、それらの成果に基づき、教育法・教授法の評価や構成法への適用と提言を計ります。

研究計画：

人間の知的な学習・教育原理の脳科学的な解明を目指して、問題解決等高次認知の発現時に起こる瞬時学習である“知的学習”に注目した脳イメージング研究を行います。その成果に基づき、知的学習の成立とその記憶の利用に関する一連の研究を遂行し、教育法・教授法の評価や構成法への適用を目指します。

年度進捗状況：

本年度は、なぞなぞ問題解決時に起こる瞬時学習である“知的学習”現象の海馬での脳イメージング研究を継続して行いました。ここでは、知的学習の最も高度な例としてのインサイト現象の普遍性の確認を、各種の実験材料や実験課題、さらには測定手法を変え、多面的に確認を行い、さらに、WM（作業記憶）タスクなど通常の実験心理で使われる認知作業に近い状態で、瞬時学習が起こる条件について、脳イメージングにより調べました。

教育問題等の適用できるレベルで瞬時学習を記述・検討することが、「教育」研究と脳科学のギャップを埋めるために不可欠である。このため、我々の研究成果を核に、さらに多くの脳科学の知見をも反映させて、脳認知科学モデル「構成的知能」の構築の検討を行い、教育学者、教育心理学者、教育社会学者、現場の先生方等にも参加頂き、検討を行いました。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 海馬、記憶、知能形成、教育

【研究題目】 神経伝達物質受容体制御の分子機構

【研究代表者】 亀山 仁彦

【研究担当者】 落石 知世、古賀 裕美子

【研究内容】

中枢神経系における主要神経伝達物質であるグルタミン酸受容体に関してそれらがシナプス可塑性発現時にどのような制御を受けるか分子生物学的・細胞生物学的・生化学的解析を行った。培養神経細胞に光活性化型蛍光タンパク質と融合させた受容体を発現させ、受容体分子の神経細胞内での輸送について検討した。また受容体分子と複合体を形成する分子による受容体の輸送制御について検討した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 グルタミン酸受容体、シナプス

【研究題目】 バイオメタンのナノ炭素化技術及び炭素系複合導電材料の開発

【研究代表者】 張 戦国

【研究担当者】 張 戦国

【研究内容】

本プロジェクトは、平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（産学官連携）のひとつであり、生物由来の有機性廃棄物等を原料として製造したメタンを独自開発した触媒を使用する直接分解プロセスにより、大気中の二酸化炭素を固定化すると同時に CO<sub>x</sub> フリー高純度水素とカーボンナノファイバー（CNF）材料を製造するシステムを開発することを目的とする。産総研では、主に流動層を用いたメタンの直接分解を行い、本水素・機能性炭素同時製造システムへの流動層反応器の適応性について検討する。平成16年度は主に、市販6種類の Ni 触媒の流動化試験及びこれら触媒の流動層メタン分解性能評価試験を行った。その結果、流動媒体との混合使用により、微粉碎した触媒粒子は均一気泡層に近い流動層を反応条件下でも形成・長時間維持できることがわかった。また、Ni 触媒の活性及び寿命は触媒の製造に使用される担体の物理的性質に左右されることも明らかになった。粉流体の連続供給及び連続排出が容易に行える流動層本来の特徴を合せて考えると、これらの結果は、流動層反応器がメタンの直接分解、特に大型プラントでのメタン直接分解に適していることを示すことになる。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオメタン、直接分解、流動層、触媒、ナノ炭素、水素

【研究題目】 H16年度「高効率熱電変換システムの開発 熱電変換モジュール評価技術の確立」

【研究代表者】 小原 春彦

【研究担当者】 小原 春彦、山本 淳、高澤 弘幸、李 哲虎、岡田 安正

### 〔研究内容〕

高効率な熱電変換システムの実用化を目指して、NEDO プロジェクト「高効率熱電変換システムの開発」が平成14年度から開始された。本プロジェクトでは、変換効率が10%を越える熱電発電モジュールの開発や、熱電発電モジュールを用いたシステムの開発が目標とされている。熱電発電モジュール、特に変換効率が10%を越える発電モジュールは動作温度も高く、効率などの性能評価は容易ではない。熱電モジュールの効率は、一般に入熱と電気出力の比として定義されるが、電気出力の測定に比べて入熱の精密な測定は極めて難しい。そこで、本 NEDO プロジェクトでは、管理法人であるエンジニアリング振興協会が熱電発電モジュールの性能評価技術開発を産総研の当グループに委託している。これまで、熱電発電モジュールの評価装置として、従来の Bi-Te 系材料が用いられる比較的低温領域の低い装置（300℃級）と、より高い動作温度の評価装置（700℃級）に分けて開発を行ってきた。300℃級評価装置は、プロジェクト開始以前より当グループで開発を行ってきたので、評価装置としてはほぼ完成した。さらに、700℃級評価装置に関しても、当初の予定よりも前倒しして導入し、昨年度実際にプロジェクト参画各社のモジュールの測定を行い、得られたデータはプロジェクトの中間評価に使われた。17年度は、700℃級評価装置の測定精度をさらに向上させるため、これまで問題となっていた熱輻射が熱流測定に与える影響を極力小さくする改造を行った。さらに、他機関の評価装置との整合性を検証するために、共通の熱電対を使用するための改造や、熱流測定の共通試料の持ち回り測定（ラウンドロビン測定）を行うための準備を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 熱電変換、効率、性能評価

### 〔研究題目〕 高感度センシング及び動的歪計測技術確認試験

〔研究代表者〕 秋宗 淑雄

〔研究担当者〕 高坪 純治、津田 浩、遠山 暢之

### 〔研究内容〕

光ファイバセンサにより鉄鋼材料におけるひずみと亀裂を同時に検出する技術及び亀裂進展監視技術の実用化可能性について、以下の試験を行った。

- 1) ひずみと亀裂を同時に多点で検出する技術の高度化  
レーザ光源、広帯域光源による波長—光強度変換技術を利用した超音波検出の有効性を確認し、ひずみと亀裂の同一システムによる多点計測を行なった結果、ひずみ、亀裂とも計測できることが確認できた。
- 2) 亀裂進展監視技術試験方法の検討

亀裂進展時の亀裂先端の位置と超音波の到達時間との間に明確な関係が得られることを確認し、亀裂開口時ばかりでなく、亀裂閉口時（亀裂が閉じた状態）で

も亀裂先端の位置と超音波の到達時間との間に明確な関係が得られた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 光ファイバ、超音波、構造体健全性評価、FBG、AE

### 〔研究題目〕 地域新生コンソーシアム研究開発事業「海域環境改善のための炭酸カルシウム多孔質体の開発」

〔研究代表者〕 白木 渡（香川大学工学部信頼性情報システム工学科）

〔研究担当者〕 矢野 哲夫、内海 明博、山本 志徳（職員3名、他13名）

### 〔研究内容〕

水産資源増殖構造物の部材の開発と評価及び実海域における多孔質体の有効性を実証することを目的としている。その方法として、水産資源増殖構造物部材のための炭酸化多孔質体を開発し、その強度等特性及び炭酸化評価を行うと共に、実海域における有効性を確認する。

開発した炭酸化多孔質体は従来のものに比べて空隙が大きく、必要十分な強度も備えているものが開発できた。炭酸化については、SEM、偏光顕微鏡による組織観察及び EDS、X 線回折、TG-DTA による分析から定量的に評価することが可能となった。

本研究で開発した大きな空隙を有する炭酸化多孔質体を実海域に設置し評価を行った。炭酸化多孔質体は海域設置直後から高い生物親和性を発揮し、大きな空隙が餌料生物の良い住処となった。その結果、大型生物も引き寄せることができた。

なお、炭酸化多孔質体の原材料としては、鉄鋼スラグと建築副産物のコンクリート塊を使用しており、廃棄物のリサイクルに寄与できるものである。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 魚礁、生物親和性、炭酸化、空隙、餌料生物

### 〔研究題目〕 G-XML 技術を用いた電子地質図の高度利用化の研究開発

〔研究代表者〕 村田 泰章（地質情報研究部門地球物理情報研究グループ）

〔研究担当者〕 村田 泰章、村上 裕、木村 克己、湯浅 真人

### 〔研究内容〕

インターネット上での情報交換を促進する手段として、各分野で標準化が進められている XML (eXtensible Markup Language) 技術のうち、地理情報システムに特化した G-XML プロトコルを用いて、データベース化された地質図の流通を促進し、相互利用を行う環境を実現するとともに、地質図と関連するボーリングデータとの統合利用環境を実現し、知的基盤としての地質図の

高度利用を促進するための技術研究開発を行う。本年度は、ボーリングデータ、地質図及びメッシュデータの組み合わせによる三次元表示手法の研究開発を行った。また、開発した地質情報提供システムの機能拡張及び G-XML ボーリングデータのクライアントデータ対応ビューアの研究開発を行った。また、1/2.5万地質図筑波地域環境地質図の中の地層の等深線や試料採取地点・露頭位置等、さらに、1/5万地質図幅「上石見」の走向傾斜等の3次元地質情報や、点・メッシュ形式で表現される重力などの地球物理データについて、G-XML の適用性の研究を行った。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】G-XML、地質図、国際標準、電子地質図

【研究題目】基準認証研究開発事業「微生物酸化分解試験法」におけるシステムの炭素バランスの解析

【研究代表者】国岡 正雄（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】国岡 正雄、船橋 正弘、田口 洋一

【研究内容】

保有する微生物酸化分解評価装置を用い、生分解性プラスチック研究会が提案し、ISO/TC-61/WG-22で議論された ISO14855 Part2に関わるリングテストに日本側参加機関として参加し、数種類の高分子の生分解データを取得した。このデータを基準認証研究開発事業により、開催されるワークショップに参加し、リングテスト参加6ヶ国（インド、スウェーデン、イタリア、中国、米国、ベルギー）が取得したデータと総合的に検討を加え、当該、評価法の国際規格としての解析を行った。種々の条件、測定時間における微生物量をその ATP 量等により、測定し、微生物活性と生分解度の相関を明らかにし、この評価方法における最適条件とその理由を明らかにした。

【分野名】標準

【キーワード】生分解、ISO14855-2、微生物酸化分解

【研究題目】平成16年度エネルギー使用合理化システム開発調査等委託費（バイオプロセス実用化開発委託事業）における生分解性実証試験に関わる研究

【研究代表者】国岡 正雄（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】国岡 正雄、船橋 正弘、田口 洋一

【研究内容】

2005年日本国際博覧会（愛知万博、愛称：“愛・地球博”）の会場では、様々な場面でバイオマス由来の生分解性資材（BP）から製造されたごみ袋や食品容器包装資材（ワンウェイ型食品容器包装やリターナブル型食器具等）を導入された。これらの廃品に対して多様なリサイクルを実施した。これ等の実証事業は、実際に供給する BP 製品の完全生分解性の担保が前提であり、その証

明を必要とする。愛・地球博会場に導入した BP 製品を、微生物酸化分解評価装置を用いて ISO14855-2に従った生分解データを取得し、生分解性について解析した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】愛知万博、生分解評価、ISO14855-2、微生物酸化分解

【研究題目】機差を吸収する先進的多機能金型プラットフォームの研究開発

【研究代表者】大橋 隆弘

【研究担当者】大橋 隆弘、森田 孝男

【研究内容】

自動車用パネルなどの高付加価値高精度な大型の絞り成形品は、我が国プレス産業・金型の独壇場であり、外国メーカの価格競争に対し高精度・短納期化で対抗してきた。ところが、プレス機機差のため、高精度な金型は試作ラインで調整・完成した後、量産ライン・納品先で数週間～数ヶ月間の修正や調整作業が必要されており、海外への展開を含め、我が国の金型メーカにとって人的・物的資源負担が大きい。そこで、(株)ヒロテック、マツダ(株)、ヒルタ工業(株)、(株)ASTOM、広島県立西部工業技術センター生産技術アカデミー、国士舘大学、国立小山工業高等専門学校と共同で、プレス機と金型の間に機能性の高い金型支持システム（金型プラットフォーム）を挿入し、システムに、①型裏面の支持位置をリロケーション/能動・受動コントロールする可変剛性機能を有する支持ユニット、②プレス機と独立可動なパンチユニット、の二種類のユニットを内蔵することで、プレス機間の機差を吸収する研究開発を行った。①により金型弾性変形の抑圧・調整を実現、成形中の金型の実質的表面形状・成形圧力分布を調節し、製品欠陥を回避する。②については①で解決できなかった欠陥回避に供する。支持ユニット位置を変えることで、支持荷重を均等化させ、金型の弾性変形を抑えることができることを確認した。また、制御及び支持ユニット配置の計算プログラムなどを開発した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】金型、深絞り、デジタルエンジニアリング、CAT、技能の技術化

【研究題目】ポリピロールを用いたホール輸送材料の導電性について

【研究代表者】八瀬 清志（光技術研究部門）

【研究担当者】吉田 郵司、近松 真之

【研究内容】

高いキャリア輸送性を示す有機材料の開発は、有機 EL 素子に代表されるデバイスへの応用に向けて、近年盛んになっている。有機 EL ディスプレイは、カーステレオ、PDA、携帯電話、デジタルカメラ用ディスプレイとして既に搭載が始まっており、今後さらに実用化が

加速すると予測されている。しかしながら、現在市場に出ている有機 EL ディスプレイは、低分子系材料を用いた真空プロセスにより製造を行っており、コストがかかりすぎるといった問題点がある。これに対して、溶媒に可溶で塗布が可能な、高分子系材料を用いた有機 EL の開発は、印刷プロセスが適用できることで大幅なコストダウン化が図れるため、近年重点的に行われている。その中で正孔輸送（注入）性材料は、現在ポリチオフェン誘導体が主に用いられている。しかしながら、素子の安定性および正孔輸送の点ではまだ改善が必要であり、ポリチオフェン誘導体以外の材料の開発が求められている。そこで本試験では、新規添加剤を用いたポリピロール材料を開発し、正孔輸送材料としての基礎的な物性評価と、有機 EL 素子における特性評価を行った。

ポリピロールに新規添加剤である TCNA をドーブした導電性高分子を調製し、これをスピコートにより基板上への薄膜化を行った。この導電性高分子薄膜を用いて、有機 EL 素子における正孔輸送材料とするために必要な表面抵抗率や、HOMO、LUMO、キャリア移動度等の物性を測定し、TCNA の濃度と物性値の関係を明らかにした。ホール輸送材料としてポリピロールを用いた高分子有機 EL 素子を作製した。ITO 電極上にポリピロールをスピコートし、その上に発光層として、青色蛍光発光高分子ポリフルオレンや緑色燐光発光材料 Ir(ppy)<sub>3</sub>を分散した高分子などをスピコートした。その後、カルシウムやアルミなどの低仕事関数金属を陰極として真空蒸着法により作製した。素子の特性評価は、電流－電圧－輝度測定により行い、測定環境は、室温大気中で行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】有機 EL、導電性高分子、ポリピロール

【研究題目】平成16年度沖縄産学官共同研究推進事業  
（地下浸透海水を利用した低コストサンゴ生産による環境保全技術の開発及び、生態系リサイクル養殖システムによる高商品価値の水産物養殖技術の開発）

【研究代表者】垣田 浩孝

【研究担当者】垣田 浩孝、坂根 幸治（職員2名）、  
ラメッシュ チトラカー、渡辺 久美子、  
木村 旬子（非常勤職員3名）

【研究内容】

沖縄地下浸透海水をサンゴ飼育水として利用するために、地下浸透海水の性状、成分分析による特性把握を行う。また沖縄地下浸透海水中の栄養塩低減技術を検討する。

各種沖縄地下浸透海水中の栄養塩類（NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>、NH<sub>4</sub>、Si、PO<sub>4</sub>）及び元素（Na、Ca、K、Mg、Sr、Fe、Ni、Co、Zn）成分濃度を明らかにし、サンゴ生産システムに利用可能な地下浸透海水を明らかにした。一方、

沖縄地下浸透海水中の栄養塩低減技術として、有用水産海藻類による栄養塩吸収の効果評価を行い、海ぶどうによる栄養塩吸収能が高いことを明らかにした。海水中に存在する珪藻類の繁茂による海ぶどうの生長阻害が問題となったが、海ぶどうの効率的培養技術を考案することにより対応した。これらの結果、地下浸透海水サンゴ養殖における全体のシステム設計のための重要な知見が得られた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】環境保全、水環境、海水

【研究題目】無機マイクロカプセル成形技術の開発、  
インテリジェント化および体系化

【研究代表者】藤原 正浩

【研究担当者】藤原 正浩、塩川 久美

【研究内容】

マイクロカプセルは内部に様々な物質を内包でき、そのことにより内包物質の機能を安定化・高度化できることが期待されている。産業技術総合研究所人間系特別研究体では、水／油／水系エマルジョンによる無機質マイクロカプセルの調製方法（界面反応法）を研究している。このカプセル形状および膜構造等の性質を制御する技術は、ナノ機能粒子のカプセル化の実用展開における基盤技術となる。本研究では、マイクロカプセルの膜材料として無機物質を選び、マイクロカプセルの特性のうち、特に形状、粒子径、カプセル膜の厚さ、膜内に存在する細孔の構造制御等のマイクロカプセルに関する基盤技術を体系化することを目指す。

界面反応法による無機質マイクロカプセル合成の特徴は、反応段階において自動的に中空になることである。したがって、水／油エマルジョン形成時に、水相に分配される微粒子を混合させると、その微粒子はマイクロカプセル内に取り込まれることとなる。シリカマイクロカプセルでは、内包する微粒子が色を持っている場合、この微粒子の色を持った微粒子内包マイクロカプセルとなることを見出した。この色は内包させる粒子によって変わり、表示材料へ応用できる可能性があることを明らかにした。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノ粒子、マイクロカプセル

【研究題目】CO<sub>2</sub>ハイドレート天盤被覆層のガス封入  
性能と安定性の評価研究

【研究代表者】染矢 聡

【研究担当者】竹村 文男、宋永 臣

【研究内容】

海底の環境である低温・高圧条件と海底堆積層直下の環境を利用した新規の CO<sub>2</sub>隔離技術の実現可能性を明らかにすることを目的とする。低温・高圧条件では（海）水と液体 CO<sub>2</sub>の界面で、固体であるハイドレー

トが生成されることが知られており、海底直下の堆積層中で人為的にハイドレートを生成させることができれば、堆積層の強度の補完と貯留 CO<sub>2</sub>溶出防止の効果が期待される。そのため CO<sub>2</sub>ハイドレート天盤被覆層の安定性について、海底で想定される温度・圧力・塩分濃度などをパラメータとして実験的に調べる。また、CO<sub>2</sub>ハイドレート層の安定性評価モデルに必要な CO<sub>2</sub>-水系の物性データについて、収集・整理しモデルの構築を図る。今年度は、地下帯水層を模擬したポーラスメディア内においてハイドレート人工天盤層を形成し、天盤層内の残存水分量や温度、圧力をパラメータとして CO<sub>2</sub>の浸透率測定試験を行った。その結果、CO<sub>2</sub>浸透率は残存水分量に比例して低下し、これが約60%を超える条件では、CO<sub>2</sub>は容易にはハイドレート層を透過できないことがわかった。また、評価モデルに必要な物性値として CO<sub>2</sub>溶解水の密度測定を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】CO<sub>2</sub>大量隔離、ハイドレート

【研究題目】環境汚染物質測定用オプティカルイオンセンサーの創製

【研究代表者】松永 英之

【研究担当者】松永 英之、鈴木 敏重、菅野 千晶、Tatineni Balaji

【研究内容】

本研究開発は、簡便かつ迅速・高精度で自然環境の汚染物質を検知可能な計測技術の一つである光を利用するイオンセンサー技術を開発・実用化し、製造業等で問題となっている代表的な汚染物質であるフッ化物イオンの簡易計測を可能にする、低コスト簡易迅速計測システムの実現を目的とする。

フッ化物イオンが有機ジルコニウム錯体と選択的に錯形成する性質を利用し、有機ジルコニウム錯体に配位した蛍光試薬とフッ化物イオンとの配位子置換に基づく蛍光消光反応を計測することにより、現行排水規制値（8ppm）および現行環境規制値（0.8ppm）よりも低濃度（0.1ppm）のフッ化物イオンを、溶媒抽出等の濃縮操作を行わずに、その場（in-situ）で測定可能な試薬キット及び簡易蛍光光度計を組み合わせた測定システムを開発する。

平成16年度は、試薬キットのデザインを検討し、フラボノールスルホン酸ナトリウム、ジルコニウム-EDTA錯体、pH 緩衝剤の試薬混合粉末がフッ化物イオン計測用試薬キットとして有効であることを確かめた。さらに、この試薬キットを成型し錠剤化することに成功した。次に、励起光源に発光ダイオードを受光素子にフォトダイオードを組み合わせて、マイクロコンピュータを搭載した持ち運び可能な簡易な蛍光検出器を開発設計し、専任の分析技術者で無くとも誰もが簡便に取り扱い可能な専用の蛍光検出器を開発試作した。すなわち、本成果品であ

る可搬型簡易蛍光光度計と試薬キットを用いることで、今まで測定結果を得るのに一時間程度を必要とし、なおかつ、専任の分析技術者による煩雑な分析手法を必要とした公定法に代わる新たな測定手段を提供することができる。

【分野名】環境保全技術

【キーワード】フッ化物イオン、簡易計測、ポータブル蛍光光度計

【研究題目】平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（ポストゲノム解析を簡便にする生体試料精密分画キットの開発）

【研究代表者】植村 浩

【研究担当者】植村 浩、嶋根 加奈

【研究内容】

目標：

本地域コンソ全体の目標はプロテオームやメタボローム等の解析に代表されるポストゲノム解析において、多様な生体や生物試料から目的成分を精密に分画し、種々の高度かつ高速な分析機器に通用できる、先進的、汎用かつ簡便な試薬キットを開発し、その事業化を図ることである。

研究計画：

上記目標中、「相互作用解析に関する SPR チップ、ISFET 分析用試薬の開発」を分担担当する。特に分析手法評価のための標準化サンプルの検討を行うため、酵母遺伝子上の制御領域に関する情報を開発分担機関に提供する事を目指し、新規開発試薬評価に利用可能な遺伝子領域を探索する。

年度進捗状況：

分析手法評価のための標準化サンプルの検討を目指し、以下の点を検討した。

出芽酵母の解糖系遺伝子の統括的な制御因子Gcr1pの結合領域に関する解析を行った。その結果、結合部位は保存性の高いCTTCCをコア配列とするが、その前後の配列には揺らぎの有り、前に（G/A）（G/A）、後ろに（T/A）N Tという配列があることが明らかとなった。しかし、この揺らぎによる結合能の差違やその生物学的な意義は未だに明らかでないため、これらの配列はSPR等による特異性や親和性の解析の良いモデル系となると考えられ、その情報を開発分担機関に提供した。

また、分裂酵母の糖代謝関連遺伝子に関しては、未だにその制御領域や作用する転写因子は同定されていないため、ポストゲノム解析に対応する網羅的な制御領域に関する情報の提供を目指し、レポーター遺伝子を用いた実験と、ゲノム情報を活用したコンピューター解析の両方を用いての DNA 上の制御領域の同定の試みを開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子発現、転写因子、転写制御領域、

## DNA-タンパク質相互作用

〔研究題目〕平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（デスクトップイオン打ち込み装置の研究開発）（外部資金）

〔研究代表者〕堀野 裕治

〔研究担当者〕堀野 裕治（職員1名）

〔研究内容〕

次世代 SiC デバイス製造及びナノサイズ・デバイス製造に適合する小型・低価格・基板加熱（2インチサイズ、Max. 800℃）型デスクトップイオン打ち込み装置を研究開発する。

本イオン打ち込み装置のイオン源には、独自の PIG イオン源を研究開発して採用する。SiC 半導体基板へ p あるいは n 型用 Al、B、N 等のイオン電流が量産プロセスを可能にするレベルで得られる PIG イオン源とする。最大加速エネルギーは、100keV（2価イオン；200keV）とするが、この加速絶縁管には、独自に開発する有機物絶縁材料を用いる。イオン振り分け装置は、独自のコンパクト型ウィーンフィルターを研究開発して採用する。SiC 半導体基板サイズは、現在、2インチ径であり、このサイズで Max. 800℃の基板加熱が可能な試料室（到達圧力1E-5Pa）を製作する。

本年度は、昨年度に引き続き、加速するイオンの発生に必要なイオン源材料の調査および電極形状の概念設計、必要なイオンのみを選別するイオン振り分け装置のフィルターとしてウィーンフィルターの概念設計を行った。また、試作中の装置の評価として、実際に SiC やダイヤモンド基板に窒素注入を行い、その試料への目的イオン以外の不純物の混入の分析を行い、システム設計へのフィードバックを行った。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕イオン注入、イオン加速器、SiC

〔研究題目〕平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（Zr-Ni 系アモルファス膜利用メタノール改質水素製造装置の開発）

〔研究代表者〕原谷 賢治（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕向田 雅一、原 重樹、伊藤 直次

〔研究内容〕

水素のみを選択的に透過させることができる膜としてパラジウム合金が知られているが、大変高価なことが普及の障害になっている。我々はこれに代わる安価な水素分離膜として Zr-Ni 系アモルファス合金を提案してきた。本研究開発は、メタノール改質器とアモルファス合金膜を組み合わせることで、燃料電池に利用可能な高純度水素を供給するシステムを構築することを目指している。産総研は学術的な研究開発とシステム実証の間のギャップを埋め、本研究開発を効率的に進めることを目的として、水蒸気を含む改質模擬ガスを用いた水素分離

における長期的安定性の評価および膜物性の評価を行った。

その結果、加湿改質模擬ガスからの分離において透過ガスには不純物は含まれておらず（分析に用いたガスクロマトグラフの検出限界は1ppm）燃料電池へ供給しても電極被毒が起こらない高純度の水素が得られることが明らかになった。しかし、これまで使用してきたアモルファス Zr<sub>36</sub>Ni<sub>64</sub>合金は加湿ガスからの長時間の分離に問題があり、実用的には別組成の合金を用いる必要があることが分かった。

さらに、水素濃度依存性のあるアモルファス合金中の水素拡散係数を評価する方法を提案し、Zr 量とともにアモルファス合金の透過係数が増大するのは、水素溶解度と水素拡散係数が同一水素雰囲気下において増大するためであることも明らかにした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕水素分離膜、アモルファス合金、Zr-Ni 合金

〔研究題目〕近畿経済産業局、財団法人金属系材料研究開発センター、平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「Xθ型大電流電子ビームによる高密度・高速描画装置の開発」

〔研究代表者〕富永 淳二（近接場光応用工学研究センター）

〔研究担当者〕栗原 一真（兼務）、深谷 俊夫（兼務）、桑原 正史（兼務）（職員4名）

〔研究内容〕

50-100GB クラスの光ディスクに必要な高密度連続曲線描画を、新たな付帯設備なしで短時間で行える Xθ型大電流電子ビーム高密度・高速描画装置の実現、及び欠陥部分を原子レベルで測定できる高密度原盤評価装置の実現するものである。H16年度は初年度として、担当する光ピックアップユニットの作製と試作原盤の原子間力顕微鏡による形状評価を行った。年度目標をほぼ達成できた。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕ナノテクノロジー、先進光技術、光ストレージ

〔研究題目〕水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価

〔研究代表者〕福山 誠司

〔研究担当者〕横川 清志、福山 誠司、今出 政明（職員3名、他1名）

〔研究内容〕

目標：

燃料電池・燃料電池自動車の大規模な普及のために、安全性の確保を前提とした燃料電池関連機器の包括的な

規制の再点検に寄与する各種材料の技術開発や特性データ取得を行い、公共の技術基準案や例示基準案の作成等に資する。

研究計画：

70MPa 級高圧水素貯蔵における材料物性共通基盤技術に関する研究を実施する。平成16年度は、高圧水素貯蔵用候補材料の水素脆化として、蓄圧器用候補材料やバルブ用候補材料について高圧水素による水素環境脆化を検討する。また、100MPa 級高圧下試験のための試験機器開発を実施する。平成16年度は既に開発した機器について、更に圧力シールの構造再検討、試験機改造や試験方法の提案、検証を進める。

年度進捗状況：

#### ① 70MPa 級高圧水素脆化評価

蓄圧器用候補材である SCM440低合金鋼の引張性質は、水素圧の増加あるいは歪み速度の減少と共に劣化した。水素の影響は焼鈍し材<焼ならし材<焼入れ材の順に大きくなった。また、引張性質は焼戻し温度の上昇と共に改善し、水素の影響は小さくなった。しかし、水素脆化度としてはかなり大きく、現状の高圧ガス保安法における使用と同様の管理区域で定期点検等を実施して使用すべきものと考えられる。

バルブ材の各種候補材料について水素脆化評価を行い、使用の可能性を検討した。オーステナイト系ステンレス鋼として SUS316L の水素脆化度の小さいことを確認した。銅合金は大気における結果が水素より引張性質が低下することを確認したが、Al 合金も同様であり、今後更に検討することになった。

#### ② 100MPa 級水素特性試験装置の開発

既に開発したフリーピストン型の100MPa 級水素特性試験装置について、圧力シールの構造再検討、試験機改造や試験方法の提案を行い、完成度を向上させた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 燃料電池自動車、高圧水素貯蔵、水素脆化、水素環境脆化

〔研究題目〕 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

(医療・環境分析用マイクロフローチップの開発)

〔研究代表者〕 清水 肇

〔研究担当者〕 前田 英明、山下 健一、宮崎 真佐也、山口 佳子

〔研究内容〕

本提案研究は、健康診断やその他の末端の医療現場で簡単かつ安価に使用できる遺伝子 DNA 分析法の開発を行い、キットなどの使いやすい形式での商品化を目指すものである。具体的には、ガンや生活習慣病へのかかりやすさを指摘し、注意を喚起するための「疾患リスク診

断フローチップ」や、特定のウイルスへの感染の有無を調べる「感染症診断フローチップ」などの開発を目標としている。さらには、環境ホルモンに代表されるような、ある種の毒性を持つ特定の化学物質へも対応するため、細胞・微生物フロー分析デバイスの開発も同時に行う。また、薬を処方する際に、遺伝的因子から適切な薬の種類や量などの情報を得るためのツールという、テーラーメイド医療を根底で支えるフローチップの開発も行う。これらは、使用目的は違っても、原理的本質はすべて同じである。本提案研究の特徴は、精度の高さと価格の安さである。従来法の多くは、固相担体上のプローブ DNA との相互作用の有無によって検出を行ってきたが、その検出の精度には限界が見え始めている。このような従来法とは対照的に、本提案研究では、マイクロ流路を流れる液体が層流となることを最大限に活用し、プローブ DNA を固定化しない、完全流れ系の検出システムとすることで高精度を実現する。現状での基礎的検討では、従来法の10倍高精度を達成している。さらに検査の精度を上げるため、使用するプローブの選定と改良、検出機器および方式の改良、そしてマイクロチップ基板の選定と加工法を見直し、一塩基性変異検出の精度向上を目指した。これにより分析値の変動係数を2~3%へ低減することが可能になり、一塩基性変異の高感度・高精度検出において大幅に性能を向上させることができた。遺伝子分析において実用化に耐えうる精度を達成したと言える。

一方、細胞、微生物を利用した薬剤スクリーニングのためのフローシステム、および環境分析のためのフローシステムの構築のための基盤技術も確立することができた

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕  $\mu$ -TAS、マイクロリアクター、バイオセンサー、遺伝子診断、マイクロフローシステム、テーラーメイド医療

〔研究題目〕 Si/SiC/TiO<sub>2</sub>系可視光応答型三次元微細セル構造光触媒フィルタを用いた環境浄化システムの開発

〔研究代表者〕 谷 英治

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 谷 英治、木村 邦夫

〔研究内容〕

本研究では、九州センターで開発した Si/SiC/TiO<sub>2</sub>系可視光応答型三次元微細セル構造光触媒フィルタの製造技術をベースに、その改良を行うと共に、汚染流体の浄化を目的とした太陽光利用リアクタの開発を行い、環境浄化システムを構築することを目的としている。

本研究では、ポリウレタンスポンジを原料に用い、このスポンジとほぼ同じ構造の Si と SiC から成る超軽量セラミック多孔体を開発した。開気孔率も~97%と高く、密度も0.1g/cm<sup>3</sup>以下と非常に超軽量の多孔質材料であ

り、骨格部分の太さも原料スポンジと同じ太さであるので、光の透過性が非常に良好である。またスポンジ構造は3次元微細セル構造であるので、触媒担持体としては理想的な形状である。このセラミック多孔体に光触媒をコーティングすることにより、非常に高効率な光触媒用フィルタになることが明らかになった。また、光触媒をコーティングした Si/SiC 系セラミック多孔体は紫外線のみならず、蛍光灯の光でも光触媒の効果が認められたので、可視光での応用も考えられる。

この Si/SiC/TiO<sub>2</sub>系可視光応答型三次元微細セル構造光触媒フィルタを用いて、色素溶液の分解実験を行って、次の結果を得た。光触媒を用いたリアクタを作製し、太陽光利用でも色素溶液の分解が行えることが分かった。しかし、UV ランプ（殺菌灯）を用いる方が効率良く、色素は分解できた。また、光触媒浄化作用の高効率化のために、リアクタ内部をジグザグに色素溶液が流れるようにシートに穴を空け、触媒と接する回数を増加すると、浄化効率が上がり、特に流速が低い場合にその効果が顕著になることが明らかになった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 光触媒、炭化ケイ素、Si/SiC フィルタ、3次元微細セル、可視光

【研究 題目】 次世代ディスプレイ用超微粒子高輝度蛍光体の開発

【研究代表者】 徐 超男

【研究担当者】 今井 祐介、西久保 桂子、馬廷 麗、井筒 弘信、立山 博  
大電株式会社 佐賀大学理工学部

【研究 内容】

プラズマディスプレイパネル（PDP）の消費電力低減化と液晶表示ディスプレイ（LCD）のバックライトの水銀フリー化を実現することを目的として、新規な高輝度超微粒子蛍光体の実用化技術を確認し、高効率次世代ディスプレイの開発に貢献する。

研究開発実施期間は、平成15年～平成18年であり、本年度は第2年度である。各年度の研究計画は、次の通りである。

初年度：超微粒子蛍光体製造装置を試作し、超微粒子製造条件を検討する。

第2年度：高輝度超微粒子蛍光体の製造条件および均一分散ペーストの作成方法を確立する。

第3年度：高輝度超微粒子蛍光体の実用化技術を確認する。

前年度は、超微粒子蛍光体製造装置の設計と試作を行い、その製造条件の検討および得られた超微粒子の特性解析を行った。今年度は、超微粒子蛍光体の製造条件として、超微粒子収集条件、表面安定化処理に関する検討を進め、作成した超微粒子について、局所構造解析を行った。また、均一分散ペースト作製条件については、溶

剤及び各種添加剤組成について分散性の評価の検討を行い、作成したペーストについて焼成条件の検討を行った。さらに、作成したペースト焼成膜について、微細構造観察、粗さ解析、発光特性の評価を行った。この結果、粒径約200nm の球状微粒子が得られ、蛍光体の発光強度が従来のものより約1割向上した。さらに、均一分散ペーストおよびその焼成膜の作成について最適な条件を見出した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ディスプレイ、蛍光体、超微粒子

【研究 題目】 脳生体情報を用いた運動機能補助：眼電図情報を用いた食事動作の運動機能補助装置開発

【研究代表者】 上野 直広

（実環境計測・診断研究ラボ）

【研究担当者】 秋山 守人

【研究 内容】

本研究では、上肢機能が麻痺した患者の食事動作支援装置における運動補助機構において、機械装置と人との間に発生する相互干渉を、患者を拘束することなく、かつ装置の存在を意識させずに計測することをターゲットとし、柔軟で人体になじみやすく、どこにでも設置可能であるように薄く耐環境性を備える箔状フレキシブル圧電センサの研究開発を行ってきた。今年度は、機械的強度の強化、厚みの抑制とフレキシビリティの向上のため、薄膜形成基板として良好な耐熱性を有する高分子材料であるポリイミドフィルムを選択し、これを用いた新たな箔状フレキシブル圧電センサを開発した。まず、圧電性を有する窒化アルミニウム薄膜を、厚さ8.5μm のポリイミドフィルム上に直接形成する技術を開発した。アルミ箔上に形成したものと比較して若干圧電性が劣るが、基板の厚みが減少したことによる構造パラメータの寄与によりセンサとしての高感度性は保持されている。またポリイミドフィルム自体を絶縁膜とすることにより電極間の絶縁性が完全に保証され、電極形成を蒸着などの方法で行えるようになったため、センサ作製工程の簡略化を行うことができた。さらに電極材料として様々な金属が利用可能になり、従来信号線の取り出し部において問題となっていた半田付けが可能となったため、信頼性・耐久性を飛躍的に向上させることができた。信号線を含めたセンサ全体を煮沸し、性能劣化がなかったことを確認している。センサの厚みも60μm に抑えることができたため、様々な箇所への設置可能性を向上させることができた。

【分 野 名】 標準

【キーワード】 センサ、窒化アルミニウム、圧電

【研究 題目】 戦略的基盤技術力強化事業（6軸力覚センサに関する研究開発）

〔研究代表者〕 岡田 和廣 (㈱ワコー)

〔研究担当者〕 山田 陽滋、Seong-Sik Yoon  
(非常勤1号)

〔研究内容〕

すでに実用化されているパワーアシスト機器「スキルアシスト」の操作力を検出する目的で開発中の静電容量式6軸力覚センサをスキルアシストに搭載し、これを使用する立場の者として評価するために、スキルアシストの作業環境下でそのノイズを観測・評価し、問題点を把握する。そして、それらの原因を究明し、さらに問題点に対する対策を立案することが平成16年の事業目標であった。実際、同年度内においては、実装試験に基づいて把握される問題点に対する原因の追究、および外乱モデルの構築を行った。平成15年度の実機テストで設置方法(アースのとり方等)の違いでノイズの発生が大きく変わる等の課題が指摘された。これが、電力系のノイズが信号系に影響したためと考えられることから、センサ自体、センサのケーブル、信号測定装置および電圧供給装置、スキルアシストで区分して原因を究明し、実施計画書に記された④電子回路2(基板化)の設計と⑩筐体の作成に反映させた。センサのケーブル、信号測定装置および電圧供給装置、スキルアシストサーボ ON時それぞれについて、究明された原因(無シールド、センサスキルアシストの接地ラインの共通接続、サーボ ONによる電磁波ノイズ)に対する対策を施し、それらに対するノイズ低減率(NRR)を計算して減小効果を総合的に評価し、対策案の提言に資することができた。

〔分野名〕 ロボティクス

〔キーワード〕 力覚センサ、静電容量、パワーアシスト

〔研究題目〕 平成16年度地域新生コンソーシアム研究  
開発事業「ピコインジェクターと分取機  
構を有する新規バイオデバイスの開発」

〔研究代表者〕 大家 利彦

〔研究担当者〕 石川 満、大槻 莊一、篠原 康雄、  
中原 伴徳

〔研究内容〕

本研究プロジェクトにおいては、マイクロチップ型の電気泳動装置にピコインジェクター技術による試料導入機能、液流制御による高精度分取機構、高感度多次元光検出による計測機能などの技術・研究シーズを生かしつつ、これらを協調動作させるためのフィードバック制御機能を付加し、多種多様な分子量の蛋白質等の混合物から、目的の分子量(サイズ)の部分を高速・高精度に分離し、取り出すことが可能な新規バイオデバイスを開発することを目標とする。

本研究開発のターゲットとなる新規バイオデバイスでは、1)ピコインジェクターによる試料射出、2)チップ上の試料導入口への着弾、3)電極間の電位差により泳動流路中を移動・分離、4)光による分離状態検出、5)分取動

作、6)分取ウェルへの試料捕集といった一連の動作を行うことで、生体高分子試料中から特定の物質の分析・分取を実現する。

平成16年度には、1)ピコインジェクターの試作と最小液滴径 $10\mu\text{m}$ までの安定射出、2)樹脂板上への流路試作と流路幅 $5\mu\text{m}$ への対応、3)スキャン型光学系による $10\text{ng}$ 以下の蛍光標識DNAの検出、4)分取動作に向けた、マイクロ液流のレーザ駆動等を達成した。また、5)装置構築に向けたユニット間制御装置の基本設計と6)分取機能確認に向けたサンプル選定を実施した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 電気泳動、液滴、ピコリットル、試料分取

〔研究題目〕 進化する情報家電インタフェースの研究

〔研究代表者〕 森 彰

〔研究担当者〕 森 彰、橋本 政朋、泉田 大宗

〔研究内容〕

情報家電を用いたITによる生活の情報化とそれに伴う生活様式の変革により、単に便利で快適というだけではない、今まで想像できなかったような形での生活環境の向上が期待される。特に情報家電は、消費者ニーズを汲んだ物作り(製品化)、組み込みシステム及び高度情報通信ネットワークというわが国が世界の中でも高い競争力を誇る技術の結集であり、その国民性ともあいまって、新しい概念の事業を世界に先駆けて創出し、技術面で先導していくことが可能である。本テーマでは、今後の我が国の情報家電製品における操作の簡易化技術、相互運用技術等に活用していくことを目指して、ユーザの要求を満たすための機能をユーザインタフェースという基盤ソフトウェア技術により実現することが目的である。進化するインタフェースのシステム開発という観点から、ユーザからの指示の文脈や接続機器の状態に応じた処理を行うことが可能な音声対話インタフェースの開発を行った。特に、話し言葉による双方向のユーザインタフェースの実現を目指し、1)住人の自然な音声発話を認識して動作する音声制御機能、および、2)暮らしのパターンに合わせて有益な情報をタイミングよく音声で伝える生活支援機能、の双方をホームネットワーク上のミドルウェアと連携した形で実現した。実証実験と各世代の男女40名に対するヒアリングデモを通じて、実現された技術の有用性と今後の開発へのフィードバックを得た。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 情報家電、音声インタフェース、相互運用

〔研究題目〕 平成16年度地域新生コンソーシアム研究  
開発事業(LPI法によるナノ形状セラミ  
ックスの高感度ガスセンサへの適用)

〔研究代表者〕 櫻井 宏昭(環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 小林 哲彦、木内 正人、櫻井 宏昭

〔研究内容〕

LPD 法（液相析出法）および LPI 法（液相充填法）により規則構造を付与した金属酸化物は、セラミックスのその形状の制御をサブミクロンあるいはナノオーダーで行った材料である。本研究では、セラミックスナノ構造体をこれらの方法により作成し、その局所的反応特性を評価する。得られた材料の機能性を生かし、揮発性有機化合物（VOC）に対して高感度、高選択性のナノ構造薄膜型半導体式ガスセンサとしてデバイス化を目標とする。

ガスセンサにおいては、特に反応面積や反応物質の拡散が重要な反応のファクターとなる触媒反応と有機分子の分解過程が選択性や応答性に影響を及ぼす。反応時の物質拡散に適応させたテンプレート形状を構築し、高次セラミックスナノ構造体の設計による反応機構を解明してゆく必要があり、これを産総研が担当する。

本年度は、高次構造を付与した金属酸化物として、酸化物粉末の表面に LPD 法により薄膜を形成した材料について、VOC 類の吸着挙動に関する検討を行うと共に、VOC 酸化反応特性と薄膜作成時の脱水および加熱等の前処理履歴との相関について検討を行った。

VOC 分子の反応量が CO<sub>2</sub>、CO 等確認された生成物の生成量合計を上回る場合があり、このギャップが LPD 法で薄膜形成した試料に関して著しく観測されることが昨年度見出されている。熱履歴との関係では試料の焼成温度が低いほどギャップが著しくなることが明らかになり、昇温脱離測定等の結果から反応中間体の表面への吸着・蓄積に由来するものと結論された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノ構造、ガスセンサ材料、触媒特性

〔研究題目〕 石炭鉱山におけるマンロケーションシステムの研究

〔研究代表者〕 鈴木 忠

〔研究担当者〕 鈴木 忠、唐澤 廣和

〔研究内容〕

豪州の本質安全防爆規格に適合できるマンロケーションシステムを開発するための調査・研究を実施した。マンロケーションシステムの防爆仕様を決めるための豪州などにおける防爆規格の調査の結果、豪州における坑内機器の防爆構造の認定は、IEC 本質安全防爆構造規格に準拠しており、マンロケーションシステムを構成するタグとリーダの本質安全防爆構造化も、この規格に適合することが必要であることが明らかとなった。我が国の本質安全防爆構造に関する日本工業規格は、一部 IEC 規格と整合していない部分もあるため注意が必要である。マンロケーションシステムを構成するタグ・リーダシステムの開発に必要な同規格に適合するハードウェアの設計指針の提案では、設計に当たって、タグ発信コード数、

発信周波数、サイズと重量、タグ・リーダ間の送受信距離などの基本条件を定めた。タグについては、所定の試験ガスに点火せず、かつ高温によって爆発性雰囲気点火する恐れがないように、電子部品やタグプリント基板等の設計を行った。リーダは固定して使用するので、リーダ用の電源は直流の固定電源とした。これは電源の交換が不要であるという利点を有する。また、豪州の防爆検定機関（Simtars）においてマンロケーションシステムの事前評価のための打合せや事前評価を受けた。事前評価のための打合せでは、豪州仕様で、かつ本質安全防爆構造のタグ・リーダの概念設計、詳細設計、製作及び事前評価に必要な情報等を調査・収集した。これら結果を基に、マンロケーションシステムを構成するタグとリーダの電子部品、電気回路、プリント基板、配線、コネクタ等について事前評価を受けた。この結果、豪州の防爆検定合格を取得するための本試験に移行できる見通しを得た。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 石炭鉱山、マンロケーションシステム

〔研究題目〕 次世代高効率石炭ガス化発電プロセスの開発に関する調査

〔研究代表者〕 幡野 博之（エネルギー技術研究部門クリーン燃料グループ）

〔研究担当者〕 幡野 博之、古谷 博秀、鈴木 善三、松田 聡、倉本 浩司、松岡 浩一

〔研究内容〕

現在、石炭発電技術として、石炭ガス化複合サイクル発電（IGCC）や石炭ガス化燃料電池複合サイクル発電（IGFC）の開発が行われている。さらに高効率を目指した次世代の石炭ガス化発電システムとして、ガス化に必要な熱を高温ガスタービンの排熱を再生利用し、石炭ガス化をより低温で行うようにするシステムを提案している。

平成16年度、産総研では、1）全体システム設計、2）高濃度高速粒子循環システムの検討を行い、以下の知見を得た。

1）全体システム設計では、A-IGCC の1つの形として、投入石炭と発生するガスの発熱量が同じになる条件を見出しこれを評価した。また、A-IGFC ではアノード循環することが効率向上に大きな効果があることがわかったが、実際には解決すべき課題も多いことがわかった。

2）高濃度高速粒子循環システムの検討は、まず常温での流動特性を調べるため、エアリフト方式の高粒子フラックスの輸送管を用意した。ビデオ観察の結果、本実験系では高粒子フラックスになると粒子プラグ・気泡スラグというプラグ／スラグ流になることが分かった。スラグの形状は必ずしも明確ではなかった。ガス空塔速度を上げていくと空塔速度の0.7乗に比例して粒子フラッ

クスは高くなっていった。これはガス空塔速度が速くなると層空隙率が高くなっていくものと考えられた。圧力損失は粒子ホールドアップから推算できる粒子静圧の値より数倍高い値を示した。高粒子フラックスにすると循環流動層の上昇管（ライザー）および固気分離部での圧力損失が高くなった。その上昇分に見合うだけの圧力損失を下降管（ダウンカマー）でかせぐ必要があり、単純に粒子を積み上げるだけで足りない場合は、ライザーの圧力損失を管路径を拡げて小さくするといったことやダウンカマーに別途圧力損失をかせぐ方式を導入するといった検討が必要であることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ガス化技術、複合サイクル発電、流動層

〔研究題目〕 高濃度オゾンガスの安全性の研究

〔研究代表者〕 荷福 正治

〔研究担当者〕 藤原 修三、堀口 貞茲、荷福 正治、羽鳥 真紀子

〔研究内容〕

高濃度オゾンを用いることにより適用範囲が広く、かつ省エネルギー型の廃水処理技術の開発を目指し、発生汚泥の低減を図り、かつ難分解性有害物質の除去技術を開発するため、高濃度オゾンガスの使用における安全性の解明を図ることを目的とする。高濃度オゾンガスは温度・圧力変動や機械的・熱的・電氣的衝撃などを加えると急激な異常分解を生じる可能性がある。このため、種々の特性を有する放電を用い、放電の持続時間、放電電極間隔、放電エネルギー量などのエネルギー供給特性が異常分解に与える影響を実験・検討した。高濃度オゾンは高純度酸素（99.999%）を原料として、沿面放電式オゾンナイザーを用いて作製した5vol.%程度のオゾン・酸素混合ガスを、 $-75^{\circ}\text{C}$ に冷却した SUS316L 製オゾン濃縮カラムへ大気圧にて導入して生成した。このあと、予め真空引きされた $\phi 90 \times 160\text{mm}$ の SUS316L 製爆発容器内へ、オゾン充填容器から高濃度オゾンを導入したのち、起爆エネルギー測定装置から制御された放電エネルギーを爆発容器内に設置されたタングステン製電極間に供給することによって放電起爆を行った。起爆エネルギーとしては、単発パルス発生電源装置を用いた。単発パルスの発生エネルギー量は、放電波形をオシロスコープで観察して求めた。実験結果より、オゾンの異常分解下限濃度は約11%、放電持続時間約 $30\mu\text{s}$ 以下では異常分解が発生しにくいこと、放電電極間隔が約1mm以下では異常分解性が小さくなること、放電電極先端角度は異常分解にさほど影響しないこと、オゾン濃度が大（75%程度）になると0.1mJ程度の小さなエネルギーを供給しても異常分解に至ることなどが分かった。これらの結果により、オゾンは異常分解しやすいものの、所定の注意を払えばオゾンを安全に利用できることが示された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 高濃度オゾン、異常分解、濃度、エネルギー

〔研究題目〕 オゾン・生物処理併用型高度廃水処理技術システムの研究開発

〔研究代表者〕 高橋 信行

〔研究担当者〕 高橋 信行、益永 秀樹、上榎 勇、山口 文男

〔研究内容〕

都市域にある染色事業所では、色度や発泡性などの周辺環境への悪影響から、将来的にはさらなる処理水の品質向上が切望されている。そこで、都市域にある染色事業所からの染色排水を対象にして、オゾン処理による有機物除去効果、色度除去効果、生物分解性向上効果を検討するとともに、エネルギー消費の観点からのオゾン処理の最適処理条件を把握し、オゾン処理と生物処理の併用による省エネルギー型廃水処理技術を開発する。

平成16年度は、実証試験での稼働条件を提示するため、オゾン処理有無の染色排水を対象にして連続式生物処理装置による有機物および色度の除去について検討した。その結果、前オゾン処理30分での溶存態有機炭素（DOC）除去率は12~15%であり、前オゾン処理の有無による後段の生物処理での除去量の差は認められず、前オゾン処理の実施による差がほぼそのまま生物処理後にも現れることを確認した。また、色度や吸着性有機塩素化合物生成能（AOXFP）の低減の観点からは前オゾン処理の効果が顕著であり、色度は前オゾン処理だけでも79~89%の除去率が認められ、生物処理後には88~93%に増加し、AOXFPは前オゾン処理によって一旦増加する場合も認められるが後段の生物処理により生物処理のみの場合よりも低下する傾向が認められることを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 難分解性有害物質、染色排水、オゾン処理、生物処理、色度、生物分解性

〔研究題目〕 ミクロ・ナノ立体構造基板の多接触効果を用いる低廉・高性能 Ni/MH 電池

〔中項目〕 ミクロ・ナノ超微細凹凸金型の基礎開発

〔研究代表者〕 前田 龍太郎

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 高橋 正春、村越 庸一

〔研究内容〕

任意形状の3次元加工が可能な放射光利用ディープ X線リソグラフィ技術を、ミクロ・ナノ超微細凹凸加工を施した硬質化ロール金型へ適用するための基礎技術開発を行った。具体的にはミクロなパターンとナノパターンのマスクを製作し、X線露光用のマスクを製作した。

具体的には以下の検討を行った。

- 1) 電子線露光によるサブミクロン原画パターンの製作：通常の紫外線露光技術では作成できないミクロンレベルおよびサブミクロンレベルの金型を製造することを目的とする。前期においては電子線露光技術により、 $5\mu\text{m}$  から  $0.1\mu\text{m}$  ランアンドスペース構造の原画パターンの作製条件を確立した。当初ポジ型レジストを使用した。後工程のメッキのためにネガ型レジストを用いることにした。
- 2) 原画パターンの金属への転写技術：上記で得られた原画パターンにドライエッチングを施した。サイドエッチングがあるために、パターンとしては今のところ  $0.5\mu\text{m}$  のパターンが最小寸法である。その後メッキによる金型製作を行った。下部電極を当初 Ti/Pt で作製していたが、分離が困難であるために、Cr/Cu を用いて化学的に溶解することで分離に成功した。
- 3) Ni 金属の微細成型技術：上記2)のニッケル金型を用いてニッケルのホットエンボス加工を行った。ニッケルは  $300^\circ\text{C}$  以下の温度では成形できず、それ以上のエンボス温度において成形を行った。また、結晶および再結晶温度の影響を検討した。

マイクロ・ナノ超微細凹凸加工を施した硬質化ロール金型及びその表面硬度を高める高精度の硬質メッキ法を研究し、世界初のマイクロ・ナノ超微細凹凸金型開発の基礎を確立した。ニッケル箔（約  $20\mu\text{m}$  厚）に、2)項で得られた金型を用いてマイクロ・ナノ超微細凹凸を転写する基礎検討を行った。量産化を前提とした技術課題として試作を踏まえて、評価、改良を行い、低コスト且つハイパワーに適するマイクロ・ナノ立体構造基板の量産化技術課題を抽出した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 LIGA、ディープ X 線露光、ロール成型

【研究題目】 合金系水素貯蔵材料の耐久性研究

【研究代表者】 田中 秀明

【研究担当者】 田中 秀明

【研究内容】

合金系水素貯蔵材料について、その繰り返し水素吸蔵・放出による利用を考えると、長期にわたる性能維持、乃ち耐久性が重視されるのは必定である。この繰り返し吸蔵・放出に伴い進行する耐久性の劣化機構の解明が、本研究の趣旨である。本研究では、WE-NET にて開発された合金系水素貯蔵材料2構造系5種に対して、被毒成分である CO を含む模擬化石燃料改質ガスによる水素吸蔵・放出サイクル試験を実施して耐久特性データの蓄積・整備を進め、水素吸蔵・放出特性の変化を解析・評価し、その結果を通じて特性劣化の誘発要因を見極め、劣化進行機構を解明することを短期的目標、その結果を基に十分な耐久性を備えた合金の設計を行うことを長期的目標とする。

本年度は、数段階の CO 濃度の下での繰り返し水素吸蔵・放出耐久性評価試験を進めるとともに、繰り返し特性に対して CO 被毒が及ぼす内的劣化（バルク変質）の影響を重点的に解析することとし、劣化前後の金属組織（粒子内部及び表層部）のサブミクロンスケールでの評価・比較を進めた。

上記検討の結果、水素吸蔵合金の繰り返し耐久性に被毒成分が及ぼす影響として、以前より提唱されてきた被毒成分の表面への物理・化学吸着の他、ナノ組織構造の変質があることを見出した。また、水素吸蔵特性の劣化は、 $\text{H}_2$ の吸蔵・放出による正・負因子、CO 被毒による正・負因子が種々の試験条件の下で複雑に絡み合い、複合的に作用した結果が吸蔵量をはじめとする水素吸蔵・放出特性の形で具現化されたものであることを、相関モデルを以て提案した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素貯蔵材料、耐久性、微細組織、被毒

【研究題目】 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（バイオ医薬デザイン用の高精度生体高分子機能予測システムの開発）

【研究代表者】 湯元 昇

【研究担当者】 達 吉郎、清末 和之、川崎 隆史、弓場 俊輔、藤森 一浩、工藤 卓  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究内容】

目標：

本地域新生コンソーシアム開発事業全体では、ヒトゲノムプロジェクトの成果を、ゲノム創薬、先端バイオ医薬品開発（遺伝子医薬、核酸医薬、ペプチド医薬等）、診断試薬開発などのバイオ産業創出へと効率よく結びつけるために、生体高分子を構成する塩基配列やアミノ酸配列の情報から高精度に機能や活性を予測するためのシステムを開発することを目的としている。その中で産総研は、ペプチドの詳細な構造解析と機能を予測するための基本システムの開発を行う事为目标として研究を行った。

研究計画：

蛋白質の機能ドメインのデザインを行い、それに従ってペプチドを合成して、その立体構造の解析と活性の測定を行い、配列と構造・機能の相関についての情報の蓄積を行うことを計画した。

年度進捗状況：

バイオ医薬品開発において重要性の高い蛋白質としてキネシン-微小管系を選択して運動阻害ペプチドをデザインした。キネシンは微小管にそって運動する蛋白質であるが、運動を阻害すると、癌、異常増殖、免疫異常等の細胞増殖性疾患の治療に有用と考えられている。本年度は微小管の立体構造に基づき阻害ペプチドをデザイン、合成し、阻害活性を検討した。また、ゲノムデータベース

スの新たな利用法を検討した。これまでのゲノムデータベースの検索では、データベースを鋳型配列として質問配列と一致するものを検索するのが主流であるが、我々はデータベースのモデルとして、41種のバクテリアを選択し、データベースの配列をあらかじめ分類することにより、新たなデータベースを構築した。データベースの分類の際に「41種のバクテリアすべてで利用されている」という制限を加えることにより、特定の機能をもつ蛋白質を特徴付けることのできる配列を見出せる可能性が示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノム、創薬、ペプチド、蛋白質

【研究題目】 平成16年度地域新生コンソーシアム研究  
開発事業（昆虫ウイルスの微結晶を用いたタンパク質の構造と機能解析）

【研究代表者】 森垣 憲一

【研究担当者】 森垣 憲一

【研究内容】

膜タンパク質を用いたバイオセンサーやプロテインチップ開発において、不安定な膜タンパク質分子を長期保存する技術の開発は、非常に重要な課題である。産総研においては、この課題を克服すべく固体基板上において人工的なモデル生体膜を安定に構築する技術開発が進められている。本事業においては、タンパク質を昆虫ウイルス多角体に封入することで長期安定に保存する独自技術を有しているベンチャー企業と連携しそれぞれの持つ独自技術を融合することにより、膜タンパク質の長期保存と機能計測を可能にするプロテインチップの開発を行うことを目的とする。そのために開発される要素技術としては、昆虫ウイルス多角体への膜タンパク質封入と長期保存技術、多角体から膜タンパク質を取り出して機能を発現させ、計測する技術などがある。平成16年度にはおもに基板材料の開発、モデル生体膜の開発、基板表面への多角体の効率的な固定化についての検討が行われた。モデル生体膜の安定な形成には、基板表面の特性を厳密にコントロールすることが必要であることがわかった。一方、基板表面と多角体との相互作用についても有用な知見を得た。これらの知見は、今後のプロテインチップ設計に指針を与えるものである。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 プロテインチップ、バキュロウイルス多角体、パターン化脂質二分子膜

【研究題目】 醤油・味噌醸造用味覚センサの開発

【中項目】 醤油・味噌の風味成分の抽出

【研究代表者】 上野 直広

【研究担当者】 亀川 克美

【研究内容】

本プロジェクトの目的は発酵食品である醤油および味噌

の製造工程管理や製品の評価、さらには新製品開発に適用できる微妙な味や香りを識別するための味覚センサを開発することである。味覚センサによる測定結果をより信頼性の高いものにするため、醸造製品の化学的成分分析および官能評価試験を行い、味の評価軸となりうる物質を探索した。

醤油の味覚におよぼす主要な成分を抽出するため、全国から収集した39種類の醤油の化学的成分分析結果と官能評価試験結果とを対比した。その結果、塩味は塩化ナトリウム、酸味は水素イオン、旨味はグルタミン酸を主としたアミノ酸類、甘味は糖類、および苦味は一部のアミノ酸類が大きく寄与しており、それらの濃度とそれぞれの味覚とは関連性があることがわかった。しかし一方では、それぞれの特定の化学成分またはその総量と味覚との関連性にはかなりのばらつきがあり、味覚は化学的成分分析から単純に予測できるものではないことも明らかとなった。この原因の一つとして、甘味、旨味、および苦味に関与する成分が醤油中に多く存在するとともに、味覚に及ぼす影響がそれぞれの成分毎に大きく異なるためであると考えられた。また別の原因としては、ある味覚に対して、他の4味が影響しているためと考えられた。これらの要因が醸造製品の化学的成分分析による味覚の推定を困難にしていることがわかった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 醸造、醤油、味噌、味覚、センサ、官能評価試験

【研究題目】 プログラム方式二酸化炭素固定化・有効利用技術の開発「高分子膜によるCO<sub>2</sub>分離技術の開発」最適システムの検討

【研究代表者】 原谷 賢治（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 原谷 賢治、溝口 敬信、藤原 一郎

【研究内容】

分離膜は、分離性能、特性に適したシステムを構築することでその性能を最大限に発揮することが可能となる。開発した分離膜の分離性能、特性を勘案し、当該分離膜の性能を最大限に発現する為のシステムを検討することを目的とする。

分離膜の性能を十分に発現したシステムを設計するために、中空糸膜の芯側での圧力損失、二酸化炭素の分圧変化による透過率の変化、濃度分極現象の影響等を考慮したシミュレータープログラムの整備拡張を行ってきた。H16年度は、石炭ガス化プロセスなどから排出される高圧ガスを対象に、高分子炭酸ガス分離膜を用いた炭酸ガス/水素の分離・回収プロセスの最適化について検討した。膜モジュールをシリーズ、カスケード方式に繋げて段階的に分離することにより、出口濃度、回収率、膜面積などは単独1段で用いるよりも良好で柔軟な分離結果が得られ、分離後の炭酸ガスや水素の用途に応じた操作が可能であることを明らかにした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕分離膜、膜モジュール設計、圧力損失

〔研究題目〕多機能を有する超分子錯体光触媒の開発に関する研究

〔研究代表者〕小池 和英

〔研究担当者〕小池 和英

〔研究内容〕

目標：

光エネルギー集光機能と多電子還元機能をもつ錯体光触媒の創製を目指して、レニウム多核錯体におけるエネルギー移動・電子移動制御の研究を行う。モデル錯体の合成およびエネルギー移動・電子移動速度の測定をもとに、架橋部位の最適化やペリフェラル配位子の修飾による最適化設計手法を明らかにする。

研究計画：

これまでの研究により、2核錯体ユニット間のエネルギー移動における架橋配位子の鎖長・結合次数の効果を明らかにした。本研究では、2核モデル錯体で明らかになったユニット間のエネルギー移動機構を利用した3核以上の直線状多核錯体におけるエネルギー移動の詳細な検討をおこなうとともに、酸化還元反応の制御を目指した多核錯体を利用した電子移動制御について調べる。

年度進捗状況：

本研究で利用しているレニウム多核錯体の合成法では、3核以上の多核錯体についても、錯体ユニットを非対称に配置することが可能である。この特徴を生かして、最低励起エネルギーが順次的に減少（増大）するように配列した非対称3核、4核錯体を合成し、励起状態の緩和過程を詳細に検討した。どのクロモフォアが励起された場合にも、低エネルギー端のユニットへの効率的なエネルギー移動が観測され、エネルギー集光機能の基礎となる直線状の多核錯体における一方向的エネルギー移動が示された。

多機能錯体の構成要素としてのレニウム錯体のもう一つの特徴は、それ自体が二酸化炭素の光還元触媒能をもつ点にある。レニウム錯体における還元状態の生成、および電子伝達をになう機能性分子としての可能性に注目して、直線状多核レニウム錯体における錯体ユニット間の光誘起電子移動、すなわち光電荷分離を試みた。励起状態のエネルギーに大きな影響をあたえる周辺配位子の修飾により、ユニット間電子移動にもなう自由エネルギー変化を発熱的になるように分子設計した多核レニウム錯体モデル化合物を合成したところ、レニウム錯体ユニット間における電子移動過程を観測することができた。この結果、多機能光触媒における（i）光エネルギー集光機能と（ii）電荷分離・電子伝達機能の双方について、レニウム錯体を構成要素とする集合体で実現する手法を提示することができた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕光触媒、錯体、光増感、多電子還元

〔研究題目〕二酸化炭素の海洋送り込み時挙動に関する研究

〔研究代表者〕染矢 聡

〔研究担当者〕竹村 文男、坂東 茂

〔研究内容〕

深度1,000m～2,500m程度の海洋に直接液体二酸化炭素を送り込み、溶解希釈させることによって大気と海洋とでCO<sub>2</sub>濃度のバランスをとり、大気中のCO<sub>2</sub>濃度を低減する技術の中で、航走船舶から吊り下げたパイプを通じて深海へCO<sub>2</sub>を送り込む技術を検討した。特に、洋上からの送り込み開始時および停止時に想定されるパイプ内でのCO<sub>2</sub>と他の流体の置換技術について検討するため、PIV法を用いたガス流れの速度場分布測定の可能性について予備実験を行った。また、海洋へのCO<sub>2</sub>放出後のCO<sub>2</sub>液滴溶解挙動等の事象について、深海条件の模擬実験装置を用いた検討を行った。温度が高い条件下での液滴溶解挙動について、液面の更新がはやく、従来モデルとは異なる興味深い結果を得た。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕CO<sub>2</sub>海洋隔離、液滴、ハイドレート

〔研究題目〕「平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（海水リチウム摂取の実用化技術の研究開発）」

〔研究代表者〕山岡 到保

〔研究担当者〕山岡 到保

〔研究内容〕

瀬戸内海の沿岸域は、農業廃水、工業廃水や生活排水などによる陸からの栄養塩の増加により赤潮発生などにより海洋環境が悪化している。このような停滞域での有機汚濁の進んだ瀬戸内海の海水からリチウムを採取した後の海洋環境への影響について、海水組成と浮遊物への影響を明らかにすることで検討した。海水中のリチウムを吸着樹脂により海水中のリチウムを採取した前後の海水を分析した。その結果、海水中の多量元素であるK、Mg、Na、Si、Mn、PO<sub>4</sub>-PとNO<sub>3</sub>-Nは変化しなかった。LiとFeは減少した。これらの元素が変化することで海洋環境への影響は少ないと考えられた。さらに浮遊生物の代表として珪藻類 *Skeletonema costatum* と緑藻類 *Dunaliella salina* を選び、リチウム採取後の海水中で培養して増殖への影響を調べた。その結果、これらの浮遊生物の増殖に対する影響は認められなかった。したがって、本研究で使用した樹脂によるリチウム採取した海水の環境への影響は少ないことが確認された。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕リチウム、環境調和、生態系、微生物、影響評価

〔研究題目〕平成16年度地域新生コンソーシアム研究  
開発事業（光を利用した省エネルギー型  
ハロゲンフリー布帛漂白装置の開発）

〔研究代表者〕大内 秋比古（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕大内 秋比古、日清紡績株式会社、日本  
形染株式会社、社団法人日本染色協会、  
派遣職員1名

〔研究内容〕

綿布の室温ハロゲンフリー光漂白技術の実機レベルの連続漂白装置を作成し実証試験を行いその有効性を確認することを目的とする。その為に、①装置の全体設計、②漂白装置駆動部の設計と試作、③光源及び電源部の設計と試作、④装置の組立て及び試運転、⑤漂白性能評価の検討を行う。

- ① 装置の全体設計：基本構成は、布帛に薬剤を添加する部分（薬液槽）、布帛に光照射を行い漂白を行う部分（光反応ボックス）、布帛を洗浄する部分（水洗機）の三つとした。
- ② 漂白装置駆動部の設計と試作：漂白装置駆動部の設計を行ない、装置の試作は機械メーカーに発注した。
- ③ 光源及び電源部の設計と試作：光源をブラックライトとし電源部の設計を行ない、装置の試作は機械メーカーに発注した。
- ④ 装置の組立て及び試運転：漂白装置は日清紡績株式会社に設置し試運転を行なった。
- ⑤ 漂白性能評価の検討：(1)ラボスケールの漂白条件最適化について検討し、過酸化水素<過酸化水素+過酸化水素安定剤<過酸化水素+過酸化水素安定剤+水酸化ナトリウムの順で白色度が向上することを明らかにした。(2)照射強度の均一性について検討し、発光部の中心から左右各80cmを越えると白色度の急激な減少が起こることが判った。

〔分野名〕環境・エネルギー、ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕光反応利用、漂白、繊維、ハロゲンフリー、省エネ、環境調和型プロセス

〔研究題目〕平成16年度中小企業地域新生コンソーシアム研究開発事業（ハイブリッド型アルミ合金鋳造溶解炉の開発）

〔研究代表者〕安江 和夫  
（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕安江 和夫、三輪 謙治、阪口 康司  
（産総研）、川本 直樹（愛産研）、  
神谷 徹志（光生アルミニウム工業  
（株））、小川 英雄（（株）アサヒダイ  
テック）

〔研究内容〕

本研究の目的は、廃タイヤを燃料とするアルミニウム合金鋳造溶解炉の開発である。

前年度においては、乾留燃焼の基礎挙動、温度制御技術、乾留残渣の焼き火燃焼、焼却灰や排煙の化学分析、等に関する検討を行い、内容積200Lの実験プラントを設計試作した。

本年度はこの試作装置により、バッチ燃焼における温度制御法、熱効率や排ガス排出に関する、最適燃焼条件を求めた。

その結果、乾留炉への送風量を制御することによって、アルミニウム溶解に必要な温度900℃を±25に制御できる技術を確立した。また、熱効率の最適燃焼は、排ガス中の空気比を測定することによって維持できることを見出し、燃焼の自動化に関する指標を得た。また乾留残渣は焼き火燃焼によって減容でき、焼却灰は埋め立て基準値を満たした。しかしながら焼き火燃焼での発生熱の有効利用は今後の課題であった。さらに、バッチから連続燃焼に装置改善を行い、4時間の連続燃焼試験を行い、実際にアルミニウムの溶解を行った。

溶解炉は熱効率を重視した反射炉としたため、アルミニウム材質への影響が予測された。そこで、溶解された試片に関する、化学分析、強度試験、組織検査等を行ったが、従来通りの材質特性であり、乾留ガス燃料が問題ないことを確認した。

連続燃焼では、乾留残渣を連続して取り出すことが必須であるが、炭化分とスチール分の混在状態は、排出時にメカニカルな各種トラブルが発生する。また、燃焼のために廃タイヤをチップ化するのでは、コスト高となる。そこで、廃タイヤ丸ごと燃焼及び連続炭化分・スチール分分離排出装置を考案した。

以上で、溶解炉実用化への目途が立った。そこで、厳密な温度制御等を必要とせず、実用化が容易と見られる、アルミニウム切削時に発生する切り粉溶解炉の熱源として、実用化への第一歩を踏み出す予定である。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕廃タイヤ、アルミニウム溶解炉、サーマルリサイクル、連続燃焼

〔研究題目〕精密成形・ナノ加工プロセスによる微小駆動システムの研究開発

〔研究代表者〕加藤 一実  
（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕三木 健、西澤 かおり、鈴木 一行

〔研究内容〕

アクチュエータ／マイクロ燃料電池からなる自立型微小駆動システムを実証するため、アクチュエータを構成する鉛フリー圧電材料の素子化と性能実証を検討した。鉛フリー圧電セラミックス材料の溶液原料（テーラードリキッドソース）の合成法、成膜条件、焼成条件が圧電セラミックス膜の結晶化、微細構造、特性に与える影響を調べることにより、圧電セラミック膜の作成条件を最適化し、基板上に集積した後の圧電特性がバルク体の

1/10以上を示す鉛フリー圧電セラミックス材料を開発することを目標とした。その結果、白金箔の両面上に作製した分極軸配向した  $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  膜の強誘電特性と圧電特性が、ランダムな薄膜と比較して2倍以上に向上することが分かり、これまでに報告されている配向性バルクセラミックスの圧電定数  $d_{33}$  を上回ることが明らかになった。さらに、バイモルフ片持ち梁型デバイスについてアクチュエータ挙動を示すことを明らかにした。これらの結果から、 $\text{CaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$  膜のバイモルフ型圧電素子への適用可能性を明らかにすることができた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 非鉛圧電体、バイモルフ型マイクロアクチュエータ

【研究題目】 イオンコントロール微細複合加工法と加工システムの開発

【研究代表者】 栗田 恒雄

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 栗田 恒雄

【研究内容】

水を加工液に用いた電気・機械複合加工技術（電解切削加工技術、放電・電解ラッピング複合加工技術）を提案する。実験システムを構築し基礎加工実験を行うことで電気・機械複合加工技術の実用性を示す。水を加工液に用いた電気加工の環境負荷を評価するためのパラメータを抽出する。加工実験を行い、抽出したパラメータを実際の加工に適用して評価する。このために、加工くずの排出を良好に行い、電解加工ギャップを一定にする電解切削用工具仕様を検討し設計する。放電・電解ラッピング複合加工が可能な電極工具保持具、工作物保治具の設計、製作を行う。金型用材料を対象にして複合加工実験を行い、加工表面粗さ  $Ra=200\text{nm}$  以下を実現する。さらに直径3mm 程度の穴側面の鏡面研磨加工を目指す。放電加工で得られる表面品位、形状精度とそれら品位や精度を得るための環境負荷との関係をグラフ化する。

平成16年度においては、放電・電解ラッピング複合加工の加工実験を行った結果、最小加工面粗さ  $Ra=70\text{nm}$  を実現した。さらに放電・電解ラッピングに適した電極遊星運動を可能にする電極、工作物保持具を設計製作し、機械加工では難しい断面形状が深さ方向で異なる穴内面の鏡面加工を難削材料に対して行った。水を加工液に用いた放電加工後の材料表面粗さとそのときに要した電力量との関係が、単位体積除去に必要な加工電力量 ( $\text{kWh}/\text{mm}^3$ )  $=5/(\text{表面粗さ}(\mu\text{m}))^2$  となることを示した。CBN を切れ刃にもつ電解切削用ミリング工具を試作した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 放電加工、電解加工、デスクトップ、複合加工機

【研究題目】 マルチアングル光散乱法によるタンパク質の集積機構解明

【研究代表者】 小沼 一雄 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 小沼 一雄、神崎 紀子 (人間福祉医工学研究部門)

【研究内容】

目標：

タンパク質の集積化過程を高時間分解能で精密計測できる新しい光散乱装置を開発し、結晶化とアモルファス化の相違を定量的に解析する。結晶化能力を代表する物性値を求めて生物物理学的標準として確立し、結晶化のルートを優先選択して「タンパク質結晶化」プロセスの合理化・省力化の道筋を提示することを目的とする。

研究計画：

タンパク質分子間に働く相互作用を非接触・非破壊で定量化し、分子集積過程における会合体の分子量、サイズ、内部構造等の経時変化情報を1秒以下の時間分解能で追跡できる「マルチアングル光散乱装置」を開発する。この装置を用いて低分子量から高分子量にわたる複数のタンパク質の集積機構を解明し、アモルファス化を経ないで結晶化プロセスのみを優先選択するための手段を探る。

年度進捗状況：

平成16年度は、本研究の基本となる「マルチアングル光散乱装置」の開発を行った。同装置は複数の光検出器と、散乱光集光用楕円ミラー及び高速度 CCD カメラからなる動的・静的一体型光散乱装置である。光ファイバーと接続した光検出器群は、複数の散乱角度において同時に自己相関関数測定を行い、対象散乱体の拡散係数及び分子間相互作用を精密計測する（動的光散乱パート）。一方、楕円ミラーと高速度 CCD カメラは、広範囲の散乱光を同時に捕捉して強度解析を行うことが可能であり、これにより散乱体の分子量、サイズ、内部構造に関する情報を取得する（静的光散乱パート）。同装置の測定時間分解能は、従来型の光散乱装置より100-1000倍向上していることが確認された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 光散乱、タンパク質集積、タンパク質結晶化

【研究題目】 平成16年度産業技術研究開発委託費（印刷画像向きデータ圧縮方式の標準化）

【研究代表者】 坂無 英徳

【研究内容】

本件は、リアルワールドコンピューティングプロジェクト（次世代情報処理基盤技術開発事業）における研究業績等を基に開発された高精細2値画像データ可逆圧縮技術を、下記のように国際標準化することを最終目標としている。

一 国際標準化機構 (ISO) と国際電気標準化会議 (IEC) との合同専門委員会の静止画像符号化に関する作業部会 (ISO/IEC JTC1 SC29/WG1) への対応: 2値画像符号化に関する標準である ISO/IEC 14492:2000 (JBIG2方式) に対して、上記符号化技術の導入を目指す

一 ISO の印刷用製版データ交換に関する作業部会 (ISO TC130/WG2) への対応: 電子製版画像データ交換用タグ付きファイルフォーマットの標準 ISO 12639 (TIFF/IT) に対して、上記符号化技術の導入を目指す

前者に関して、昨年度、ISO/IEC 14492:2001/Amd 2:2003 | ITU-T Recommendation T. 88 (2000) Amendment 2 (06/03) として出版されたため (以下、JBIG2-AMD2 とよぶ)、今年度は後者に注力して (1) 国際規格骨子提案ならびに国際標準化活動計画立案と、(2) ファイルフォーマットに関する研究開発を進めた。

(1) について、2004年4月のザンクトガレン (スイス) 会合では、産総研が開発したソフトウェアライブラリの性能評価実験の報告が行われた (TC130WG2 N1119)。このソフトウェアは Windows と Linux に対応しており、2値画像データを、JBIG2-AMD2 方式で圧縮し、TIFF/IT フォーマットに埋め込んだ形式のファイルを出力するものである。

続く2004年9月のウィーン (オーストリア) 会合では、本件の新作業項目提案に関する投票が6月に締め切られ、開票の結果承認されたことを確認した。また、提案されている規格案における、以下のような編集上の誤りが日本から指摘された。すなわち、(1) AMENDMENT の綴り誤り、(2) 表の罫線の消失、(3) サンプルデータストリーム中における特定のフィールドの表現法に関する誤り、の3点である。これらの修正が承認され、2004年11月に回付予定の CD 投票文書に反映されることとなった。

(2) に関しては、TIFF-IT 拡張の規格案に完全準拠したソフトウェアを作成し、これを第三者機関が任意のシステムにおいて試験可能な環境を提供するために、ライブラリ化までを行った。また、実証実験を行ってデータを収集し、標準化委員会やその参加機関への情報提供も行った。

[分野名] 情報通信

[キーワード] データ圧縮、デジタル画像フォーマット

[研究題目] クラスタナノ構造成膜プロセスシステム製品化技術開発に関する研究

[研究代表者] 岩田 康嗣 (エネルギー技術研究部門クラスタプロセス連携研究体)

[研究担当者] 大柳 宏之、島田 尚一、屋我 実、武藤 麻紀子、高橋 康之、ミタル シツプラ、大木 美加、

滝谷 俊夫、小村 明夫、澤井 百世  
(職員6名、外部研究員5名)

[研究内容]

クラスタナノ構造薄膜生成装置の17年度事業化開始を目指して、昨年度技術課題として残されたクラスタ生成セル内における蒸気発生効率の低下を克服し、実用的クラスタビーム強度の保障されたクラスタナノ構造薄膜生成システムの完成を本年度補助事業の目標として開発を進めた。1) YAG レーザー改造: クラスタ生成セル内における蒸気発生効率の低下は標的試料蒸発用レーザー光のビームプロファイルの乱れに因るものであり、レーザーの改造により、乱れの少ないスムーズなプロファイルが得られ、波長532nm、エネルギー800mJ以上、パルス長12-13ns、繰り返し周波数20Hz のパルス光が安定して得られるようになった。2) レーザービーム導入光学系の改造: 得られたビームプロファイルを崩さずに標的試料までビームを通すため、テレスコープの改良を行い、ビームラインの途中に設置したハーフミラーでビームを分離してレーザー発振機-標的試料間距離と同等距離にて標的試料上でのビームプロファイル評価を行い、スムーズなプロファイルを確認した。3) 時空間閉じ込め型クラスタ源: シリコン標的試料の蒸気発生効率を評価するため最適のレーザーフルエンス ( $J/cm^2$ ) を求め、クラスタ生成セルを従来の4倍に大きくして長径100mm に設計した。発生したシリコン蒸気はヘリウムとの境界領域を安定に保ってセル出口付近に到達し、クラスタ生成領域が安定に形成されたことを確認した。4) クラスタ成膜評価: 生成したシリコンクラスタビームは成膜速度クラスタ薄膜1層/5分  $cm^2$  を達成し、アモルファスカーボン、微細加工半導体基板、清浄金属のそれぞれ基板上で、シリコンクラスタ薄膜のナノ構造形成を評価し、クラスタナノ構造薄膜生成システムの実用化を達成した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ナノ結晶体、量子準位、自己秩序化、立体的構造秩序、中性クラスタビーム、時空間閉じ込め型クラスタ源、クラスタ薄膜生成装置

[研究題目] 臨床遺伝子診断用小型解析装置事業化

[研究代表者] 町田 雅之

[研究担当者] 玉野 孝一、近藤 勲、杉浦 水香、中村 道大、澤上 一美

[研究内容]

テーラーメイド医療の進展により、遺伝子の変異解析を初めとして、これまでに増して多種多様な診断が必要とされると予想される。一方、テーラーメイド医療が副作用や治療に要する時間の軽減だけでなく、より効果的な治療の実現や過剰な薬剤投与の防止などによる医療費の削減にも有効であることを考えれば、低コストで迅速

に検査できることが必要である。そこで本研究課題では、血液試料などから全自動で多数の SNPs を自動的に解析するための技術およびその解析装置を開発することを目的とした。SNPs は単一の塩基の変位であることから、正確な検出は必ずしも容易ではない。そこで、ライゲーション反応および DNA ポリメラーゼによる伸長反応を利用して、一塩基の変異を正確に判定するための方法を確立した。次に、磁気ビーズ上に DNA を固定化することにより、複数の反応工程を反応液の交換を含めて自動的に実行するための基礎技術を確立した。また、1個1個の磁気ビーズを異なる蛍光色で標識することにより、複数の SNPs の検出反応を単一に容器中で同時に実行するための基礎技術を確立した。さらに、これらの解析を全自動で行うために、自動的に磁気ビーズを捕獲・分散するためのメカニズムを中心として、複数の反応を自動的に実行し、最終的に蛍光測定を行って SNP の判定を行うことができる装置を開発した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】磁気ビーズ、蛍光標識、SNP

【研究題目】平成16年度戦略的基盤技術力強化事業  
光硬化型ナノ金型に関する研究開発（石英ナノ金型の耐久性評価）

【研究代表者】廣島 洋

【研究内容】

ストレージメディア等の製造にナノスケールのパターンを簡便に一括転写するナノインプリントと呼ばれる新規のリソグラフィ技術が注目されている。特に、光硬化型樹脂に透明な金型をプレスしながら紫外線で樹脂を硬化させる「光ナノインプリント」は、室温で微細なパターンを転写できるため熱膨張を抑制でき、高精度な転写が可能なパターン形成技術として期待されている。光透過性材料からなるナノ金型を上記デバイスの製造に適用するためには、いくつかの解決すべき課題がある。当所においては、石英ナノ金型の高耐久化技術の開発に焦点を置き、ストレージメディア用石英ナノ金型寿命として300回以上の耐久性を目標としている。平成16年度においては、石英ナノ金型の高耐久化を行なうために、金型と樹脂の付着力を低減する表面処理技術の開発、および破壊強度の材料依存やパターン形状依存の解析から非破壊条件を明らかにすることを目標とした。

表面処理剤として評価したアクアフォーブ CF は非常に有望な表面処理剤である。これを用いて石英を処理することで、300回以上の使用時でも未処理の石英基板よりも40%以上低い剥離力を維持しており、再処理することなく完全な剥離が行なえることを確認した。また、石英よりも破壊耐性の劣るスピノンガラス（SOG）を利用して破壊条件を実験的に明らかにすると共に、破壊耐性のパターン形状依存に関して有限要素解析により検討した。その結果から、石英をナノ金型として使用する

場合はアスペクト16程度まで破壊されることなく使用可能であると推定することができた。

【分野名】情報通信

【キーワード】ナノインプリント、ナノプリント、光硬化、ストレージメディア、極微細パターン、金型、剥離、耐久性、石英

【研究題目】平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（エネルギー変換デバイス用セラミックスナノシートの創製）

【研究代表者】松沢 貞夫

【研究担当者】松沢 貞夫、根岸 信彰、佐野 泰三  
（職員3名）

【研究内容】

流動界面ゾルーゲル法という新規な方法を用いて、酸化物セラミックスナノシートの高速度大量製造法を開発する。前駆体の精密な分子設計により、ナノシートの構造を制御して、エネルギー変換デバイス材料に応用する。小規模な装置を用いて試験的に調製したチタニアナノシートの物性評価を行い、その特徴を明らかにした。比表面積測定結果から、ナノシートの比表面積はおおよそ47m<sup>2</sup>/g であることがわかった。これは市販の P25 光触媒（50m<sup>2</sup>/g）と殆ど同じであった。また、電界放射型走査電子顕微鏡（FE-SEM）の写真から、層構造を形成していることがわかった。熱分析の結果からは、チタニアナノシートには殆ど有機物が含まれていないことと、既に結晶化しているために、目立った結晶転移点は見られないことが分かった。光触媒活性は、P25 より NOx 除去能力は若干低かったが、触媒自身の絶対表面積に依存するものと考えられた。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノマテリアル、ナノシート、酸化チタン、光触媒

【研究題目】平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（細胞増殖促進機能を有したデスクトップ型細胞ファクトリーの開発）

【研究代表者】川崎 一則

【研究担当者】川崎 一則、水野 敬文、吉岡 恭子

【研究内容】

細胞培養増殖装置の全自動化および培養速度の短縮のために、細胞増殖促進機能を有し、市販インキュベータ内に組込み可能な大きさのデスクトップ型細胞ファクトリーの開発を行う。本年度に開発された顕微鏡ステージ設置型細胞微小振動付加装置では、振幅200nm の横振動を加えると同時に細胞の様子を観察する工夫がされている。また、振動数だけではなく、振動方向が細胞に与える影響の検討も可能にしている。産総研の担当では、ナノメートル・オーダーの振幅をもつ機械的振動が、分化した細胞に与える影響を明らかにしていくことの一環

として、表皮及び上皮系の細胞の創傷治癒現象をモデル実験系に選び、これらの現象に加振がどのような影響を及ぼすのかを調べることである。本年度は、本研究開発により新たに開発された、顕微鏡ステージ上に設置して細胞をライブ観察しながら加振できる微小振動付加装置プロトタイプのパフォーマンス評価を行うとともに、これを用いて生物学的な予備実験を行った。これらの実験により、本プロトタイプ装置の顕微鏡への設置及び操作の容易さと有用性を確認した。一方、XY 移動機構についての要改良点や細胞への実際の加振状況をフィードバックする機構の必要性については、来年度における開発課題として装置開発者との検討を行っている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞培養増殖装置、細胞運動、生細胞可視化解析

【研究題目】 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（応力発光材料の高品質化生産技術の開発）

【研究代表者】 徐 超男

【研究担当者】 安達 芳雄、西久保 桂子、今井 祐介

【研究内容】

本プロジェクトの目標は、炉心管が回転する新規熱処理炉（レトルト炉）を用いた応力発光体の量産化技術、高品質生産技術の確立にある。平成16年度研究計画は、産総研では基盤的な研究として、生産技術の有効性を実証するために、レトルト炉で生産した応力発光体の応力発光性能や結晶性等の評価を行うことである。16年度の進捗状況は以下の通りである。可動部を有する大型熱処理炉中の焼成雰囲気中の酸素濃度の検討を行った。その結果、(1)原料ガス中の酸素濃度にかかわらず炉出口での酸素濃度は焼成温度の上昇と共に減少し、760℃以上ではほとんど観測されない。(2)同一の炉を使用したとき、原料ガス中の酸素濃度の増加に従い、蛍光強度は若干減少し、応力発光強度は著しく減少した。次に新型熱処理炉（レトルト炉）で焼成した試料の評価を行った。(1)X線回折の結果、いずれの設定温度においてもほぼ目的とするα相のSrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>が生成していることを確認した。(2)SEM観察の結果、この応力発光体の1次粒子は0.5μm程度であるが、炉内温度の上昇と共にやや融着が見られた。(3)紫外線励起蛍光スペクトル、励起スペクトルとも、炉内温度の上昇と共に発光強度が増加した。(4)応力発光強度は炉内温度の上昇と共に増加し、炉内温度を1300℃付近まで上昇させることにより、ほぼ目的とする応力発光強度に達することを確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー材料、製造技術

【キーワード】 応力発光体、蛍光体、レトルト炉、粒度分布

【研究題目】 ナノファクトリーのための自立型ナノ加工・計測システムの開発

【研究代表者】 芦田 極（先進製造プロセス研究部門）

【研究内容】

本研究開発では、摩擦顕微鏡（FFM）機構の表面観察機能をベースに加工専用探針（工具）の交換機能、位置決め制御機能やNC機能など加工機としての機能の付加・拡充を図るとともに、1nm単位での機械加工と計測を同一機上で安定して実現し、様々な動作環境や設置場所に対応可能な「自立型3次元ナノ加工・計測システム」を新たに研究開発する。また、このシステムを応用し、ナノマシンの部品などに適用可能なナノ金型の製造技術、半導体マスクリペア技術ならびにナノインプリント技術への可能性についても検討する。

自立型3次元ナノ加工・計測システムの特長的な機能の一つに加工・計測ユニットの交換機能があり、その位置決め再現性の高い固定システムが極めて重要な開発項目となっている。そこで、加工ユニット交換の際の位置決め再現性を向上させるための固定機構及び工具先端位置の計測システムの構成について、基礎実験のデータから改善策を提案するとともに、微弱な衝撃力を用いた位置決め機構を試作した。その結果、1μm以内の機械的な再現性が得られることを基礎実験より確認し、これに工具先端位置測定の結果を用いた補正を加えることで、さらに高精度な加工位置決めが可能であることを把握した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノ加工、ナノ計測、ナノファブリケーション

【研究題目】 平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（ポストゲノム解析を簡便にする生体試料精密分画キットの開発）

【研究代表者】 湯元 昇

【研究担当者】 達 吉郎

【研究内容】

目標：

本地域新生コンソーシアム開発事業全体では、プロテオームやメタボロームなどの解析に代表されるポストゲノム解析において多様な生体や生物試料から目的成分を精密に分画し、種々の高度かつ高速な分析機器に通用できる先進的であり、汎用かつ簡便な試薬キットを開発し、その事業化をはかることを目的としている。その中で産総研は、新規分析手法と質量分析の連携に関する検討事項として、(1)新規試薬により分画した生体サンプルについて、質量分析による解析の可否の検証、および、(2)新規質量分析用試薬を検討するための標準ペプチドの設計や評価系の確立、を目標とした。

研究計画：

新規な酵素を用いて試料タンパク質を消化し、質量分

析解析を行い、分析の可否の評価、および、内部標準となるペプチドを合成するための基盤技術の確立、をおこなった。

年度進捗状況：

「平成16年度進捗」

共同研究機関より提供された酵素を用いて試料タンパク質を消化し、質量分析解析を行い、蛋白質の消化の特異性の定性的な解析を行った。また、質量分析測定において、内部標準となる安定同位体をアミノ酸に含むペプチドの合成をおこなった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノム、創薬、ペプチド、蛋白質

【研究題目】 平成16年度地域新生コンソーシアム研究  
開発事業（有機 EL 封止膜の製造技術および装置の開発）（外部資金）

【研究代表者】 堀野 裕治

【研究担当者】 堀野 裕治、茶谷原 昭義（職員2名）

【研究内容】

有機 EL デバイスの封止技術は多くの研究機関で検討されているが、決定的な技術開発は未だなされていない。本事業では、低温で、粉塵（パーティクル）が発生しないシリコン窒化膜を有機 EL の封止膜の形成に応用し、その製造装置の開発を行うことが本研究目的である。

具体的には、低温で粉塵（パーティクル）が発生せず、プラズマからの損傷がない新規シリコン窒化膜形成プロセスを確立し、EL 封止膜としての実用化に繋がる技術開発を行う。その一環として、実際形成した膜のバリア性及び緻密性の評価をイオンビーム技術を用いて行う。その結果をプロセス、装置設計にフィードバックする。膜のバリア性を0.1g/m<sup>2</sup>/day を目標とした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 有機 EL デバイス、封止膜、シリコン窒化膜

【研究題目】 NEDO 委託事業 水素安全利用等基盤  
技術開発－水素に関する共通基盤技術開発（炭素系水素貯蔵材料の高圧水素吸着熱特性解明の研究）

【研究代表者】 大井 健太（技術情報室）

【研究担当者】 大井 健太、王（職員2名）

【研究内容】

本研究は、炭素系水素貯蔵材料への水素貯蔵機構を解明するための吸着熱直接測定方法を確立し、同時に熱測定から吸着量評価を行うために、従来の高温常圧型の熱量計を耐圧型に改造し、真空漏れ及び耐圧漏れの両方に優れている高圧水素吸着熱測定装置を整備した。当装置は5気圧以内では水素のブランク吸着量が-0.003～+0.006wt%であり、ガス導入に伴う圧縮熱による発熱量が水素測定範囲内（<10気圧）において小さい

（<0.016J）。当装置を用いて水素吸蔵合金 LaNi<sub>5</sub>の水素吸蔵挙動を測定した結果、典型的な PCT 曲線が得られ、微分吸蔵熱の変化は合理的に水素吸蔵メカニズムを反映した。水素/炭素系においては、ばらつきのあるものの、初期吸着挙動を反映するヘンリー型吸着等温線が得られ、測定シーケンスをうまく選ぶことにより、一定誤差範囲内で帰一的な微分吸着熱を測定できた。また、活性炭素繊維、SWNT 等種々の共通標準サンプルに対して水素吸着熱を測定した結果、マイクロポア幅の違いに由来する吸着熱の差が見られる等、吸蔵機構の解明に役立つデータが得られた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、吸蔵熱、貯蔵メカニズム、炭素

【研究題目】 麹菌 DNA マイクロアレイによる遺伝子  
発現解析

【研究代表者】 町田 雅之

【研究担当者】 玉野 孝一、高瀬 久美子、山根 倫子、  
佐野 元昭

【研究内容】

国内の産学連携によるコンソーシアムにより、麹菌のゲノム塩基配列が進行しているが、麹菌の機能の理解とその柔軟な利用には、麹菌の遺伝子の発現プロファイルの解析が欠かせない。そこで、麹菌のほぼ全遺伝子を網羅する DNA マイクロアレイを作製し、様々な培養条件や変異株について、実際に生育させた麹菌から mRNA を抽出し、遺伝子の発現プロファイルを取得してデータベース化することを目標とする。まず、既に解析がほぼ完了している麹菌の全ゲノム塩基配列およびそれに基づいて予測された遺伝子領域より、DNA マイクロアレイに搭載するオリゴヌクレオチドプローブの設計を行った。オリゴヌクレオチドプローブは、cDNA クローンやその増幅産物を用いたプローブと比較して、ばらつきの少ない量と質が得られるが、特異性と感度を高くすることが難しい。そこで、オリゴヌクレオチドの長さを60mer とし、Tm をできる限り±1℃以内、強い2次構造を作らないなどを主な指標とし、さらに他の遺伝子由来の mRNA はハイブリダイズしないような特異性の高いオリゴヌクレオチドを設計した。解析試料は、RIB40などの野性株をグルコース存在下で生育させた物を標準とし、2色の蛍光色素を用いて標準状態と特定の条件との間の発現プロファイルと比較した。また、転写制御因子の変異株、時系列や異なる添加物濃度などでの発現プロファイルを取得することにより、極めて高い精度の麹菌遺伝子発現プロファイルデータベースが作成された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、DNA マイクロアレイ、発現プロファイル

**〔研究題目〕 高度人体デジタル計測システム技術の開発  
（特徴点と表面形状から人体各部の寸法を自動計測する技術の開発）**

〔研究代表者〕 持丸 正明

〔研究担当者〕 持丸 正明、河内 まき子

**〔研究内容〕**

フィット性の高いものづくりへの要求は高まっており、近年では、寸法だけでなく体の形状に係るデータへのニーズも多く聞かれるようになってきている。特に、アンダウェア、靴、メガネなど身につける製品を提供している企業ではこうした要望が強くなっている。本事業では、こうした高品質の三次元形状計測データを基に、更に、人間の解剖学的特徴点の座標値を自動抽出する手法を開発し、これを基に、従来、手計測や人手による特徴点マーキングによって行っていた寸法計測を自動化し、より効率的な寸法計測を可能にする。併せて、近年産業でのニーズが高まっている身体形状についても、平均形状の算出や形状の差違を定量的に比較することを可能にするため、身体形状の正規化モデルの開発を行う。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 人体形状

**〔研究題目〕 ウェアラブルセンサ情報の理解・解析手法の開発**

〔研究代表者〕 松岡 克典（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 松岡 克典、渡邊 洋、梅村 浩之、  
吉野 公三、足立 公洋  
（人間福祉医工学研究部門）

**〔研究内容〕**

目標・研究計画：

作業情報を用いて作業者の作業行動を分析する技術の開発を目指して、実験室実験及び休止プラント実験で取得した作業行動時のビデオ映像と加速度データから、(1)作業者の場所を特定するための画像パターン設計用基本アルゴリズムの開発、(2)作業の注視時間と作業姿勢のシーケンスを抽出して作業内容を自動蓄積する基本アルゴリズムの開発、(3)作業場所、注視時間、作業姿勢の時系列情報の比較から作業の違いを検知する手法の開発を行う。

成果：

作業者の作業場所を特定するために用いる画像パターンの設計手法の開発では、作業者のヘルメットに装着したカメラによるビデオ映像を分類して、それらを識別する識別パターンの設計手法を開発した。その結果、登録画像をうまく設計できれば、10枚の登録画像との類似度を評価するだけで、 $2^{10}=1024$ 種類の環境画像の識別が可能となった。また、作業者のヘルメットに装着した小型カメラの映像情報から、作業者の注視状態を3段階での判定と注視時間の自動推定アルゴリズムを開発した。さらに、作業者の腰部に装着した3軸加速度センサ情報を

活用し、6種類の作業姿勢（静止、歩行、少ない身体傾斜、中程度の身体傾斜、大きい身体傾斜、衝撃的な姿勢変化）を自動判定することが可能となった。これらの手法からの情報を統合することにより、各場面における作業内容を5種類の作業動作（移動、目視点検、触診・注視点検、屈み込み、覗き込み）の時系列情報に変換して自動蓄積する技術を開発した。

また、得られた注視時間、作業姿勢、作業動作の時間変化パターンと比較から作業の違いを自動検知する手法について検討し、ウェアラブル・デバイスで得られる作業情報から抽出された作業動作、注視時間、作業姿勢などのシーケンスから類似度を評価することにより、自動的に作業の違いを検知できる可能性を得ることができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ウェアラブルセンサ情報、注視状態、作業姿勢、自動推定アルゴリズム

**〔研究題目〕 シクロデキストリン分子認識による汚染物質の除去・計測技術開発**

〔研究代表者〕 上榎 勇

〔研究担当者〕 上榎 勇、高橋信行

**〔研究内容〕**

金属製品や電子部品などの製造工程における排水に含まれる有機塩素化合物等の有害物質を安価かつ効率的に除去するため、有効な新規吸着材の調製、それを用いた除去・回収処理装置の製作、及びその効果を計測する技術の開発を行い、事業所における廃水管理及び一般水質環境の保全に資する。このため、シクロデキストリンを用いた分子選択性を有する新規吸着材の調製、それを用いた吸着処理プロセス及び促進酸化法による分解法の開発を行う。

吸着処理技術開発については、表面にアミノ基を有する高分子担体と、側鎖にカルボキシル基を有するシクロデキストリンとの縮合結合による新規な吸着材（特許出願済み）を用いて、小型カラムによる流通試験を行い、破過曲線を得た。これにより当該吸着材が水中の有機塩素化合物除去に有効であることが確認された。実排水のモデル試料として油性切削油または水性切削油を混合（濃度約0.5%）したトリクレン水溶液を用いて吸着試験を行い、切削油による吸着阻害が起きないことを明らかにした。これにより本吸着材の実排水処理への有用性が示唆された。水、あるいは水-メタノール混合溶媒を用いて、40～70℃の加温下で、脱着・再生ができることを明らかにした。この処理により、吸着材を繰り返し利用できることを確認した。

モデル排水としての水-メタノール混合溶媒中のトリクレンを、促進酸化法によってほぼ完全に分解できることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 シクロデキストリン、吸着材、有機塩素

系化合物、促進酸化分解

**〔研究題目〕製品 LCA の分析手法とデータ開示方法の検討及び3R-LCA 手法の開発**

〔研究代表者〕八木田 浩史

〔研究担当者〕田原 聖隆、尾上 俊雄、山口 雅教

**〔研究内容〕**

目標：

製品 LCA の分析手法とデータ開示方法の検討においては、収集されたインベントリデータの工程およびデータ作成の方法について、他の製品へ適応出来るようマニュアルを整備するための検討を行う。

3R-LCA 手法の開発においては、インベントリ分析手法が分析結果に与える影響を考慮して、客観的で公平な3R-LCA 評価の手法を検討する。

計画：

製品 LCA の分析手法とデータ開示方法の検討においては、当該年度までに収集されたインベントリデータについて、LCA データの収集とデータ作成の方法を整理すると共に、データ開示方法を検討する。

3R-LCA 手法の開発においては、当該年度までに収集されたデータに基づいてインベントリ分析手法が分析結果に与える影響を検討し、客観的で公平な3R-LCA 評価の手法について検討する。

成果：

製品 LCA の分析手法とデータ開示方法の検討においては、当該年度までに収集されたインベントリデータについて、データ収集の工程、データ作成の方法を分析し、一般的に各製品に共通で重要な工程、それぞれの製品に特殊であるが他製品の LCA の実施に参考となる工程を抽出した。抽出したデータ収集の工程およびデータ作成の方法について、他の製品へ適応出来るようマニュアルを整備するための検討を実施した。

3R-LCA 手法の開発においては、当該年度までに収集されたデータに基づいてインベントリ分析を実施し、インベントリ分析手法が結果に与える影響について検討した。インベントリ分析結果に基づいて、客観的で公平な3R-LCA 評価の手法について検討した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕LCA、インベントリ分析、データ開示方法

**〔研究題目〕熱・熱水の影響評価手法に関する検討**

〔研究代表者〕玉生 志郎

〔研究担当者〕玉生 志郎、阪口 圭一、佐々木 宗建、茂野 博、水垣 桂子、中尾 信典、菊地 恒夫、内田 利弘、楠瀬 勤一郎

**〔研究内容〕**

わが国における高温地域の地球科学的特性と成因を把握するため、および概要調査地区選定とそれ以降の調査

段階における熱・熱水の影響評価のため、以下の検討を実施した。まず、高温地域における熱源分布、地下温度構造、深部断裂、熱水対流の分布・形状等の特徴を把握するために、文献調査およびデータの収集・整理を行い、東北地方と中国・四国地方を対象に、高温地区を含む広域地域のタイプ分けを行うとともに、横断面の概念モデル図を作成した。また、高温地域の成因を検討するために、東北地方の東西断面線を含む地域の標高データを使用して仮想的な2次元広域地下水流動モデルを作成し、地熱用の多成分多相流体流動シミュレータによる感度解析を一部実施した。さらに、熱・熱水の影響評価における最適な調査・解析・評価手法を確認するために、温泉放熱量に基づく熱異常抽出・特性把握方法に関する検討、岩石変質データベース構築に関する検討およびデータベース化、電磁探査による深部構造解析手法、震源データを用いた深部構造解析手法、放射年代測定法を用いた地熱系の長期変動解析手法、流体地化学に基づく熱・熱水の影響評価手法、変質帯形成シミュレーションを利用した地下環境評価モデル構築支援技術の開発を、それぞれ実施した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕地層処分、環境評価、高温地域、地熱、熱水、熱水対流

**〔研究題目〕熱力学データベース構築、強磁性形状記憶合金のシミュレーション**

〔研究代表者〕及川 勝成（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕及川 勝成、梅津 理恵

**〔研究内容〕**

鉄鋼材料中に生成する硫化物、炭硫化物の相平衡を計算するための熱力学データベースを構築することを目的としている。本年度は、Ni 中での TiS、およびオーステナイト相中での  $Ti_4C_2S_2$  の溶解度積を拡散対法により決定し、その結果を熱力学的に解析することにより、TiS および  $Ti_4C_2S_2$  の生成自由エネルギーを決定した。更に、それらを熱力学データベース中に取り込むことにより、鉄鋼材料およびステンレス鋼中における TiS および  $Ti_4C_2S_2$  の相平衡を計算により求めることが出来るようにした。また、Co 基磁気記録媒体材料の磁気誘起2相分離を計算するための熱力学データベースを構築する目的で、Co-W および Co-Mo 系の相平衡に関する実験を拡散対法を用いて行い、Co 側における磁気変態点に沿った2相分離が現れることを確認した。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕状態図、熱力学、計算科学

**〔研究題目〕表面最適化炭素ナノ繊維の新規環境触媒機能**

〔研究代表者〕安 白

〔研究担当者〕安 白、横川 清志、福山 誠司

〔研究内容〕

目 標：

環境保全のためのナノ構造制御触媒と新材料の創製の一環として、表面最適化炭素ナノ繊維（CNF）の新規環境触媒機能を開発する。特に、原子・分子レベルで、新規 CNF の構造及び成長機構を解明し、触媒又は触媒担体として最適化 CNF の制御と新構造 CNF の創製に寄与する。CNF に担持された触媒及び基盤との関係を分析して、触媒機能の向上に寄与する。

研究計画：

新規 CNF の典型的構造である Platelet CNF、Herringbone CNF、Tubular CNF の合成直後と黒鉛化加熱後における微細構造を走査トンネル顕微鏡（STM）によって調べ、CNF の基本単位構造の特定と3次元構造モデルの確定を行う。燃料電池用 Pt-Ru 金属触媒を載せた CNF を STM で観察し、触媒の分散性、形状、大きさ及び担持繊維との関係などを3次的に分析する。

成 果：

Platelet CNF、Herringbone CNF、Tubular CNF とも「Nano-Rod」と「Nano-Plate」と言う二種類基本単位構造から構成されたことを明らかにした。この二種類単位構造の量の比と繊維軸との関係によって、「Nano-Rod」集積型或は「Nano-Plate」集積型或は両者混合型の Platelet CNF、Herringbone CNF、Tubular CNF 等のさまざまな構造を構築すると言う新しい構造モデルを提出した。還元法により CNF に担持された Pt-Ru 触媒は2-10nm の多面体のナノ粒子状を示し、最初に CNF のヘキサゴン面のエッジ部分や境界などの欠陥に析出して、徐々に全表面に広がることを明らかにした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕炭素ナノ繊維、Pt-Ru 触媒、走査トンネル顕微鏡

〔研究題目〕InGaN 系ヘテロ構造のプロセス制御と機能発現

〔研究代表者〕奥村 元

〔研究担当者〕沈 旭強、清水 三聡、小倉 睦郎、北村 寿朗

〔研究内容〕

本研究では、高組成 InGaN 混晶、及びその超薄膜ヘテロ構造作製について、ナノレベルでの精密制御プロセス技術を開発すると共に、AlGaIn/InGaIn 等の InGaIn 系ヘテロ量子構造の本来の基礎物性を明らかにして、InGaIn 系 HEMT 構造や RTD 構造のナノ物性に基づく極限機能発現のための設計指針、作製要素技術を確立する。

本年度は、前年度までに成長条件を最適化した InN

成長膜を下地に用い、基板温度、In/（In+Ga）フラックス比を変化させ、全組成域に渡りさまざまな In 組成を持つ InGaIn 膜を作製して特性評価を行った。

その結果、In/（In+Ga）flux ratio 増加に応じて、InGaIn 膜の In 組成がほぼ1:1の関係で減少すること、In 組成が減少するにつれ Ga 原子拡散長が低いことによりグレイン構造に変化することを確認した。また構造的には、In 組成が低い領域においては、六方晶構造に加え立方晶構造の混入が発生すること、並びに InGaIn（In 組成60%）膜厚100nm 程度までは立方晶混入はなく、厚くなると表面部分数十 nm のみ立方晶構造に変化していることを見いだした。光学的評価としては、全領域に渡る In 組成変化における発光ピークエネルギー変化から、ボーイングパラメーターとして  $b=2.2$  を得た。In 組成一定の InGaIn 膜における成長温度依存性から、表面モフォロジー及び構造特性の点で、InN 成長温度での InGaIn 成長が最も適切との結論を得た。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕窒化物半導体、MBE、InN

〔研究題目〕生体分子検出用ナノ構造電極の開発

〔研究代表者〕丹羽 修

〔研究担当者〕Jia Jianbo、栗田 僚二、加藤 大、Xu Guobao、鈴木 孝治、丸山 健一

〔研究内容〕

生体分子をモニターする電気化学ナノプローブとして、原子間力顕微鏡（AFM）、近接場光学顕微鏡（SNOM）、走査型電気化学顕微鏡（SECM）の機能を有するナノ電極の開発を進めている。その中で、SECM の高機能化を中心に進めた。極微小電極用の薄膜として ECR（Electron cyclotron resonance）スパッタ法で作製したカーボン膜に注目し、高いバイアス電圧を印加して作製した膜では、sp<sup>2</sup>結合に比べ sp<sup>3</sup>結合が増加し、測定可能な電位範囲が飛躍的に拡大することが分かった。電位窓はホウ素ドーパダイヤモンド膜とほぼ同等の値を示し、高い酸化電位を有する検出対象を高い S/N 比で検出できることが分かった。また、表面は原子レベルで平坦なため、ビスフェノール A などの電気化学的に非可逆で電極に吸着し易い分子の吸着を抑制し、長期間安定した電極応答を得られることを確認した。

一方、酸化物薄膜である ITO（Indium tin oxide）薄膜の作製時の条件を検討し、リン酸イオンの存在下では、アニオン性物質の電極反応を大幅に抑制できる材料を見いだした。例えば、本電極を用いることにより、ドーパミンとその検出の際に妨害分子として働く L-アスコルビン酸が共存する溶液の検出において、ドーパミンの信号が、アスコルビン酸に比較し約2桁大きな値が得られることから、生体中においても上記電極を利用して高選択的に測定できると考えられる。今後は、この薄膜電極の技術を SECM などの走査型顕微鏡の機能化に応用

していく予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 カーボン電極、ECR スパッタ法、ITO 電極、RF スパッタ法、電気化学測定、カテコールアミン

【研究題目】 相関電子コヒーレンス制御

【研究代表者】 永長 直人

(強相関電子技術研究センター)

【研究担当者】 MISHENKO Andrey、小野田 勝

【研究内容】

本プロジェクトでは、強相関電子系の内部自由度に潜む量子位相コヒーレンスを制御するための学理を確立することを目標にしている。特に、(i) オングストロームスケールの結晶格子構造をコントロールすることでボトムアップから量子位相を設計するトポロジカルコヒーレンス制御、(ii) 量子臨界性などを利用してトップダウンで位相コヒーレンスを制御するクリティカルコヒーレンス制御、の2つの方向からのアプローチを目指す。より具体的な研究計画は、(a) 固体電子におけるベリー位相の理論的研究と、第一原理バンド計算による物質設計、(b) 高温超伝導体をはじめとする無機酸化物の磁性、超伝導、電荷秩序などのナノスケールスペクトロスコープと量子臨界制御、(c) 有機物における絶縁体-超伝導転移の研究と量子スピン液体の探索、などである。本年度の主な進捗として、以下のものが挙げられる。

- (1) スピン内部自由度に関係した量子ベリー位相と、そのスピン量子輸送現象での役割をさらに研究した。成果としては、絶縁体でありながら電場でスピン流を作り出すスピンホール絶縁体の理論的発見や、スピン流にともなう電気磁気効果の理論などを新たに構築した。また、強誘電体の電気分極をパラメータ空間の幾何学として定式化し、量子電荷ポンプとの関係を明らかにした。これらは、異なった自由度—例えば電氣的性質と磁氣的性質—の間の“非対角応答”の量子論に相当し、マルチフェロイック物質などの最近興味を持たれている物質群に応用できる理論体系となっており、今後様々な物質系、人工構造系へと展開してゆく。
- (2) 三角格子スピン系 $k$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu<sub>2</sub>(CN)<sub>3</sub>の量子スピン液体状態が大きな磁場のもとでは空間的に不均一な微小交替磁化を生じることを見出し、フラストレーションに起因する量子液体状態に対する欠陥や外場の効果の研究の端緒となった。
- (3) クリティカルコヒーレンス制御の立場から、擬2次元分子性導体 $k$ -(ET)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>]Cl におけるモット臨界性を、電気抵抗のスケールリングを通じて研究し、特異な臨界指数をもつ新しい臨界現象を見出した。またモット臨界点近傍で、磁場により超伝導体が絶縁体化することも見出した。一方、無機物系では、相競合により生ずるナノスケールでの電子の相分離や自己組

織化の直接観察、相競合・臨界領域における格子効果の観測、磁場などによる臨界相制御とそのデバイス機能の開拓などを行った。成果としては、高温超伝導体(Ca, Na)<sub>2</sub>CuO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>における擬ギャップ相の詳細な電子状態を実空間と運動量空間で観察することに成功した。また同位体効果を利用した強相関電子系における格子効果の検討や、秩序・無秩序転移の臨界性を利用した新たなデバイス機能の提案、新規超伝導体・熱電変換材料の開発などで、顕著な成果を挙げることができた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 量子位相、スピントロニクス、スピン液体、トンネルスペクトロスコープ

【研究題目】 高密度励起子状態を利用したダイヤモンド紫外線ナノデバイスの開発（外部資金）

【研究代表者】 大串 秀世

【研究担当者】 大串 秀世、山崎 聡 他

【研究内容】

優れた物性を有するダイヤモンド薄膜の高品質化をはかり、非線形励起子発光を紫外線ナノデバイスに展開する。そのために、原子レベルで平坦な高品質ダイヤモンド薄膜合成技術、PN 接合技術、デバイス化要素技術などを開拓し、励起子の高密度化と発光機構を解明し、紫外線ナノデバイスの開発を行う。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、励起子、紫外線発光、ナノデバイス

【研究題目】 分子性物質の材料化

【研究代表者】 松本 睦良

【研究担当者】 松本 睦良、中村 徹

【研究内容】

目標：

将来の集積分子エレクトロニクス実現のため、分子性物質の材料化とシステム化を研究する。そのために分子性物質のナノ材料化を行うとともに、それらを用いてデバイスプロトタイプを作製することを目指す。

研究計画：

カルコゲンを含む分子を Au(111)面に吸着させ、自己組織化膜を形成し、その構造、電気物性を明らかにすることにより、デバイス材料としての自己組織化膜の有用性を検討する。

成果：

Au(111)面上に、カルコゲンを含む分子の自己組織化膜を形成し、各種分光法を用いて、膜構造を明らかにするとともに、導電性 AFM を用いて膜の電気物性を明らかにした。LB 膜の相分離を利用して、ナノワイヤー、ナノ螺旋を作製することができた。特に、ナノワイヤー

に関しては、分子間相互作用の制御、膜作製条件の制御により、長さ、幅を制御することが可能となった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化膜、LB 膜、分子エレクトロニクス

【研究題目】 人とロボットの共生と学習に関する研究

【研究代表者】 柴田 崇徳

【研究担当者】 柴田 崇徳

【研究内容】

人と共生・共生するロボットは、作業を目的としない場合には、楽しみや安らぎなど精神的な効果を期待され、その価値を主に人の主観によって評価される。これまでに筆者は、心理実験の結果から人との身体的な触れ合いを重視し、人への精神的な効果を目的とする動物型のメンタルコミットロボットを研究開発した。これは、メカのロボットより高い主観評価を得、また、小児病棟や高齢者施設における約2ヶ月のロボット・セラピーを目的とする共生実験により、ロボットから人への心理的、生理的、社会的効果を確認した。

長期間の人とロボットの相互作用においては、ロボットには学習機能などによって行動の生成に変化がある。しかし、人の慣れや飽きなど、人の主観を考慮した学習方法は確立されてない。つまり、これらの要素が、人のロボットに対する主観評価に及ぼす影響が明らかではないため、ロボットの学習や成長の有効な手法が明らかではない。

本研究では、短期的な相互作用における主観評価実験や、長期間の相互作用の実験等により人の慣れと飽きについて研究し、さらにロボットの視覚、聴覚、触覚情報を統合して、飼い主（人）との関係に関する学習を行い、人に依存した価値に基づく学習を行うことにより、人がロボットに対して愛着を醸成し、長期間に渡り相互作用を継続させるための人とロボットの共生型学習法の研究開発を行った。そして、相互作用を通して、人にロボットに対する主観的価値を創造させる手法を確立した。そして、1年間以上の相互作用の持続に成功した。

【分野名】 ロボット

【キーワード】 相互作用、賢さ

【研究題目】 高分子の階層的自己組織化による再生医療用ナノ構造材料の創製

【研究代表者】 山口 智彦

【研究担当者】 山口 智彦、真原 仁

(科学技術振興事業団)

【研究内容】

本研究では、ナノ微粒子の自発的な構造化、とりわけ散逸構造などの非平衡現象を利用した階層的な組織形成を調べるとともに、その背景にあるメカニズムの数理解析を解明することを目的とする。熱力学的近傍における

自己集合体の形成と、平衡から遠く離れた開放系でのみ生じる散逸構造形成という、2つの秩序形成原理を組み合わせ、単一の原理だけでは実現困難な、複数の階層構造をもつ複雑な構造を自発的に形成するための方法論を理論的立場から提案するのがねらいである。西浦廉政・北大教授とともに理論グループを構成し、反応拡散系の数理シミュレーションをツールとして、階層構造の自己組織化現象一般に通用する数理学と熱力学の融合的な理論を構築すべく検討を進めている。本年度は、昨年度構成した可逆型の3変数 Gray-Scott モデルを用いて、一次元反応拡散系におけるスポットパターンの自己複製過程におけるエントロピー生成の計算を行った。その結果、「1つの“細胞”のまま大きくなるよりも2つに分裂するほうが系全体のエントロピー生成速度は小さくなる、それゆえ細胞は分裂する」という分裂のエントロピー仮説には一般性の無いことが示された。自己複製の熱力学的解釈の問題は未解決のままに残されている。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化、階層、自己複製、高分子、ボトムアップ、エントロピー

【研究題目】 カーボンナノチューブの特性制御と単一電子プローブの試作

【研究代表者】 松本 和彦

【研究担当者】 上村 崇史、前田 雅俊、  
ヒョンチャンキョン、小島 厚彦、  
坂本 一恵

【研究内容】

カーボンナノチューブの微細性と特殊な伝導特性を利用した新しいナノデバイスと実際の応用展開をめざした研究を展開する事を目的とする。

カーボンナノチューブをチャネルに用いた3端子素子では、8K の低温において、周期的なクーロンダイアモンドを示すクーロンブロック現象を観察した。これは4 $\mu\text{m}$  のカーボンナノチューブ全体が一つの島領域として働いていることを示した。またこのクーロンブロック効果が解けた領域では、カーボンナノチューブ全体を一つの量子井戸とする共鳴トンネル現象による微分負性抵抗特性を得た。これは4 $\mu\text{m}$  のカーボンナノチューブ内で定在波が形成されていることを示し、カーボンナノチューブの正孔のコヒーレント長が4 $\mu\text{m}$  にもおよぶことを実証した。

カーボンナノチューブをチャネルとした電界効果トランジスタのバックゲートにシングルストランドの PNA を固定化し、リン酸緩衝液中で相補型の DNA とハイブリダイゼーションさせ、これを電氣的に検知することに成功した。濃度は1 $\text{fmol/L}$  まで可能になった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、量子デバイス、電界効果トランジスタ、FET

**〔研究題目〕 強相関界面エンジニアリングによるスピントンネル機能の巨大化**

**〔研究代表者〕** 赤穂 博司

(強相関電子技術研究センター)

**〔研究担当者〕** 川崎 雅司、佐藤 弘、澤 彰仁、山田 寿一、小池 和幸

**〔研究内容〕**

本研究では、強相関遷移金属酸化物のスピントンネル完全偏極強磁性に焦点をあて、酸化物スピントロニクス素子の構築に必要な不可欠な界面磁性の直接観察と制御技術を新たに開発するとともに、実際にデバイス構造を作製し、その特性評価を通してスピントンネル機能の巨大化を実現することを目的とする。具体的には、(1)非線形磁気光学効果による界面磁性の研究、(2)スピノ偏極 SEM による界面磁性の研究、(3)強相関スピノデバイスプロセス技術の開発、(4)強相関スピントンネル機能の研究、の4研究課題項目について、研究を遂行する。本研究は、本年度10月から始まった新規プロジェクトである。本年度においては、下記の成果を得た。(1)磁化誘起第二高調波発生 (MSHG) を用いて  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  (LSMO) と  $\text{SrTiO}_3$  との界面磁性を直接観察するとともに、電荷移動による界面磁性の劣化を明らかにした。また、界面磁性の最適化のため、 $\text{LaMnO}_3$  層挿入による傾斜組成界面形成を行い、MSHG により強靱な界面磁性を確認した。(2) スピノ偏極 SEM に接続するパルスレーザ製膜 (PLD) 装置を新たに整備し、その基本動作を確認した。(3) ミクロン寸法の強相関スピントンネル接合作製プロセス技術を確立させるとともに、基板上の人工段差による LSMO 膜表面での析出粒子出現制御手法を開発し、スピントンネル特性の均一性および再現性の向上に成功した。(4) 界面磁性の直接評価ならびにこれに基づく界面デザイン (界面エンジニアリング手法) に従い、傾斜組成界面を持つ LSMO スピントンネル接合作製・評価した結果、トンネル抵抗比の飛躍的な向上に成功した。また、金属電極/強相関酸化物/金属電極構造において、パルス電圧印加により抵抗が可逆的に2~3桁変化する、超巨大電場誘起抵抗変化 (CER) 効果に関する研究を開始した。

**〔分野名〕** ナノテク・材料・製造

**〔キーワード〕** 界面磁性、強相関界面エンジニアリング、スピントンネル機能

**〔研究題目〕 分子性物質の開発と物性評価**

**〔研究代表者〕** 徳本 圓

**〔研究担当者〕** 田中 寿、ハサニエン アブド、リエンシュニッツ グンター

**〔研究内容〕**

有機分子性金属の電気的および磁気的特性の評価において、新しい微少単結晶の物性測定法を開発し、従来の測定限界を越える。低温強磁場中における電気的・磁気

的物性の測定を行う。特に、分子性金属のフェルミ面の存在を示す直接的証拠となる磁気的量子振動の観測を通して、その電子構造を決定する。初年度は原子間力顕微鏡 (AFM) 用のカンチレバーを用いた高感度磁気トルク測定法を単一分子性金属  $\text{Ni}(\text{tmdt})_2$  の微少単結晶に適用し、米国国立強磁場研究所の33テスラ電磁石を用いて、磁気的量子振動現象の観測に初めて成功した。第二年度には更に、米国国立強磁場研究所の45テスラハイブリッド磁石を用いて、3次元的なフェルミ面の情報を得るための磁気的量子振動の詳細な角度依存性の測定に成功した。その結果、単一分子性金属  $\text{Ni}(\text{tmdt})_2$  が電子とホールフェルミ面を持つ真正正銘の金属であることを厳密に証明し、そのフェルミ面の形状を決定することに成功した。本年度は、単一分子性金属  $\text{Ni}(\text{tmdt})_2$  の磁気的量子振動現象の観測と、それに基づくフェルミ面の形状を論文にまとめプレス発表した。マイクロカンチレバーの新しい応用として、低磁場における  $1\mu\text{g}$  以下の微少単結晶の磁気トルク測定を試み、有機反強磁性体  $\lambda$ - $(\text{BETS})_2\text{FeCl}_4$  の反強磁性相におけるスピノフロップ転移の観測に成功した。

**〔分野名〕** ナノテク・材料・製造

**〔キーワード〕** 分子性金属、フェルミ面

**〔研究題目〕 即発ガンマ線検出器系の応答関数評価実験支援**

**〔研究代表者〕** 瓜谷 章 (計測標準研究部門)

**〔研究担当者〕** 原野 英樹、豊川 弘之

**〔研究内容〕**

窒素原子の中性子捕獲に伴い放出される  $10.8\text{MeV}$  ガンマ線に対するシンチレータ検出器の応答特性を明らかにすることを目標とし、平成16年度は産業技術総合研究所の電子蓄積リングを用いたレーザー逆コンプトン高エネルギー光子発生装置により  $10.8\text{MeV}$  の準単色光子を発生させ、名古屋大学グループが試作・整備した複合ガンマ線検出系の特性評価を行った。計測回路系のタイミング調整を行った後に、複合ガンマ線検出系の動作試験ならびに検出効率、エネルギー分解能、光子の飛来方向の推定能力等の特性評価を行った。名古屋大学グループが作製した複合ガンマ線検出系は、64本の  $0.54 \times 0.54 \times 15\text{cm}$  の BGO シンチレータを束ねたものであり、その両端において位置敏感型光電子増倍管を用いて発光を観察するものである。信号読み出しには、昨年度に使用したアナログ出力型のものに替えて、デジタル出力型 ASIC を用いた。本読み出し系を用いて、発光したシンチレータの同定と、発光量を測定し、コンプトンカメラ原理に基づいてガンマ線の飛来方向の推定を試みた。空間分解能について充分論じられる段階ではないが、飛来方向の推定が基本的に可能であることを確認した。

**〔分野名〕** 標準

**〔キーワード〕** ガンマ線、コンプトン散乱、シンチレー

タ、レーザー

**【研究題目】高速・光ナノプローブの研究**

**【研究代表者】** 時崎 高志

**【研究担当者】** 時崎 高志、重藤 知夫、井上 貴仁、  
横山 浩

**【研究内容】**

ナノメートルオーダーに微細加工された半導体では、キャリア間の強い量子相関により種々の量子輸送現象が発現し、また、力学的な振動量子化も予想されている。本研究では、このような系をよりミクロに評価するため、走査プローブ顕微鏡技術をベースとしたナノメートル領域評価技術の開発を行った。走査型マックスウェル応力顕微鏡をベースとした高周波計測では、ナノカンチレバーの量子振動の計測を目指して、ギガヘルツ領域の高周波信号をナノ領域で測定する計測系を開発した。本顕微鏡では試料とプローブに周波数の異なるギガヘルツ波を導入し、その差周波成分を力学的に測定して試料の高周波応答を評価する。本年度は、昨年度試作したプレーナ導波路構造を有するプローブの高周波特性を詳細に評価し、数 GHz までの高周波測定の有効性を確認した。光学的評価では、これまでに開発した極低温強磁場近接場光学顕微鏡 (SNOM) の改良を行い、走査範囲を  $5 \mu\text{m}$  まで拡大するとともに、粗動機構を追加した。これを用いて、ホール素子類似のメサ型半導体ヘテロ構造中に閉じ込められた2次元電子ガス (2DEG) 系に対して局所発光分光を行った。その結果、メサに平面的に閉じ込められた2DEG は、メサエッジに近づくとともに電子密度が減少し、発光スペクトルが高エネルギーシフトすることを見出した。この結果は、光励起ホールが2DEGにより遮蔽される効果により説明される。また、2本の光学プローブを有する SNOM の理論的研究を進め、2本のプローブ間には近接場光を通して相互作用するために、通常の光干渉効果以上に微細な応答が起きることが説明できた。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** 走査プローブ顕微鏡、走査型近接場光学顕微鏡、極低温、強磁場、発光分光、高周波プローブ、走査型マックスウェル応力顕微鏡、ギガヘルツ

**【研究題目】地雷探知センサ運用移動装置の研究開発**

**【研究代表者】** 小森谷 清

**【研究担当者】** 小森谷 清、安達 弘典、柴田 崇徳

**【研究内容】**

効率的で高精度な地雷探知のためには、地雷探知センサヘッドを広範囲にわたり高精度に位置・姿勢制御を行う必要がある。さらに、地雷原に立ち入ったの探知作業が可能になれば、飛躍的な効率向上が期待できる。これを実現するためには、地雷探知センサシステムを搭載し、

地雷を踏んでも起爆させることなく移動ができる地雷探知車両の開発が必要である。

本年度の目標は、実証機の試作とその移動制御手法の開発、国内評価試験の実施である。

実証機の移動機構は、前年度試作したセンサ運用移動機構を元に改良を加えた。地形の凹凸への対応を強化するため、前部機構、後部機構とも左右で独立にロール軸回りに回転できる受動関節を新設した。これまで地形適応のための受動関節は1つであったが、4個追加され5関節となった。また、これに関連し、左右のステアリングおよび左右の駆動は独立にアクチュエータを持つ構成にし、アクチュエータ数も2から4に増加した。また、より地雷を起爆させにくくするために、従来の低圧タイヤより柔軟性が高く、サイズも大きいタイヤチューブを利用し、かつその本数も16に増やした。実証機の胴体部には、低反動6自由度マニピュレーションシステムが組み込まれ、その手先部には超広帯域ベクトル型複合センサヘッドが取り付けられており、総質量は約270kg であるが、模擬地雷を起爆させない接地圧力を実現した。移動制御については、測量用の自動追尾式トータルステーション、慣性センサ、RTK-GPS システムを用いた基礎実験を行った。実際の運用条件等を考慮し、移動体の軌道制御のための位置計測は、トータルステーションのデータを優先的に利用する制御手法を開発した。試作した実証機を用いて平成17年1月、2月に香川県坂出市の実験サイトで実施された国内評価試験において埋設対人地雷の踏破実験、および埋設対人地雷の探知実験を行い、当初の性能を確認した。

**【分野名】** 情報通信

**【キーワード】** 対人地雷、地雷探知、低圧タイヤ、接地圧力

**【研究題目】ゼオライトを用いた高集積秩序構造体の創製と電子物性制御**

**【研究代表者】** 小平 哲也 (界面ナノアーキテクトゥクス研究センター)

**【研究担当者】** 小平 哲也

**【研究内容】**

サブナノメートルの一次元細孔を有するゼオライト単結晶 ( $100 \mu\text{m}$ ) をマトリックスとするナノワイヤー固体の光学特性評価を目的に、微小領域 ( $20 \mu\text{m}^2$ ) ・広波長域 (240–2500nm) ・高感度 (吸光度2以上) の条件を満たした偏光透過スペクトル測定が可能な顕微分光測定技術の開発を行った。装置性能評価を兼ねて、内径  $0.73\text{nm}$  の一次元細孔を有するゼオライト AFI 中にテルル (Te) 原子を導入し、テルルナノワイヤーの創製とその光学特性評価を行った。真空加熱脱気を行った AFI 結晶に Te 原子を種々の濃度で気相導入した試料の偏光顕微透過 (吸収) スペクトルを測定し、Te 原子導入量によらず AFI 結晶の一次元細孔と平行方向に強い

光吸収を観測した。Te ナノワイヤーの形成を示唆する結果ではあるが、化学組成分析に基づく Te 原子の細孔導入量を検討したところ、Te 原子の平均導入量は細孔が Te 原子により十分に満たされているとは言い難い。数原子～数十原子からなる一次元 Te ナノ構造が希薄に AFI 結晶内に分散していると考えられる。今後、AFI 結晶を使った有機系一次元ナノワイヤー創製に対して、顕微分光測定を適用することを予定している。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ゼオライト、単結晶、光学特性、一次元ナノ構造、半導体

[研究題目] 戦略的創造研究推進事業 コプロダクションシステムのモデリングと解析

[研究代表者] 中岩 勝 (環境化学技術研究部門)

[研究担当者] 中岩 勝、大森 隆夫、遠藤 明、黄 克謹

[研究内容]

コプロダクションシステムの要素技術である基本的な化学反応や熱変換システムの現象論に基づくモデル化を行い、定常基本特性、動的な基本特性等を明らかにした。具体的にはコプロダクションによるエネルギー・物質併産のシナジー効果を定量化するために、反応操作と分離操作が統合された代表的なプロセスである反応蒸留プロセスにおいて塔の熱効率、反応操作および分離操作を内部熱統合することにより本質的に改善される可能性があることに着目した。塔内の反応セクション（発熱および吸熱）の配置および原料供給の位置により、内部熱統合を効果的に行うことができる。発熱を伴う反応を回収部（原料供給より下部）に、吸熱を伴う反応を濃縮部（原料供給より上部）に適切に配置することにより、反応および分離操作の間で内部熱統合の効果を最大化することが可能なことが示された。そのために大きな発熱または吸熱を伴う反応それぞれに関する反応蒸留プロセスを例示提案し、設計手法を評価した。また、得られた結果についてその実現可能性と有効性をシミュレーションにより確認した。さらに、使用される触媒の量、混合溶液の相対揮発度および原料の熱的条件に関して感度分析によりその影響を定量的に検討した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 省エネルギー、コプロダクション、解析、反応分離、最適化、シナジー効果、地球温暖化

[研究題目] 糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入哺乳類細胞の性状解析

[研究代表者] 中村 充

[研究担当者] 野々村 智尋、安藤 秀信

[研究内容]

ショウジョウバエの系でスクリーニングし、機能解析

する重要性が予想される糖鎖関連遺伝子の RNA 干渉を哺乳動物細胞で実現している。昨年度から本格的に取り組んだ、レンチウイルスベクター・レトロウイルスベクターによる siRNA システムは、ほぼ構築が完了した。重要な遺伝子については、75～90%程度の遺伝子ノックダウンが可能なターゲット配列をそれぞれ2組ずつ用意できた。目的以外の遺伝子発現抑制が観察された場合、それがオフターゲット効果であるかターゲットを介した二次効果であるかに関しては、2組の配列に共通して見られる現象であるかどうかで判断することにした。本システムにより、遺伝子導入が難しい造血幹細胞・造血前駆細胞株への応用を試みた。レンチウイルスベクター系の siRNA 導入により、ヒト白血球細胞の体内動態に重要な特徴的糖鎖発現レベルをコントロールしている糖鎖関連タンパク三種類をそれぞれコードする遺伝子のサイレンシングを行った。その結果、特徴的糖鎖発現レベルを RNA 干渉技術で低下させることができた。また、ショウジョウバエの系でスクリーニングし、哺乳動物細胞の系で機能解析する重要性が予想される糖鎖関連遺伝子のうち、特に重要な遺伝子一つを選んで、遺伝子破壊マウスの作製を進行させている。胎生致死であることが予想されるので、Cre-loxP システムを用いたコンディショナルノックアウトを行っている。いくつかの ES 細胞を樹立したあと、プラストシストインジェクションによりキメラマウスを調製した。その後ジャームライントランスミッションが実現できた一系統を用いて、まず全身性のノックアウトマウスを得るために、Ayu1-Cre マウスとの掛け合わせを始めている。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 糖鎖関連遺伝子、RNA 干渉、レトロウイルスベクターシステム、レンチウイルスベクターシステム

[研究題目] 有機・無機ナノチューブの形態・構造制御と超高感度振動分光法による解析

[研究代表者] 清水 敏美 (界面ナノアーキテクトニクス研究センター)

[研究担当者] 増田 光俊、浅川 真澄、小木曾 真樹、南川 博之、青柳 将、吉 慶敏、増淵 さゆり、二又 政之、松田 直樹

[研究内容]

親水部に糖鎖やペプチド鎖をもつ人工脂質を分子設計、合成し、水中での自己集合により大量にナノチューブを合成する。それとともに、超高感度振動分光法のナノチューブ系への適用を図る。さらに、親水部構造や疎水部構造を変化させ、チューブの内径、長さ、膜厚に与える分子構造効果を系統的に解明する。得られた有機ナノチューブをナノ鋳型として利用して、金属酸化物等の新規ナノチューブ創製を図り、ガス吸蔵などの機能特性を明

らかにすることを目的とした。そのために、今年度は、グリシルグリシンなどのオリゴペプチド N 末端を長鎖カルボン酸と連結した合成ペプチド脂質のナトリウム塩を種々の遷移金属塩と水中で混合させ、自己集合を行った。金属カチオンの種類、長鎖炭化水素の炭素数などが自己集合形態に与える影響を系統的に調べた。さらに、他のオリゴペプチドを含むペプチド脂質から得た脂質ナノチューブを鋳型に用いて、ゾルゲル反応により合成したシリカナノチューブを次に、第二次の鋳型に用いて、内表面および外表面での脂質分子の自己集合挙動を検討した。

その結果、グリシルグリシン脂質と金属カチオンとの錯体化を利用した自己集合では、銅カチオンとの組み合わせにおいて、炭素数が奇数の場合、100nm 前後の狭い外径分布をもつナノチューブ構造を形成することを新たに見いだした。従来の、両親媒性化合物によるナノチューブ形成に比較して、たった一段階の操作で、混合後ただちにナノチューブ形成が起きることから、大量合成等に適したプロセスを開発したと考えられる。また、シリカナノチューブを鋳型にしたプロリルプロリルプロリン型ペプチド脂質の自己集合では、鋳型の内部にのみ、あるいは内部と外部の両表面に有機層が被覆したハイブリッドナノチューブを調製する手法を開発した。こうして、簡便な操作で短時間でナノチューブを得る見込みを得た。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、中空シリンダー、超高感度振動分光法

【研究題目】 酸素透過性セラミックス薄膜の成膜プロセスの確立

【研究代表者】 飯島 高志

【研究担当者】 籠宮 功

【研究内容】

目標：

酸素透過性セラミックス  $\text{Ce}_{0.8}\text{Gd}_{0.2}\text{O}_{1.9}$  (GDC) -スピネル系複合体を薄膜化し、バルクよりもさらに高い酸素透過速度を得ることにより、部分酸化改質に用いる酸素分離デバイスの実現を目差す。

研究計画：

GDC 多孔質基板上に GDC-スピネル系複合体薄膜をスピコーティングによって成膜し、酸素透過性薄膜-多孔質基板複合構造体を作製するために、多孔質基板作製工程の各条件ならびに、成膜プロセスの最適化を試みる。平成16年度は、GDC-スピネル系複合体薄膜の低温焼成の可能性について検討する。

年度進捗状況：

GDC-25vol%Co フェライト複合体薄膜の低温焼成を試み、焼成温度と作製した薄膜の結晶性、結晶粒径、酸素透過速度の関係について調べた。その結果、低温焼成

により作製した GDC-25vol%Co フェライト複合体薄膜は、従来よりも低い動作温度領域で高い酸素透過速度を示す可能性があることを見出した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 酸素透過性セラミックス、混合イオン導電体、薄膜

【研究題目】 固体中へのスピン注入による新機能創製

【研究代表者】 湯浅 新治

【研究担当者】 湯浅 新治、長濱 太郎、Ashwin Tulapurkar

【研究内容】

目標：

電子スピンのエレクトロニクスにおける更なる直接的な利用のための基礎研究として、スピン偏極電子の注入による電流のスイッチングを目指している。

研究計画：

トンネル磁気抵抗効果の測定を自動化することにより 0.1%程度の磁気抵抗効果を精度よく測定することを可能にする。この測定系を利用して、Fe/AlO/Fe からなる強磁性トンネル接合の Fe 電極と AlO バリヤの間に極薄 Cr 層を挟んだトンネル磁気抵抗素子の特性を詳細に評価する。

成果：

単結晶 Fe (001) 電極とアモルファス A-O トンネル障壁および単結晶 MgO (001) トンネル障壁を組み合わせた二重トンネル障壁三端子スピン素子を作製し、スピンバルブ・トランジスタ動作を確認した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 スピントロニクス、トンネル磁気抵抗効果、MRAM

【研究題目】 糖鎖機能を利用した組換えリソソーム酵素の脳内補充療法の開発

【研究代表者】 地神 芳文

【研究担当者】 千葉 靖典、明星 裕美、笠原 由子

【研究内容】

本研究は GM2 ガングリオシドーシスの酵素補充療法 (ERT) に使用可能な組換え酵素 ( $\beta$ -ヘキソサミニダーゼ、 $\beta$ -Hex) の生産系の構築を目的としている。今年度は、組換え  $\beta$ -Hex の大量生産と精製条件の確立を中心に行った。 $\beta$ -Hex を大量に生産する為にジャーファーメンターを用いた培養を試み、約 6.4mg/L の発現を得た。次に、これまで行っていた精製条件の改善を試みた結果、HiTrap Phenyl を HiTrap Butyl に替える事で回収率が約 3 倍に増加し、HiTrap Q を HiTrap DEAE に替える事でアイソザイムのより良い分離が認められるようになった。

組換え  $\beta$ -Hex の *in vitro* 系における GM2 分解活性を確認した。GM2 アクチベーターの代わりに界面活性剤

を用いて、組換え HexA ( $\alpha\beta$ サブユニットヘテロ2量体)、HexS ( $\alpha$ サブユニットホモ2量体)、ヒト胎盤由来  $\beta$ -Hex ( $\alpha\beta$ サブユニットヘテロ2量体と  $\beta$ サブユニットホモ2量体の混合物) をそれぞれ 200nmol/h 分 (MUGS 分解活性) 添加して反応を行い、TLC で反応産物を確認した。その結果、組換え HexA はヒト胎盤由来  $\beta$ -Hex よりも強い GM2分解活性を示した。HexS はこれまでの報告通り、GM2分解活性を示さなかった。

*O.minuta* から発現した  $\beta$ -Hex の  $\beta$ サブユニットは電気泳動の移動度からプロセシングを受けていない事が示唆されている。 $\beta$ サブユニットにおけるプロセシングを識別する抗体の作製を試みた。 $\beta$ サブユニットのペプチド (MG61) と MG61の N 末端側をアセチル化したペプチド (MG62) を作製し、MG61を抗原としてウサギに接種した。得られた抗血清はプロセシングを受けた  $\beta$ サブユニットと受けていない  $\beta$ サブユニット両方に対して反応した。血清は陰イオン交換カラムに供したのち、MG61または MG62を固定化したカラムに供し、溶出画分の  $\beta$ -Hex に対する反応性を確認した。MG61溶出画分はプロセスの有無にかかわらず反応性を示したが、MG62溶出画分はプロセスされていない  $\beta$ サブユニットのみに反応した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] HexA、リソソーム、メタノール酵母

[研究題目] 流動層によるバイオマス等からのガスとチャーの併産技術に関する研究

[研究代表者] 幡野 博之 (エネルギー技術研究部門クリーン燃料グループ)

[研究担当者] 幡野 博之、鈴木 善三、倉本 浩司

[研究内容]

大気中の  $\text{CO}_2$  と太陽エネルギーに由来するバイオマスエネルギーは大気中の賞味の  $\text{CO}_2$  濃度増加に繋がらないカーボンニュートラルな資源であることから、その積極的な導入が望まれている。本プロジェクトではコプロダクション (物質とエネルギーの併産) の概念に立脚し、バイオマスのガス化と炭化物の併産技術の確立を行っている。バイオマスのガス化によって水素を製造し、燃料電池などの燃料として利用する。このとき、従来の石炭ガス化のように、完全ガス化を志向するのではなく、得られる熱源の温度に応じて、ガス化可能部分は水素へ転換し、チャー化した部分は炭化物として取り出す。前者はカーボンニュートラルかつ低エクセルギー率の化学エネルギーとして利用でき、後者は地中投棄や土壌改質媒体として利用する。このバイオマスの有機質を炭化物として安定化し、利用することは、安価で高効率な  $\text{CO}_2$  の固定化を意味する。これまでに迅速熱分解装置、循環流動層型流通ガス化反応器を利用して、種々の温度および水蒸気分圧下でガス、タールおよびチャーの収率を系統的に調査した。流通実験においては  $700^\circ\text{C}$  以上の

温度では炭素基準で80%程度のガス化を迅速に達成できることを確認した。

また、ライザー後段に、固気分離を目的としたサイクロンが取り付けられているが、このサイクロン部でガス化が促進されていることを見出した。これは、サイクロン内部での旋回流れが固気接触に寄与したものと考えられる。また、一連の実験的研究により、ガス化時に生成するタールの迅速改質が重要な課題であり、そのためにタールの吸収剤あるいは改質触媒を流動媒体に適用し、タール収率低減効果を調べ、一定の効果が得られることが分かった。

[分野名] エネルギー環境

[キーワード] バイオマス、ガス化、水素、炭化物、コプロダクション

[研究題目] 超 Gbit-MRAM のための単結晶 TMR 素子の開発

[研究代表者] 湯浅 新治

[研究担当者] 湯浅 新治

[研究内容]

目標:

(1)  $\text{Fe}(001)/\text{MgO}(001)/\text{Fe}(001)$  単結晶 TMR 素子の性能を向上させる。(2)  $\text{Fe}(001)/\text{MgO}(001)/\text{Fe}(001)$  単結晶 TMR 素子の界面の構造を解析する。(3)  $\text{MgO}$  障壁 TMR 素子の量産プロセスを開発する。

成果:

MBE 成膜法を用いて  $\text{Fe}(001)/\text{MgO}(001)/\text{Fe}(001)$  単結晶 TMR 素子を作製し、室温で188% (低温で250%) という巨大な磁気抵抗を達成した (従来の最高値の2倍以上)。さらに、 $\text{MgO}$  障壁の厚さを変えると磁気抵抗比が周期的に振動するという新現象を観測した。これは、スピン偏極したトンネル電子がブロッホ波のコヒーレンシーを保ったままトンネルしている証拠と考えられる。

放射光を用いて、 $\text{Fe}(001)/\text{MgO}(001)$  界面の Fe 原子の XAS (X 線吸収スペクトル) と XMCD (X 線円磁気二色性) を測定し、界面の Fe 原子が全く酸化されていないことと、大きな磁気モーメントを持つことを明らかにした。このような界面状態が、巨大な磁気抵抗の出現に必須であると考えられる。

さらに (株) アネルバと共同で、スパッタ法を用いて  $\text{MgO}$  障壁 TMR 素子の量産プロセスの開発を行った。8 インチの熱酸化シリコン基板上に、アモルファス  $\text{CoFeB}$  電極と高配向多結晶  $\text{MgO}(001)$  トンネル障壁からなる TMR 素子を作製し、室温で230% (低温で295%) という更に巨大な磁気抵抗を達成した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] スピントロニクス、トンネル磁気抵抗効果、MRAM、スピン注入磁化反転

〔研究題目〕シュレッターダストの分離・資源化システムの構築

〔研究代表者〕大矢 仁史

〔研究担当者〕遠藤 茂寿、日比野 俊之

〔研究内容〕

廃自動車中のシュレッターダストを省エネルギー・低コストで再資源化するために、単体分離のための省エネルギー粉碎技術の開発、微粉体化処理材の成分分離技術の開発、回収プラスチックからの脱塩素技術の提案を行った。

今年度は、シュレッターダスト中の廃プラスチックの銅と塩ビ由来の塩素除去のため、剥離粉碎による単体分離法と銅の除去プロセス開発およびメカノケミストリを用いた塩素除去方法を提案した。その両方ともプラスチックの燃料化に十分資する除去が実験室レベルでは達成できた。また、廃ウレタン、廃めっき樹脂の利用技術についてもその再資源化方法の一つを提案し、それぞれの再利用方法を有効に利用できるような単体分離法を構成素材、リサイクル地域によってどのような社会的な要因で必要な技術が違ってくるのかについて考察を行った。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕シュレッターダスト、リサイクル、分離・精製、環境負荷

〔研究題目〕光技術・ナノ構造・認識分子の融合による環境診断素子の開発

〔研究代表者〕周 豪慎

〔研究担当者〕周 豪慎、魏 明灯、祁 志美

〔研究内容〕

光通信技術などに使われる光学素子の中でも代表的な光導波路と、新機能性材料として注目されるナノ構造が制御されたナノポーラス材料、そして、最先端ナノテクノロジーである分子認識技術に注目し、それぞれの特徴を生かして極微小濃度の有害化学物質を、選択的かつ高感度に検出できるコンパクト環境診断素子を作り出すことを目指している。平成16年度には、スピコーティング等の方法で、導波路の上に、ゾルゲル casting 法を用いて、規則正しく3次元的に細孔の配列したナノポーラス酸化物を合成した。X線回折、ガス等温吸・脱着、透過電子顕微鏡、走査電子顕微鏡、エリプソンなどを用いて、ナノポーラスの構造、細孔のサイズ、薄厚と屈折率など基礎物性を評価した。基礎物性を評価した上で、ガス吸・脱着過程による微小な屈折率の変化を観察し、実時間内100ppb-10ppmのアンモニアガスガスの吸・脱着過程をモニタリングする可能性を確認した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕光導波路、ナノ構造、認識分子、環境診断素子

〔研究題目〕グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発

〔研究代表者〕長嶋 雲兵（グリッド研究センター）

〔研究担当者〕平野 恒夫、稲富 雄一、梅田 宏明、石元 孝佳、渡邊 寿雄

〔研究内容〕

本研究では新規物質製造の低コスト化のために、分子シミュレーション技術の高度化により、新規物質設計・製造や遺伝子治療の活性化ならびに医薬品開発において、開発時間の短縮や低コスト化等による収益率の向上を目的とした大規模分子シミュレーション環境の構築を目指す。特にナノ物質である金属クラスターやタンパク質等の大規模分子系の現象を取り扱える系のサイズ拡大とパラメータの網羅的探索を可能とするためにグリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発を行う。

16年度は、FMO法による大規模分子軌道計算法としてFMO-MO法の開発を行った。巨大分子全体の分子軌道、ならびに軌道エネルギーを求めるために我々は、FMO法における分子軌道(FMO-MO)を定義して、タンパクなどの分子に対する分子軌道の計算を精度よく行うことを可能にした。

また、プロトンの波動性を考慮した方法(MC\_MO法)のFMO法への導入をおこなった。タンパク質等の生体内分子で重要な水素結合系の詳細な相互作用解析のために、プロトンの波動性を考慮した方法(MC\_MO法)をFMO法に実装し、FMO-MC\_MO法を開発した。FMO法プログラムとして、ABINIT-MP ver. 20021029を使用した。グリシン5量体((Gly)<sub>5</sub>)の $\alpha$ -helix構造をHF/STO-3Gで計算した場合、MC\_MO法とFMO-MC\_MO法(5フラグメント分割)のエネルギー差はわずかに0.018kcal/molだった。また、MC\_MO法、FMO-MC\_MO法それぞれの方法によって構造最適化したところ、そのエネルギー差は0.019kcal/molとなった。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕FMO法、FMO-MO法、巨大分子の分子軌道計算、プロトンの波動性、MC\_MO法、FMO-MC\_MO法

〔研究題目〕量子ナノ金属粒子-絶縁体複合材料の超高速非線形光-光制御の研究

〔研究代表者〕中村 新男

〔研究担当者〕村上 純一（サブテマリーダー）、多井 豊、外部協力者：越智 康博（名古屋工業大学学生）

〔研究内容〕

目標：

微粒子の非線形光学特性の量子サイズ効果を明らかにするために、サブナノメートルのサイズで単一の大きさ

を有する金ナノクラスターを作製することを第一の目標とした。さらにそれらのナノクラスターを埋め込んだ透明材料の作製技術を開発することも目標とした。

研究方法：

クラスターを作製するときの温度等の条件を詳細に検討してサイズ分布の狭いクラスターをまず作製した。さらに、そのクラスターの溶液に分別沈殿法を適用してサイズを厳密に制御したクラスターを得た。これらのプロセスでは、Matrix-Assisted Laser Desorption-Ionization (MALDI)法を用いてサイズを評価しながらそれをクラスター作製、サイズ選別にフィードバックするという方法を取った。

結果：

上記の方法により、数十～数百個の金原子からなる単一サイズ金ナノクラスターを単離することに成功した。その結果、単一サイズの金ナノクラスターの光吸収スペクトルの測定が可能となり、構成金原子が数十個より少ないクラスターではスペクトルに離散構造が現れること、構成原子数が百個程度以上のクラスターは金属的性質を示すことを明らかにした。さらにまた、それらナノクラスターの非線形感受率の測定も可能となり、ナノ粒子における非線形感受率の量子効果による増大が明らかとなった。

クラスターを埋め込んだ材料の開発については、親水性の保護剤を有するサイズがよくそろった水溶性ナノクラスターを作製し、その水溶液をエアロゲル作製に最初から用いることで、金ナノクラスターをシリカエアロゲル中に分散した材料を効率よく作製する技術を開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 金クラスター、MALDI、非線形光学特性、量子サイズ効果

【研究題目】 完全3次元結晶を用いた究極の光制御と超小型光集積デバイス・回路の研究

【研究代表者】 山本 宗継（光技術研究部門）

【研究担当者】 山本 宗継、小森 和弘

【研究内容】

半導体グレーティング積層型3次元フォトニック結晶を用いた光導波回路の開発を目指している。これまでは、グレーティング内に導波路構造を持ったものに関しては構造設計がなされていた。本年度は立体光回路化を目指して積層方向への伝搬する光導波路の設計を行った。また、作製法に関して歩留まり向上と汎用装置での3次元フォトニック結晶作製を目指して新規の作製法の開発を行った。数値解析により、垂直方向伝搬導波路の最適構造を多数探ったところ広帯域（規格化周波数で0.40-0.44、1.55 $\mu\text{m}$ 帯に換算すると148nm）のシングルモード伝搬が可能な最適構造が得られた。また、作製法に関しては、従来方法では半導体グレーティング積層時に特

殊な位置あわせ装置を必要とした。特殊な装置を不要とするために、本方法では平板を積層後に、露光装置が標準的に備えるレジストレーション描画（位置あわせ描画）機能を用いることにより、波長1.55 $\mu\text{m}$ 帯用3次元フォトニック結晶の2層積層構造の作製に成功した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 フォトニック結晶、光導波路、半導体グレーティング

【研究題目】 第一原理伝導計算による電極・分子相互作用の効果

【研究代表者】 小林 伸彦

【研究担当者】 中村 徹

【研究内容】

電極に挟まれた単一分子の伝導特性を解明するために、密度汎関数理論に基づく電子状態計算と非平衡電子理論を融合した計算理論を進展させ、分子架橋系の電子輸送現象の理論解析を行う。分子と電極との結合状態に着目し、平面波展開によるリカージョン伝達行列法および大規模計算に適した局在基底展開による非平衡グリーン関数法を用いた電気伝導シミュレーションを行うとともに、実験との比較検討によって伝導特性における電極の効果を解明することを目的とする。電極に架橋された分子の電流電圧特性、電極に接合されたカーボンナノチューブの伝導特性を解析し、電流電圧特性の非線形性や電極接合効果について解析している。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 第一原理計算、分子、ナノチューブ、電気伝導

【研究題目】 産業、企業、製品の環境負荷物質の排出量と資源消費量・環境効率指標の算定

【研究代表者】 稲葉 敦

【研究担当者】 田原 聖隆

【研究内容】

目的：

本研究では、LIME (Life Cycle Impact Assessment Method based on Endpoint) を用いて統合化した環境負荷を分母にし、付加価値を分子にした環境効率指標を提示し、その活用方法を示すことを目的とする。この環境効率指標は、製品、企業、産業で共通の尺度を使用するので、社会全体の中でそれぞれの位置を考察する共通の基準となり得る。また、企業の環境戦略・製品開発戦略に有用であると考えられる。

進捗状況：

ビール産業等有力数社が一つの産業を形成しているケースについて、企業の環境効率指標と産業の環境効率指標を比較する手法を分析した。また、エコリーフとして公表されている製品についての環境負荷排出データも収集し、製品レベルの環境効率指標の分析方法を考察した。

ビール産業と企業の環境効率と比較した結果は概ね妥当な値を示している。今後更に業種を増やし検討を重ね、目的である共通の指標を確立する。

付加価値を分子とし、LIME で統合した環境負荷を分母とした環境効率指標の得失を明らかにした。特にビール産業とビール製造企業の CO<sub>2</sub>効率を比較し、算出された値が概ね妥当であると確認された。また、製品レベルの環境効率指標を算出するためにタイプⅢラベルのエコリーフデータを収集し、製造段階全体の付加価値を価格とし、環境負荷を CO<sub>2</sub>排出量として、対象製品の属している産業の CO<sub>2</sub>効率と比較検討した。

今後の見通し：

本年度の研究により、産業と企業の間には、付加価値の整合性が見いだせる事が確認された。これにより、国、産業、企業における共通尺度の環境効率指標の確立が可能なる。今後更に整合性を確認して、手法を信頼性、透明性の高いものにしていく。また、国、産業、企業レベルと合致するように、製品レベルの環境効率指標を開発し、すべてのレベルにおいて共通の指標にしていく予定である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】環境効率、環境パフォーマンス、企業評価

【研究題目】人とロボットの持続的相互作用に関する研究

【研究代表者】柴田 崇徳

【研究内容】

「人とロボットの共生と学習に関する研究」の発展継続研究として、本研究を実施した。

人との相互作用により、楽しみや安らぎを提供するメンタルコミットロボットの研究開発を行っている。これまでに、相互作用を数分から数時間の短期、2ヶ月程度の中期、2ヶ月以上の長期に分類し、人とロボットの関係を時間的変化の観点から研究した。短期および中期の相互作用において、人のロボットに対する主観的な評価を高める要素を分析し、それらの機能を研究開発してロボットに実装した。これにより、短期的相互作用での主観評価を高め、また中期間、相互作用を持続させた。

本研究では、長期的な相互作用を研究することにより、ロボットと相互作用する人に関する属性（例えば年齢、性別、好み、生活環境、病状、宗教など）と、ロボットから人に与える効果の目的に応じて、ロボットに与えるべき機能を明らかにする。現状で実現されていない機能は、新たに研究開発し、ロボットへの実装を目指し、持続的相互作用が可能なロボットを研究開発し、特に国際的にロボット・セラピーで役立つ。

16年度は、ロボットに対する主観評価データの収集と、その分析を実施した。

【分野名】ロボット

【キーワード】相互作用、賢さ、持続性

【研究題目】日米サイエンスグリッドにおけるセキュリティ基盤の構築

【研究代表者】田中 良夫（グリッド研究センター）

【研究担当者】首藤 一幸、谷村 勇輔

【研究内容】

グリッドは研究段階から実用段階に入りつつあり、今後実際に複数の組織によりグリッドを構成し、大規模科学技術計算に対して計算基盤を提供する事によってその有効性を実証する必要がある。複数の組織が計算機やデータベース等の資源を共有するグリッドにおいては、資源を提供する組織およびグリッドを利用するユーザの双方に対して安全性および信頼性などのセキュリティを確保しなければならない。本研究においては、複数の組織により構成されるグリッドのセキュリティ基盤の実現に必要な(1)複数の管理ドメインにより構成される仮想組織において適切にかつ容易にエンドエンティティの識別および認証を行なう PKI アーキテクチャの設計および評価、(2)複数の組織が相互に信頼できるセキュリティ基盤を実現するためにセキュリティポリシーの整合性の確保を支援するコミュニティの運営、について研究活動を行なう。本研究の成果により、日米間で大規模科学技術計算のために定常的に利用可能なサイエンスグリッドの実現が可能となる。

今年度は3年間の研究計画について、提案時の通り進めることで合意した。また、日米グリッドテストベッドの構築に際しては、産総研およびバージニア大学のそれぞれについて実験用の計算資源を選定するとともに、基盤ソフトウェアとして Globus Toolkit を採用し、その他必要に応じて Windows Client などをインストールすることを決定した。Policy Management Authority の活動については、日米間でセキュリティポリシーの現状および相違点について確認した。

【分野名】情報通信

【キーワード】グリッド、セキュリティ、仮想組織

【研究題目】アジア地域における標準物質開発ネットワークの構築

【研究代表者】千葉 光一（計測標準研究部門）

【研究担当者】岡本 研作、小島 勇夫、加藤 健次、日置 昭治、高津 章子、鎗田 孝、黒岩 貴芳、成川 知弘、松本 信洋、渡邊 卓朗、清水 隆由、石川 啓一郎、茂里 康、Igor Maksimov

【研究内容】

アジア地域の研究交流の一環として、第1回会議を筑波で、第2回会議を北京で、第3回会議を濟州島で開催した。そのなかで、日中韓の三カ国の標準研究所において標準物質あるいは特定の試料を用いた分析能力の

国際比較を行い、これら三カ国の化学計量標準の同等性を図ること、また、ステロイド系ホルモンの標準を開発して、アジア地域における臨床化学関連の標準化を先導すること、さらに、東アジアの生活習慣（特に、食品や環境）に特徴的な品々を対象とした標準物質開発を行うことを確認した。平成17年度のアジア地域ガス標準ワークショップをつくば地区で開催することを決定した。

臨床検査に必要とされるステロイド系ホルモンのうちで、プロゲステロン、 $17\beta$ -エストラジオール、テストステロンの3物質について標準物質を開発することとし、まずプロゲステロンについて候補標準物質を選定して、標準物質としての可能性の評価を行った。HPLCおよび示差操作熱量計（DSC）での評価では、それぞれ99.75%（at UV240nm）、99.66%との結果が得られ、候補標準物質として十分な純度であることを確認した。一方、より不純物の少ない標準物質の開発を目指し、高純度化についても検討を行ったところ、分取 HPLC 法の適用により100.00%（HPLC at240nm）にまで精製が可能であることを明らかにした。

〔分野名〕標準

〔キーワード〕アジア地域、標準物質、中国、韓国

〔研究題目〕デジタルヒューマン基盤技術

〔研究代表者〕金出 武雄

〔研究担当者〕松井 俊浩、持丸 正明、河内 まき子、加賀美 聡、西田 佳史、堀 俊夫、宮腰 清一、宮田 なつき、中田 亨、本村 陽一、ほかポストドクなど合計30名

〔研究内容〕

人を見守るデジタルヒューマン、人に合わせるデジタルヒューマンの具体的事例研究を通じて、生理解剖的機能、運動機械的機能、心理認知的機能を含んだ統合的な人間モデルの構築を目指す。また、この具体的事例研究に必要となる人間機能の基礎的知見のうち、まだ、明らかになっていない運動制御機序や知覚認知機能については、人を知るデジタルヒューマンの枠組みの中で基盤研究を進める。研究は、人体機能モデルを計算機内に構築するモデル化研究が主体である。ただし、既存の観察技術が不十分である場合（居室内の人間行動計測、運動中の体表面変形計測）には、観察技術そのものの開発も行う。提示技術に関しては、CG だけでなく、人間の反応・運動を実体提示できるヒューマノイドの研究を進める。これらの研究の共通基盤は、ヒューマンシミュレータとして整備し、知的資産を形成していく。平成15年度では、人を知るデジタルヒューマン研究を拡充し、生理・心理・知覚・認知に関する研究を加速的に推進する。これらは人を見守る・人に合わせるデジタルヒューマンとして、具体的な出口イメージに繋がっていくものである。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕デジタルヒューマン、シミュレーション、人間計測、ヒューマノイドロボット

〔研究題目〕ヒューマノイドロボットの実時間分散情報処理の研究

〔研究代表者〕松井 俊浩

〔研究担当者〕加賀美 聡、西脇 光一、山崎 信行（客員研究員）

他ユニットの研究担当者：比留川 博久、金広 文男、金子 健一、齋藤 元、他機関の研究担当者：山崎 信行（慶應義塾大学）、石川 裕、稲邑 哲（東京大学）

〔研究内容〕

ヒューマノイドロボットの性能向上のために、信頼性が高く、省電力で、認識・動作計画に必要な大きな計算パワーを発揮できる情報処理系を研究する。従来の集中型のコンピューティングシステムに代わって、約30の関節に小型で省電力の計算ノードを分散させるアーキテクチャをとる。各関節でモータを制御するために、ハードウェアでマルチスレッドスケジューリングを行うことで高い実時間性能を発揮するプロセッサを開発する。分散されたノードが高速で同期を取って動作できるよう、マイクロ秒オーダでの実時間通信を行う通信ネットワークを構成する。オペレーティングシステムには、Linux-2.6を移植、改造し、実時間スケジューラを搭載する。より精密な実時間制御のために、プログラムを静的に解析して、WCET（最悪実行時間）を予測できる言語コンパイラを試作する。これらのコンピューティングシステム上で、視覚、聴覚、触覚などの認識、約30の多関節の動作を計画するプログラムを、並列・分散的に構成する方法を研究する。デジタルヒューマン研究センターでは、全体のアーキテクチャおよび最後のロボット実証の部分を担当する。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕実時間計算、実時間通信、分散制御、並列処理、ヒューマノイド制御

〔研究題目〕「シグナルオントロジーとバイオタームバンクの開発」

〔研究代表者〕福田 賢一郎

〔研究担当者〕福田 賢一郎

〔研究内容〕

ゲノムにコードされた生命のメカニズムを解読するには、これまで蓄積されてきた膨大であるがバラバラな生物知識を整理統合し、計算機が理解し解析できるような形に整備すること、すなわち、生物知識の枠組みの体系化（オントロジー、辞書作成）とデータベース化が必要である。本研究ではこのような動機のもとに、生命科学の中でもその要であるシグナル伝達系を主とする細胞機

能の分子機序を対象として、その知識処理技術の研究を行う。また、対象領域のオントロジー構築とデータベース構築に取り組む。

平成16年度は新しいデータ書式的设计の継続と新しい書式に基づくシステム開発を実施すると同時に代表的な生物種についての基本的なシグナル伝達のデータ入力およびオントロジー構築を行った。また、成果を新しく <http://www.inoh.org> より公開した。

特に、オントロジーについてはタンパク質に関するオントロジー及びシグナル伝達に特化した生体内プロセスのオントロジーの整備をすすめ、Gene Ontology 準拠のフォーマットで公開した。また、タンパク質オントロジーについては論文による成果の公表も行った。世界的な状況としてパスウェイデータベースに登場する各種の生体高分子、反応をすべて厳密に階層化された統制語句でアノテーションしているデータベースは我々のデータベースを除いて稀であり、これらのオントロジー群の構築・公開はデータベースの高度化ならびに標準化という視点から大きな貢献となっている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】知識処理、シグナル伝達、オントロジー、パスウェイ

【研究題目】「新規機能創製を目指した酵素蛋白質の立体構造・触媒機構の系統的解析」

【研究代表者】長野 希美

【研究担当者】長野 希美

【研究内容】

酵素の立体構造、リガンドの化学構造、酵素とリガンドの相互作用など様々な角度から酵素の触媒機構を詳細に理解することから、その酵素に特有な阻害剤・活性化剤などをデザインすることが可能となると考えられる。しかしながら、酵素にまつわる情報学はまだ十分に整理されているとは言えない。従来の酵素の分類である酵素番号は、主に基質・産物の化学構造や触媒反応に関わる補酵素などに基いて分類が行われており、触媒機構において重要であるタンパク質の配列情報や立体構造に関する情報が全く考慮されていないのである。他方で、タンパク質の立体構造のデータは、現在、Protein Data Bank (PDB) に2万エントリ以上、登録されているが、このうち酵素の立体構造データには、タンパク質のみならず、基質・産物・補酵素や反応中間体、あるいはそのアナログ化合物や遷移状態のアナログなど重要なリガンド情報も多数含まれており、PDB そのものが、創薬を行う際の、リード化合物に関する有用情報の宝庫となっていると考えられる。それにも関わらず、PDB などの従来の立体構造データベースでは、酵素タンパク質とリガンドとの関係がアノテーションされていない。

平成16年度の進捗状況は以下の通り。

(1) 構造生物学や創薬を支援する観点から、酵素とリガ

ンドの反応部位に特に注目し、酵素立体構造の PDB データにおけるリガンドのアノテーションを行った。

(2) 酵素触媒機構の系統的な分類までを行い、酵素触媒機構データベース・EzCatDB<sup>1,2</sup>を開発、公開した。

この触媒機構の階層分類では、第1階層：基本反応(R)、第2階層：リガンドの反応部位の構造(L)、第3階層：触媒機構の種類(C)、及び第4階層：酵素側の触媒残基など(P)というように分類されている。この触媒機構分類は、従来の酵素番号による分類と比べて、酵素活性部位の構造と機能との関係を大きく反映するということが分かってきた。

関連情報：

(1) Nozomi Nagano. (2005). EzCatDB: The Enzyme Catalytic-Mechanism Database. *Nucleic Acids Research*, 33 (1) Database Issue, D407-D412.

(2) EzCatDB の URL : <http://mbs.cbrc.jp/EzCatDB/>

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】酵素蛋白質、立体構造、触媒機構、機能分類、系統的解析、リガンド

【研究題目】ユビキタス環境を支えるプログラミング言語システム

【研究代表者】橋本 政朋

【研究担当者】橋本 政朋

【研究内容】

ユビキタス環境とは、時と場所を選ばず利用者に対し煩雑な操作を一切強要することなく様々な情報サービスを提供してくれる情報環境である。その実現のためにネットワーク化された小型コンピュータが至る所に埋め込まれる。このような環境ではソフトウェアを常に最新に保つことは困難となると考えられる。従来、高価で特殊なコンピュータを除いては更新時にそのソフトウェアが提供するサービスを終了させる必要があり、特にユビキタス環境ではセンサ情報の取得など、サービス途絶がサービスの品質を大きく損ねる場合が少なくない。これまでサービス途絶なくソフトウェアを更新する方法は幾つか提案されているが、システム適用範囲が狭いことや管理運用のコスト高などの問題があった。そこで本研究では、ユビキタス環境においてサービス途絶のないソフトウェア更新を支援するためのシステムを新たに考案し、プロトタイプを構築してその効果の確認を行う。

平成16年度においては、サービス無停止更新の理論的基礎に関する研究のまとめと、その効果の確認に必要な試験的システムの実装、各種測定とを行うことを目標とした。

理論基礎に関しては雑誌投稿を行った。試験実装に関しては Java 言語で記述されたプログラムを対象とするシステムを実装し、実際にセンサ情報の中継を行うプログラムに対してサービス無停止更新の適用実験を行い、良好な結果が得られた。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 無停止更新、ユビキタス

〔研究題目〕 人間中心の知的情報アクセス技術

〔研究代表者〕 橋田 浩一

〔研究担当者〕 橋田 浩一、車谷 浩一、幸島 明男、  
平塚 誠良、山下 倫央、西村 拓一、  
和泉 潔、伊藤 日出男、中村 嘉志、  
野田 五十樹

〔研究内容〕

意味と状況の理解を人間と人工物との間で共有する方法を技術的に具体化することによって人間中心の高度な知的情報アクセス環境を実現する技術を研究する。すなわち、知的コンテンツ（意味構造を明示した情報コンテンツ）を作成する作業のコストを抑制し、また知的コンテンツに基づく情報サービスの品質を高めるために、構造化作業およびコンテンツ利用者である人間に適合した情報処理技術とインタフェースについて研究する。

セマンティックオーサリングに関しては、グラフィカルユーザインタフェースの改良を行なうとともに、修辞構造に基づいて2~3段落程度の文章を自動生成する方法を考案し実装した。また、セマンティックコンピューティングにおけるセマンティックオーサリングの位置付けを明らかにした。

位置情報を用いてユーザの置かれた状況を推測し適切な情報支援を実現するシステムを拡張し RFID（無線タグ）からの情報に基づいて動作する拡張を行なった。このシステムは、グラウンディングと認知的資源を用いたマルチエージェントアーキテクチャ CONSORTS（Architecture for Cognitive Resource Management with Physically Grounding Agents）の一つの実装形態として、物体の位置情報を管理する時空間データベースを利用して実現されている。RFID を用いてユーザの概略位置を取得し、それに基づいて情報提示とナビゲーションを実行するシステムを実装して動作を確認した。本システムは愛・地球博2005グローパス・ハウスにおける統合情報支援システムとして実証実験を行なっている。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 知的コンテンツ、セマンティックオーサリング、CONSORTS

〔研究題目〕 検証における記述量爆発問題の構造変換

〔研究代表者〕 木下 佳樹

〔研究担当者〕 木下 佳樹、高橋 孝一、渡邊 宏、  
古澤 仁、西澤 弘毅、永山 操  
高井 利憲、田辺 良則、池上 大介、  
西原 秀明

〔研究内容〕

リアクティブシステムの抽象化に関する研究

抽象化の数理モデル構築（代数構造論に基づくアプロ

ーチ）リアクティブシステムの論理体系として様相 $\mu$ 計算の自然な拡張である高階様相 $\mu$ 計算を採り、これがリアクティブシステム検証に有効なものであることを確認した。具体的には、不定個プロセスの排他制御問題など、二つの問題の記述で、量化記号（quantifier）を本質的に含む検証項目が現れた。

抽象化方式の研究開発（ポインタシステムの抽象化方式など）

我々が開拓した、ポインタシステムの性質を時相論理で記述して検証するアプローチのために、時相論理式の充足可能性判定が必要である。充足可能性判定算法で効率的に満足できるものを考案し、これに基づいてポインタシステム抽象化方式を考案、試作システムの評価を行った。また、ポインタシステムの本質を抽出した算譜言語を設定、その性質を時相論理式で記述し、これに関して述語抽象化を行う支援ソフトウェアの設計を行った。

対話型定理証明支援系 Agda のマニュアル開発、Agda 上での様相 $\mu$ 計算の実装、SMV プラグインの開発

Chalmers との共同研究体制を整えた。Agda 上で様相 $\mu$ 計算の検証を可能にする $\mu$ NK および Agda からモデル検査器 SMV を起動する plug-in Agda-SMV を開発し、CTL あるいは LTL（いずれも様相 $\mu$ 計算の部分系）の検証で、対話型検証と自動検証を局面に応じて使い分けることを可能にした。今年度末までに、Agda のマニュアルを拡充する。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 リアクティブシステム、抽象化、ポインタシステム、Agda

〔研究題目〕 高効率熱電特性評価法の開発

〔研究代表者〕 舟橋 良次

〔研究担当者〕 三原 敏行、三上 祐史、浦田 さおり

〔研究内容〕

Co-349ホットプレス焼結体と LaNiO<sub>3</sub>ホットプレス焼結体を用い一対の熱電素子を銀と酸化物を混合した接合ペーストを用いアルミナ基板上の銀電極と接合した。ここで複合した酸化物として p 及び n 型材料と同組成の粉末を用いた。銀ペーストに複合した酸化物粉末の量は 1.5~10重量%であった。得られた熱電素子の内部抵抗を直流四端子法で測定した結果、酸化物粉末を6重量%複合した銀ペーストを用いた熱電素子で最も内部抵抗が低くなった。この原因として、酸化物と銀界面の接触抵抗を低減できたことが考えられる。また、室温~800°C間での5回の加熱・冷却サイクル後の素子の内部抵抗の増加も酸化物複合ペーストを用いた方が小さくなった。素子の接合部の電子顕微鏡による微細組織観察の結果、銀ペーストのみで接合した素子では銀と酸化物間の剥離や銀の焼結が観測されたが、酸化物複合ペーストを用いた

素子においては、酸化物と銀電極は緊密に接合されており、剥離や銀の焼結は見られなかった。つまり、銀ペーストへの酸化物複合により熱耐久性に優れ、界面抵抗も低い酸化物/銀接合を形成できることが分かった。この技術を用いて7~270対の発電モジュールを作製し、携帯電話の充電に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 熱電酸化物、コンビナトリアルケミストリー、層状物質

【研究題目】 量子相関光子ナノ発光分子材料の開発

【研究代表者】 鎌田 賢司 (光技術研究部門)

【研究担当者】 鎌田 賢司

【研究内容】

もつれ合い光子 (量子相関光子) による回折限界を越えるナノ加工技術開発のため、もつれ合い多光子プロセスにより高感度に反応する分子材料の開発を行う。特にもつれ合い光子による二光子干渉パターン形成を実証するために光子吸収断面積が大きく、かつ発光の量子収量の高い材料を開発する。本年度は特に二光子吸収断面積の大きな分子材料の開発に重点を置き、二光子吸収分子を、無機ナノ層状化合物 (粘土) に固定化および配向させた材料を作製して分子分散状態に比べた特性向上調べる事を目標とした。色素を高分子媒体等へ分散させる場合、固定化状態における二光子吸収色素分子の会合、配向等が、材料設計上で重要になる。本研究では、分子レベルの観点で広い2次元平面を有するナノ層状無機化合物、とりわけカチオン交換性粘土を二光子吸収色素のホスト媒体として採用した。粘土の高い平面性は、色素分子の運動抑制や配向制御に寄与することが期待され、色素溶液の場合に比べて大きな二光子吸収特性を示す可能性がある。これまで開発してきた高い二光子吸収断面積を有するジカチオン型色素分子 MPPBT をゲストとして粘土の層間にイオン交換吸着させ、MPPBT/粘土複合体を作製することに成功した。この複合体について、二光子吸収特性の評価を行い、これを均一溶液等の媒質中における応答との比較を試みた。その結果、波長にもよるが、溶媒中に比べ2倍から5倍以上二光子吸収断面が増大する事を見いだした。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス、(ナノテクノロジー・材料・製造)

【キーワード】 二光子吸収、量子相関光子、微細加工

【研究題目】 「機能と構成」領域「刺激応答型実時間システムの自動検証技術：安全性・信頼性技術の開発」

【研究代表者】 大崎 人士

【研究担当者】 大崎 人士

【研究内容】

オンラインシステムや移動体通信システムにより代表

されるリアクティブシステム (動作中に外界からの多様な刺激を受けて、その刺激と内部状態から応答を決定するシステム) は、現代の社会的基盤でもあることから、安全性の確保が急務です。また、大規模システムやマスプロダクトなど、開発が進んでから不具合が発覚したり、設計の変更があった場合に修正コストが非常に大きくなるシステムについても、設計段階に活用できる検証技術の要請が高まっています。そこで、従来技術では自動検証がきわめて困難である「刺激応答型システム (リアクティブ)」のための自動検証技術の確立を目指します。具体的には、従来のツリーオートマトンを拡張した等式付ツリーオートマトンの理論を基礎として、(1)柔軟な表現力をもつモデル化の研究、および(2)自動検証法についての研究を行います。十分な表現力を持ちながら、閉包演算や各種決定問題に対して肯定的な理論概念の導出、近似計算アルゴリズムの開発などが、(1)の研究の焦点となります。また、(2)については、自動検証ソフトウェア ACTAS (アクタス; Associative Commutative Tree Automata Simulator) の開発に注力します。すでに、開発中の検証システム ACTAS をもちいて、セキュリティ・プロトコルの検証事例を得るなど、等式付ツリーオートマトンの理論に根ざした自動検証法のフィージビリティを示していることから、今後は、電子商取引などの社会生活を支える検証技術としても期待できると考えます。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 自動検証、木構造オートマトン、セキュリティ・プロトコル

【研究題目】 光制御可能な細胞発光素子の創製

【研究代表者】 近江谷 克裕

【研究担当者】 呉 純、秋元 秀俊、谷川 尚美

【研究内容】

目標:

生物の中には光の ON/OFF によって細胞機能を制御するシステム “生体光スイッチ” が存在する。一方、多彩な発光色を持つ生物発光システムが単離され、本システムを導入した発光細胞がセンサー化されつつある。本研究では究極の光⇄光制御システムの構築を目指し、生体光スイッチをコンポーネント化、光によって自由に且つやさしく細胞発光素子を操る技術の創製を目指す。具体的には発光性渦鞭毛藻の持つ、光 OFF に連動して発光機能が ON される光スイッチをコンポーネント化し、細胞発光素子を構築する。

研究計画:

生体光スイッチとしてルシフェリン生合成系をコンポーネント化することを目指し、光 ON/OFF に連動する物質群を特定、ルシフェリン生合成系及び光スイッチシステムを明らかにする。

成果:

光 ON/OFF に対応して発現するタンパク群を解析するため、体内時計プロテオーム解析を行った。約900種のタンパクスポットに分離、変動パターンが大きく3種類に分類される24時間周期で変動するタンパク群を35種単離した。このうち TCA 回路に関連するコハク酸デヒドロゲナーゼ及びイソクエン酸デヒドロゲナーゼをクロニングし特性解析を行った。また、夜間に増加するルビスコタンパクに注目、ルシフェリンにも親和性を持つこのルビスコライクタンパクをクローン化した。光 OFF 前後の mRNA を回収し、cDNA ライブラリーを構築、さらに均一化 cDNA ライブラリーを作成した。約4200個の cDNA の遺伝子配列を決定、この中に約2200個の独立クローンが存在することを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生物発光、光スイッチ、細胞センサー

【研究題目】抑制性及び興奮性細胞への投射様式と BDNF 移行の相違解明実験

【研究代表者】小島 正己

【研究担当者】鈴木 辰吾 (JST 研究員)

【研究内容】

神経栄養因子 BDNF およびその相同蛋白質 NGF の作用機序の解明に向けて次の成果を得た。(1)2種類の神経栄養因子、つまり NGF と BDNF を培養神経細胞内で同時に可視化できる NGF-CFP、BDNF-YFP プローブを作製しその細胞内での発現を顕微鏡下で調べた。(2)神経栄養因子 BDNF のシグナル伝達が細胞表面でどのように調節されているのかはまだ十分に理解されていない。我々は、コレステロールが豊富なりピットラフトとよばれる細胞表面のマイクロドメインが BDNF によるシナプス伝達とデンドライトの進展には重要であるが、BDNF による生存維持作用には関与しないことを明らかにした。神経栄養因子の作用機序におけるコレステロールの重要性を示唆している。(3)神経細胞のアクソンガイダンスのメカニズムの詳細はまだよく理解されていない。我々は、成長円錐に存在するリピットラフトの領域を壊す実験によってガイダンスキューに応じたアクソンの伸展と後進が制御されることを明らかにした。アクソンガイダンスのレセプターもガイダンスキューに反応してラフト画分に移動する。このメカニズムが上記生理作用に密接に関連しているものと思われる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】神経栄養因子、蛍光蛋白質、コレステロール

【研究題目】新型電界発光材料の作製と評価

【研究代表者】安藤 昌儀 (光技術研究部門)

【研究担当者】安藤 昌儀

【研究内容】

Ti または Ca を微量添加したペロブスカイト型アル

ミニウム酸化物は、強い蛍光を発することが最近見出されており、本研究ではこの材料を用いた電界発光を検討した。単結晶を切断・研磨して得た0.1%Ti ドープ  $\text{YAIO}_3$  薄膜、1%Ti ドープ  $\text{YAIO}_3$  薄膜および0.1%Ca ドープ  $\text{YAIO}_3$  薄膜 (厚さ0.14~0.25mm) に Au、Al 電極を取り付けて電界発光層を作製した。これらの薄膜試料は、電界強度 $\pm 1 \sim 7 \times 10^6 \text{V/m}$ 、周波数0.2~数百 Hz の交流電場印加で緑色の電界発光を示した。いずれも発光スペクトルの半値幅は3~5nm と狭く、発光ピーク波長は546nm で同一であった。これより、この電界発光は、ドーパントである Ti あるいは Ca に直接由来するものではなく、ドーピングによって安定化された  $\text{YAIO}_3$  中の酸素欠損サイトが発光中心となり生じたものと推測した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ペロブスカイト、アルミニウム酸化物、電界発光

【研究題目】賢くなる2次元神経回路網によるパターン認識

【研究代表者】工藤 卓

【研究担当者】工藤 卓

【研究内容】

目標:

培養神経回路と電子デバイスである電極と制御コンピュータが相互作用しながら情報を創発する系を構築し、応用としても研究対象としても魅力的な情報体を実現する。電流入力・生育環境を神経回路網に識別させて、その情報処理過程、分子機構を考察し、結果をもとに神経回路網制御技術を確立する。理論研究のモデルを生きた細胞を用いて直接検証できる解析プラットフォームとして工学的応用と基礎科学的探求の両面を満たすユニークな系を構築することを目指す。

研究計画:

電流入力パターンの記銘と識別の過程を解析し、これを応用したフィードバック法による神経回路網の自己組織化を実現する。これらを総合してパターンディテクタとしての神経回路網の機能評価を行う。具体的にはロボットを媒体として環境と相互作用する分散培養システム、神経回路網自身に培養条件を調節させる系を構築し、神経回路網が自らの生存・若しくは活動を最大限にする自律制御系を構築し、生体細胞と生存制御装置が融合した人工生命体を実現する。

成果:

培養神経回路網系全体の神経活動を活性化することでシナプス増強を誘導することで、神経回路網を構成する神経細胞の機能的結合状態がダイナミックに変更されることを見いだした。さらに、局所定電流刺激を複数の部位から同時に印加することによって、所定の電極からの刺激によって誘起される神経活動の時空間パターンが複

数保持されていることを確認した。パターンを想起した二つの電極について、それぞれ同時に高頻度刺激を印加したところ、これら保持パターンのうち一方が明確に変化することを見いだした。同時想起によって複数のパターンを融合し、想起パターンの関連づけが行われた結果を得た。このような生体神経回路網の正規化は、神経回路網の動的制御のみならず、薬物アッセイの指標系として神経回路網を活用する際には大いに有効であると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞外電位多点計測システム、シナプス可塑性、ニューラルネットワーク

【研究題目】 金属／カーボン界面系および金属微粒子電極の構造と化学反応性の第一原理計算

【研究代表者】 香山 正憲

【研究担当者】 香山 正憲、田中 真悟、岡崎 一行

【研究内容】

本研究では、固体高分子型燃料電池等の電極二相界面の構造と反応性を、原子・電子レベルまで掘り下げて解明するため、Pt ナノ粒子／炭素の電極構造モデルを構築し、第一原理計算から、その原子・電子構造や基本特性、化学反応性を明らかにする。また、Pt ナノ粒子への合金添加効果も同様に第一原理計算から解明する。なお、本研究は、CREST プロジェクト「電極二相界面のナノ領域シミュレーション」の一環であり、他グループの電極シミュレーション技術開発と連携して進める。今年度は、まず、Pt／炭素間の基本的な相互作用を第一原理計算から検討した。Pt (111) layer と graphene シートとの相互作用の第一原理計算では、graphene の  $\sigma$  結合面に比べて  $\pi$  結合面と Pt-layer との相互作用はかなり弱いことが判明した。実際の電極では、欠陥上やエッジへの吸着が生じていると考えられる。引き続き、Pt 原子や Pt クラスターと graphene シートの相互作用の計算を進行中である。次年度には、こうした検討に加えて、Pt/C 系での水素の挙動の計算、Pt への Ru 添加効果の計算を進める予定である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体高分子型燃料電池、第一原理計算、白金電極触媒

【研究題目】 ダイヤモンドの超音波加工技術（外部資金）

【研究代表者】 堀野 裕治

【研究担当者】 堀野 裕治、茶谷原 昭義、杵野 由明（職員3名）

【研究内容】

刃先の形状、材質を検討し、設計・試作し、また、スラリーの検討、砥粒粒径の検討を行うことが本研究目的である。

具体的には、実際の CVD ダイヤモンド、超高压合成ダイヤモンドへの適用、切断、穴あけ加工を実施し、必要切り代、加工精度、加工速度をレーザー顕微鏡で観察、測定した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 超音波加工、加工精度、加工速度

【研究題目】 非アルコール性肝疾患の新規酸化ストレスマーカーによる指標化検討

【研究代表者】 吉田 康一

【研究担当者】 二木 鋭雄、吉田 康一、早川 三恵子、羽瀨 洋子、井上 ルリ子（職員5名）

【研究内容】

既に確立した酸化ストレスに対して応答する脂質代謝物の網羅的分析法によって非アルコール性肝疾患（NASH）の診断が可能かどうか、動物モデル実験および実際のヒト患者によって検証することを目的とし、以下の成果を得た。

(1) 動物モデル実験

コリン欠乏食をマウスに対して1ヶ月与え、NASH モデル動物を作製した。対照としてコリン対照食、また抗酸化物質の効果を検証する目的で、トコフェロール類を同時投与した。動物の臓器および血液を分析することによって、酸化傷害の進行および抗酸化物質による抑制効果を検討した。コリン欠乏1ヶ月で酸化傷害が顕著に進行すること、 $\alpha$ トコフェロールの投与によって傷害が抑制されることを見出した。ここで得られた知見はヒト NASH 患者検討へと応用することが可能である。

(2) NASH 患者におけるストレスマーカー測定

市立池田病院・内科との共同研究によって、実際の NASH 患者から血液を採取し、脂質代謝物を中心としたバイオマーカーの測定を実施した。2005年3月現在で症例数が少なく明確な結論には至っていない。現在も継続中であり、今後新たな知見が得られることが期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 肝疾患、酸化ストレス、バイオマーカー

【研究題目】 (独) 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業さきがけ研究21（ナノプロセッシング技術による高性能ガス吸着体の創製）

【研究代表者】 王 正明

【研究担当者】 王、山岸、楚（職員1名）

【研究内容】

本研究は、グラファイトのような壁の薄い炭素系層状化合物を前駆体として用い、インターカレーションやソフト化学的テンプレート法などのナノプロセッシング技術を駆使して、メタン等の燃料ガスを配列吸着するのに好

適な規則的構造を有する吸蔵体を合成することを目標とする。本年度において炭素含有多孔質複合体をテンプレートに、シリカ表面の選択エステル化修飾法を適用し、薄い壁のナノ炭素ボールを架橋剤とする新規炭素構造体の創出条件を検討した。得られた炭素の比表面積が $1000\text{m}^2/\text{g}$ を超えており、条件を最適化させることで、メタン貯蔵量を向上できることが分かった。また、固相メカニカルミリング法による複合体の合成方法や吸着特性についても更に検討を加えた。

〔分野名〕 環境・エネルギー・材料

〔キーワード〕 メタン、ガス貯蔵、ソフト化学、炭素、複合体

〔研究題目〕 JST 戦略的創造研究推進事業（さきがけタイプ）「核酸ポリメラーゼ解析とDNA1分子シーケンスへの応用」

〔研究代表者〕 平野 研

〔研究担当者〕 平野 研

〔研究内容〕

目標：

アナログ基質を効率的に取り込む DNA ポリメラーゼの機能解析を行い、当該酵素を1分子レベルでの DNA 合成反応リアルタイム観察に応用し、DNA1分子による高速 DNA シーケンスを行うことを目標とする。

研究計画：

室温付近において、ある種の DNA ポリメラーゼは蛍光色素を効率的に連続して取り込むことを発見している（未発表）。そこで、取り込みに最適な蛍光色素を探索するためにスクリーニングを行い、シーケンスに至適なものを検討する。また、スクリーニングにより蛍光色素アナログに対する DNA ポリメラーゼの特性を明らかにする。これらの結果を踏まえて、至適な DNA ポリメラーゼおよびアナログ基質を用いて、DNA 合成反応に伴う塩基の取り込みを全反射顕微鏡により1分子でリアルタイムに検出する。蛍光色素の波長など装置と整合を取り至適化させて、最適な検出条件を検討し、DNA1分子シーケンスを行う。

成果：

全体的な状況として、本年度（第1年次）は、2004年7月に徳島大学から産総研四国センターに異動になった事もあり、装置が殆どない状況からの準備であったため、研究体制の整備が主な活動となった。実験体制（実験装置）が整い、第2年次から実験・解析が出来る体制を整えることができた。また、全反射顕微鏡による、4色検出のための光学系を構築では、既存のレーザーでは出力不足のため、十分な信号（蛍光色素1分子の蛍光像）を検出することができないことが判明し、次年度ではレーザーの増強等の対策を講じ、1分子蛍光検出系の完成を行う予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 核酸ポリメラーゼ、1分子、蛍光イメージング、DNA シーケンシング

〔研究題目〕 無公害な電気—光—の多元エネルギー変換素子

〔研究代表者〕 徐 超男

〔研究担当者〕 王 旭升、山田 浩志

〔研究内容〕

多種多様なセンサ、アクチュエーターが自動車や家電製品等のハイテク製品の中で利用され製品の高度化の一翼を担っているが、これらの多くには鉛を含むセラミックス材料が使われており、環境保全やリサイクルといった観点から無鉛系材料への代用が望まれている。本研究は鉛等の有害物質を含まない酸化物材料を用いて[電気エネルギー]—[力学エネルギー]—[光エネルギー]を一つの材料で実現させる斬新な多元エネルギー変換素子の開発を目指したものである。

本課題の研究期間は平成14～16年度の3年間であり、本年度はプロジェクトの最終年度にあたる。前年度までに、力学エネルギーを光エネルギーに変換する応力発光材料の高効率化技術の開発、応力発光材料による電場発光の実証、放射光を用いた精密 X 線結晶構造解析などにより機構解明と材料設計指針の確立、低環境負荷サブミクロンサイズの球状微粒子合成技術の開発等をおこなってきた。本年度はこれまでに培ってきた多元エネルギー変換材料に関する技術や知見をもとに新しい電気—光多元エネルギー変換材料とそのデバイスの開発に取り組む、まったく新しい技術による応力発光体の開発に成功した。これは強誘電体と発光体を複合化したものであり次のような特色をもつ。1. 応力発光体としては初の赤色発光（波長614nm）。2. 強誘電体 BaTiO<sub>3</sub>セラミックスの1.6倍の電歪。3. 閾値が18kV/cm と比較的低い印加電圧による電場発光。今後はさまざまな応用展開にも取り組む予定である。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 応力発光、電場発光、巨大電歪、圧電体、多元エネルギー変換

〔研究題目〕 DUP 石炭灰煉瓦に関する研究

〔研究代表者〕 木村 邦夫

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 木村 邦夫、山田 則行、恒松 絹江

〔研究内容〕

産学官共同研究「スループットを最大化する住空間システム」では、生活の豊かさ W (Welfare) と環境負荷 D (Environmental Damage) の差をスループット T (Throughput) と定義し、CREST で開発した分散型アンボンドプレストレス理論を用いた乾式工法 (SRB-DUP) による煉瓦造住宅で以て、スループットを最大化する住空間システムを構築することを目的としている。

これを実現するために、本研究を担当し、SRB-DUP 石炭灰煉瓦の製造に関して検討した。

DUP 石炭灰煉瓦を製作するにあたり、共同研究企業の荒木窯業株式会社において、石炭灰煉瓦を成形するための装置（SRB-DUP 煉瓦穴明け成形ライン、SRB-DUP 煉瓦切断成形ライン、SRB-DUP 煉瓦搬送ライン）を用いて第3期実験棟に使用する SRB-DUP 石炭灰煉瓦が試作され、ラボ実験で確認したカラーバリエーションおよび品質の安定性を確認した。また、同社において、石炭灰の物性がロットにより異なっていることによる色調及び寸法の修正、カラーバリエーションの追加（原料配合の修正）等を行い、第3期実験棟に使用する SRB-DUP 煉瓦が製作された。

産総研では、荒木窯業から提供された前回とロットの異なる松浦石炭灰試料の化学組成、鉱物組成、粒度分布、耐火度等の物性の測定、並びに、製作された石炭灰煉瓦の密度、吸水率、熱伝導率、強度、研削消費エネルギー、色調等の物性を測定し、評価を行った。製作された SRB-DUP 煉瓦の密度は1.96～2.05g/cm<sup>3</sup>、吸水率は2.8～5.9wt%、圧縮強度は40～120N/mm<sup>2</sup>、熱伝導率は0.85～1.05W/mK、研削消費エネルギーは0.008～0.012W/cm<sup>2</sup>/mm であった。また、色調は、ベージュ系（Lab 表色系の a 値が約5、b 値が約15）の製品、あるいは赤みベージュ系（Lab 表色系の a 値が約7.5、b 値が約13）であった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 石炭灰、産業副産物、煉瓦、煉瓦造住宅、カラーバリエーション

【研究題目】 低レイノルズ数流れにおける翼列特性の研究ならびに衝撃損傷特性解析の研究

【研究代表者】 濱 純

【研究担当者】 松沼 孝幸、吉田 博夫

【研究内容】

低レイノルズ数流れにおける翼列特性：マイクロガスタービンでは、翼列の小型化によって低レイノルズ数の流れとなり、剥離や二次渦が発生して空気力学的性能が低下する。そこで、環状タービン翼列を設置した風洞実験によって、低レイノルズ数域でのタービン翼列の空力特性を調査した。翼面からの剥離による形状損失と、壁面近くの二次渦による二次流れ損失は、レイノルズ数が低下に伴って急激に増加した。一方、翼先端の漏れ流れによるチップクリアランス損失は、レイノルズ数の影響をほとんど受けないことが明らかになった。さらに、今回の実験値と、これまでに提案されているチップクリアランス損失の予測式を比較したところ、最近提案されている Denton と Sjolander の予測式は、実験値の±10%以内の良好な予測をした。一方、翼列出口の流れ角は、レイノルズ数の低下とともに減少し、翼列性能が悪くなることが分かった。

衝撃損傷特性：小型高効率のガスタービンを実用化するためには、タービン入り口温度を従来の金属では対応が困難である1000℃程度またはそれ以上とすることが求められる。本研究では高温タービン材料として窒化ケイ素セラミックに着目した。本セラミックの衝撃破壊特性について局所破壊と構造破壊に分けて実験的ならびに理論的に考察し、それぞれの破壊形態について整理した。高温でかつ引張り応力が負荷された状況下での衝撃強度特性に関するデータを世界で始めて収集した。本年度は最終年度なので、これまでの成果をまとめて学会発表するとともに学会誌に投稿した。

【分野名】 エネルギー

【キーワード】 小型分散、ガスタービン、低レイノルズ数流れ、セラミック、衝撃損

【研究題目】 縮合ケイ酸塩骨格を基本構造とするメソ多孔体の合成

【研究代表者】 木村 辰雄

（先進製造プロセス研究部門）

【研究内容】

本研究では、ケイ酸骨格中に周期構造を有するメソポーラスシリカの合成手法を開発することを目的としており、その実現は結晶性メソポーラスシリカ合成という未踏分野を開拓すると同時に、マイクロ構造からナノ構造に至るまで高度に制御した高機能メソポーラスシリカ触媒の開発へと発展するものと期待される。層状ケイ酸塩由来の構造ユニットをケイ酸骨格中に保持した新規なメソポーラスシリカの生成過程では、層内縮合反応、ケイ酸層の折れ曲がり、層間縮合反応、熱処理過程の脱水縮合反応によってケイ酸骨格内の周期構造が低下するため、有機修飾技術を利用した層内縮合反応及び脱水縮合反応の抑制技術の開発を行う。

平成15年度までに、層状ケイ酸塩由来の構造ユニットをケイ酸骨格中に保持した新規なメソポーラスシリカの合成研究を通じて、出発物質である層状ケイ酸塩の結晶構造を保持することを可能とする有機修飾技術を提案し、ケイ酸骨格中に周期構造を有するメソポーラスシリカの合成を実証しており、マイクロ構造からナノ構造に至るまで高度に制御したメソポーラスシリカの製造技術の開発は既に達成している。しかしながら、本研究の進捗状況は高機能触媒としての可能性を調査する前段階にあるとの認識に基づき、本年度は、機能発現を誘起する異種ユニットをケイ酸骨格中へ導入するための技術開発を行った。ナトリウムとケイ酸種を一定割合で含有する塩基性水溶液から層状ケイ酸塩の生成が可能であるため、導入する異種ユニットの溶液中での性質を十分に考慮する必要があり、前駆溶液の均質性が異種ユニットの導入量に大きく影響することが実験的に理解できた。酸性質発現のためにアルミニウムの導入を行った結果、透明な前駆溶液調製が可能であり、アルミニウムの導入量と層状ケ

イ酸塩の生成条件との関係を解明した。塩基性条件下で不安定なチタンなどの遷移金属種を導入する場合は、混合アルコキシド原料を用いたコロイド状の均質な前駆溶液調製を経て、遷移金属種を含む層状ケイ酸塩を合成することが可能であることを見出した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 メソポーラスシリカ、ケイ酸骨格、周期構造保持、有機修飾

〔研究題目〕 大深度ボーリング試料による地質年代調査

〔研究代表者〕 柳沢 幸夫

〔研究担当者〕 柳沢 幸夫、高橋 雅紀、渡辺 真人、田中 裕一郎、木村 克己、平井 圭子、林 広樹（技術研修員）

〔研究内容〕

大地震による大都市での被害を軽減化することを目的として、文部科学省は大都市大震災軽減化特別プロジェクト（H14-H18年）を実施し、その一環として地震動（強い揺れ）の予測に関する研究を行っている。当該研究は、そのプロジェクトの中で、大深度ボーリングによって、地震動の予測に必要な大都市平野地下の弾性波速度構造モデルを構築する研究の一部を分担し、大深度ボーリングコアの地質年代を明らかにして地下地質構造の解釈に資することを目的としている。

平成14年度は千葉県鴨川市、平成15年度は神奈川県山北町において掘削された大深度ボーリング試料について年代地質調査を行った。今年度は、大阪府及び京都府において掘削されたボーリング試料について調査を行い、さらに、大都市圏において掘削された既存ボーリングコア試料の地質年代も検討した。

大阪府のボーリングでは、年代指標となる海成粘土層と年代の確定した広域火山灰層の深度を明らかにし、活断層である上町断層帯近傍における地下地質構造の解明に役立つ基礎的データを得た。京都府のボーリングでも、海成粘土層を識別して年代を推定し、京都盆地の地下構造解明のための資料を提供した。また、既存の山北町ボーリングコアの追加調査を行い、詳細な年代分析によって、島弧衝突帯としての足柄平野周辺地域の複雑な地下地質構造解明のための基準となる地質層序を明らかにした。

今年度までの調査研究により、関東および近畿圏において、平野地下構造モデル構築に資する貴重な年代資料が得られた。来年度以降は、これらの成果を基にして、ボーリングコア試料および地表の地層について更に地質年代学的検討を進め、地震波探査などのデータも総合して、平野の地下構造モデルを作成のため調査研究を推進する。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 地震防災、強振動予測、平野地下構造

〔研究題目〕 アドホックネットワークおよび無線タグによる災害時臨時情報共有交換システム

〔研究代表者〕 野田 五十樹（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 野田 五十樹、森 彰、和泉 潔、太田 正幸

〔研究内容〕

災害時における情報システムの可用性を高めるためには、既存の固定的通信インフラに頼らないシステムをバックアップとして用意する必要がある。このため本テーマでは、可用性の高い災害時情報システムの実現に向け、小型簡易端末を用いた広域アドホックネットワーク構築技術に関する研究、およびアドホックネットワーク上における情報統合・共有・配信技術とその評価に関する研究を進める。

具体的には、以下の項目を実施する。

A) マイクロサーバおよび携帯端末アドホックネットワーク構築技術に関する研究

インターフェースグループにおいて共同開発するマイクロサーバと、当研究所で開発してきている携帯端末によるアドホックシステムを接続できるように改良し、固定基地局および移動基地局によるアドホックネットワーク構築技術を確立する。

B) マイクロサーバにおける平常時・非常時情報統合・共有・配信技術に関する研究

共同開発するマイクロサーバ上に当研究所で開発中の UBKit を移植し、平常時および非常時の併用で用いることのできるライブラリ等を開発する。これにより、家電などの一般向け用途と非常時情報共有システムをシームレスにつなぐことを目指す。

C) 救助ロボット・インフラ・災害統合シミュレーション間を接続するための共通データフォーマットおよび基本ライブラリ設計

他のグループで作成する救助ロボットやセンサー類、および携帯端末による情報収集システムを災害シミュレーションシステムと連動させることを目指し、情報を共有するための共通データフォーマットのプロトタイプを設計する。また、各ロボット・機器から共通データフォーマットを容易に作成・解析するための基本的なライブラリを作成する。

当該年度は、大大特プロジェクトで開発される多種多様なロボットやユビキタス端末、および災害予測や対策立案のためのシミュレーションシステムを有機的に連携させるため、災害救助に関連する多種多様な情報を統一的に表現し、各種システム間でのデータの相互利用を可能にする標準通信プロトコルおよび情報表現形式を設計した。また、災害救助のための情報システムを構築するための共通基盤デバイスとして、タスクフォースのほかの研究機関と共同でレスキュー・コミュニケーターを開発した。さらにこのデバイスの上に、これまで開発してきた UBKit 等のミドルウェアを移植し、携帯端末による

アドホックネットワークとレスキューコミュニケーターを連動させて安定した通信が行える枠組みを設計・実装した。さらに、アドホックネットワークと携帯端末の移動に伴う情報転送・中継システムを災害救助にかかわるさまざまな情報の伝達に適用するため、XML等の標準技術をベースとした情報転送プロトコルの設計を開始した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス分野

〔キーワード〕 災害救助、ロボット、アドホックネットワーク、情報共有

〔研究題目〕 エージェントモジュールの基本機能ライブラリシステムの研究開発

〔研究代表者〕 野田 五十樹（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 野田 五十樹、和泉 潔、太田 正幸、小沢 広

〔研究内容〕

災害および救助活動を総合的にシミュレーションするためのフレームワークとして、多種のシミュレータおよびエージェントモジュールを連動させ、統合的なシミュレーションを行うための基盤技術を開発する。特にエージェントの活動のシミュレーションは通常の物理的シミュレーションとは異質であるため、単純な方法での連動が困難と考えられる。本委託業務ではこのエージェントシミュレーションモジュールを統合することを目的として、以下の2つの技術を開発する。

A) 大規模なシミュレーションで用いられることを前提としたエージェントの行動記述の枠組みとその実行系、および人間用コントロールインターフェースの開発

大規模シミュレーションでは非常に多数のエージェントの行動を適切な精度をもって再現する必要がある。しかし従来のAI的行動記述方式は多くの計算資源を必要とし、大規模シミュレーションには適さない。また、セルオートマトンに代表される統計的手法ではエージェントの行動パターンや性向などを精密に記述することができない。これらの問題を解決するために、計算量に考慮しつつ個別の目的をもったエージェントの行動を記述、実行する軽量システムを開発する。その基本原理としては、考慮すべきルールを外界の条件により能動的に絞り込むため、状況理論に基づいた推論エンジンを作成し、それを基本としたエージェント行動記述システムを開発する。

B) エージェント間の通信の階層的なモデル化および災害シミュレーションに容易に統合・改編できる枠組みの開発

他の物理シミュレーションとは異なり、エージェント間の情報通信は瞬時に遠隔地に影響が及ぶという特色を持つ。また、情報通信自身はそれを担う物理現象に影響を受けるため、物理現象と完全に独立してシミュレーションするわけには行かない。この問題を解決するために、情報通信を階層的なモデルとみなしてモ

ジュール構造をもたせ、各モジュールごとに適したシミュレーション方式を採用する方法論をとる。この方法論に基づき、統合シミュレーションシステムに統合可能な形でAPIを設計し、その基本ライブラリを開発する。

これに対し、当該年度は次の各項目を実施した。

(i) データ交換共通プロトコルの設計：

震災総合シミュレーションを分散計算機環境で実行する際に必要となるデータ交換の機能を実現するため、各シミュレータ間およびGISを接続する標準プロトコルを設計した。さらに、そのプロトコルにのっとしてネットワーク越しに地理データベース処理機能を提供するプロトタイプシステムを実装した。

(ii) エージェントモジュール用基本行動ライブラリを開発：

災害予測・対応シミュレータ群におけるエージェントモジュールの作成を容易にするため、目的地への移動や視野内の対象物の検索など、エージェントの高レベルの目的を具体的な単純動作列に適切に分解するための基本行動ライブラリを作成した。さらにその動作を検証するため、市民の避難行動の特性と避難効率に関する比較実験を実施した。

(iii) 行動記述システムの開発：

前年度まで開発してきた行動記述言語Positを総合シミュレーションへ移植し、さらにより高機能で簡潔な記述によりエージェントプログラミングを実現するために、Pasadelという状況依存行動記述言語を設計・実装した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス分野

〔キーワード〕 災害救助、マルチエージェント、シミュレーション、情報共有

〔研究題目〕 微生物による昆虫の生殖操作機構の解明と利用

〔研究代表者〕 深津 武馬

〔研究担当者〕 深津 武馬、安佛 尚志、沓掛（高橋）磨也子、櫻井 真紀子、陰山 大輔、後藤 俊輔、辰野 聖子、周防 佐知江、戸塚 典子

〔研究内容〕

目的：

ショウジョウバエおよび内部共生細菌であるスピロプラズマをモデル系として、雄殺しや細胞質不和合などの生殖操作や、宿主体内における共生の分子機構に関する遺伝子を同定する。さらにはそれらの遺伝子を改変・操作することによって、宿主昆虫の生殖表現型や内部共生系を操作できる系の確立をめざす。

実施方法：

ショウジョウバエにおいてEP因子をゲノム中にランダムに転移挿入した突然変異系統を多数作成し、その中

から共生細菌による生殖操作が救済される突然変異体をスクリーニングして、内部共生や生殖操作に関わる宿主遺伝子群を取得する。さらにはショウジョウバエにおける導入遺伝子の時空間特異的発現システムを利用して、宿主昆虫の共生系や生殖表現型の操作を試みる。

進捗状況：

ショウジョウバエの EP 因子挿入突然変異体の作製、スクリーニング、さらには GS 系統の導入とスクリーニングが進行中で、いくつかの内部共生に関わる遺伝子の突然変異体の候補が単離され、その一部については詳しい解析をすすめている。突然変異体スクリーニングのほかにも、スピロプラズマの個体群動態や、宿主免疫系との相互作用などについての新知見が得られている。さらに、雄殺しスピロプラズマの全ゲノム配列の決定も進んでいる。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 昆虫、微生物、内部共生、生殖操作

[研究題目] 内湾堆積物表層における酸素循環過程の解明と内湾複合生態系酸素循環モデル構築に関する基礎的研究（現場調査による湾中央底生生態系における酸素循環過程の解明）

[研究代表者] 左山 幹雄

[研究担当者] 左山 幹雄

[研究内容]

東京湾等の半閉鎖性内湾では、底層水の貧酸素化は4月から11月にかけて慢性化しており、極めて深刻な状況にある。水深の浅い内湾では、底層水貧酸素化の原因として堆積物による酸素消費が大きく寄与している。しかし、これまで開発されてきた底層水貧酸素化予測モデルでは、堆積物による酸素消費速度は境界条件としてのみ与えられており、干潟・浅海域生態系及び湾中央底生生態系における酸素循環過程はメカニズムとしてはモデルに組み込まれておらず、行政施策の効果を精度よく予測することは極めて困難であった。

底生生態系の酸素循環過程がメカニズムとして組み込まれていない大きな理由は、堆積物表層の生物・化学・物理過程に伴う酸素循環過程を解明する調査手法が無かったためである。富栄養化海域の湾中央底生生態系では、堆積物表層の物質循環過程（活性）は、鉛直方向にミリメートル以下の空間スケールで急激に変化している。したがって、堆積物表層における酸素循環過程を解明するためには、水-堆積物界面近傍の酸素濃度プロファイルミリメートル以下の空間スケールで測定しなければならない。また、堆積物表層における酸素循環過程に対しては、海域の環境特性（水深、流動場、底層水の溶存酸素濃度、光条件、底質、底生生物群集の種組成と現存量など）が大きな影響を与えている。したがって、湾中央底生生態系の酸素循環過程を解明するためには、それぞ

れの現象に対応した高い時・空間分解能で酸素濃度プロファイルの変化を現場において測定する必要がある。そのため本研究では、高い時・空間分解能を有する微小酸素電極を用いて、酸素濃度プロファイルの現場測定を行う。平成16年度は、東京湾湾中央底生生態系において現場設置型酸素濃度プロファイル測定装置を用いて測定した水-堆積物界面近傍の酸素濃度プロファイル、及び現場設置型酸素フラックス測定装置を用いて測定した堆積物-直上水境界面の酸素フラックスについての測定結果を解析し、湾中央底生生態系の酸素循環メカニズムを解明した。また、未攪乱堆積物コアを mm スケールで層別に分取した堆積物試料を分析し、水-堆積物界面近傍における他の環境条件（POC、PON、DON、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、含水率、空隙率、底生生物群集の種組成と現存量など）の鉛直微細構造を測定した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 貧酸素、富栄養化、堆積物

[研究題目] メタンハイドレート資源開発 資源量評価（地化学調査手法の適用検討・開発）

[研究代表者] 棚橋 学

[研究担当者] 棚橋 学、坂田 将、松林 修、

森田 澄人、池原 研、金子 信行

[研究内容]

東海沖海域海底の地質・海水試料の分析と解析、および地質地化学総合解釈として、H15年度環境ベースライン調査（東海沖海域）で取得される堆積物、底質および海水試料の分析・解析及び地質地化学総合解釈・堆積物の堆積地質学的分析・解析を実施する。地化学調査のメタンハイドレート賦存域抽出への適用検討として、メタンハイドレート濃集に関連する地化学現象を検討し、メタンハイドレート賦存域の推定を行う。地層温度測定データ解析技術の開発として、坑井内高精度地層温度測定データの地質学的・地球物理学的モデリングによる解析評価技術を開発した。特に、坑井内泥水による熱対流の影響評価、その補正方法について検討を行った。東海沖海域海底の地質・海水試料の分析と解析、および地質地化学総合解釈では、H15年度環境ベースライン調査（東海沖海域）で取得された堆積物、底質および海水試料の分析・解析及び地質地化学総合解釈・堆積物の堆積地質学的分析・解析を実施した。また、H15年度基礎試錐で取得された堆積物について分析のための試料採取、および予察的分析を船上にて実施した。地化学調査のメタンハイドレート賦存域抽出への適用検討では、メタンハイドレート濃集に関連する地化学現象を検討し、メタンハイドレート賦存域の推定を行った。地層温度測定データ解析技術の開発では、坑井内高精度地層温度測定データの地質学的・地球物理学的モデリングによる解析評価技術を開発した。特に、坑井内泥水による熱対流の影響評価、その補正方法について検討を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 メタンガスハイドレート、南海トラフ

〔研究題目〕 メタンハイドレート資源開発 資源量評価に関する委託研究（地化学調査の有効性検討に関する研究：地化学分析・解析）

〔研究代表者〕 棚橋 学

〔研究担当者〕 棚橋 学、松林 修、森田 澄人、坂田 将、金子 信行、池原 研

〔研究内容〕

南海トラフ海域におけるメタンハイドレート（以下MH）資源量を推定する探査技術の一つとして、海底近傍の地質地化学的特性から、MH 賦存を示唆する情報を抽出する技術を検討し、最終的には MH 探査としての地化学調査手法の確立を目指す。そのため H16年度、南海トラフ海域海底の地質・海水試料の分析と解析では、海洋環境調査評価サブグループが実施した海洋調査の準備及び取得された底質および海水試料の分析・解析を実施した。また基礎試錐「東海沖～熊野灘」で取得されたコア試料および地層温度計データの分析・解析を実施した。これは、堆積物の堆積・地質学的分析・解析、間隙水、MH 分解水、堆積物および海水の地化学的・化学的分析・解析、堆積物と海水の微生物学的分析・解析、堆積物の物性に関する分析・解析、熱伝導率の分析・解析、地層温度データの解析補助および該当海域の熱的構造解析を含む。また、総合地質評価と地化学調査のメタンハイドレート賦存域抽出への適用検討では、上記で得られた諸情報と、海底音響画像、海底地形、表層地形、環境を中心とした諸地質情報を統合し、総合的堆積盆解析を行った。これは、泥火山に関する地質情報の総括、過去の分析結果に本年度実施の上記各試料分析結果も含めた海底地形及び地化学データのマッピング、MH の賦存に関係する地形アノマリ（断層、泥火山、ポックマーク等）と地化学アノマリ（硫酸濃度勾配、メタンガス濃度等）との相関性についての考察を含む。さらに平成17年度以降地化学海洋調査の仕様検討として「東海沖～熊野灘」総合地質評価と地化学調査の適用性に関する検討をふまえて、地化学調査の仕様を検討した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 メタンハイドレート、資源量評価、地化学調査

〔研究題目〕 メタンハイドレート資源開発 資源量評価（メタンガスの生成・集積に関するバイオマーカー分析によるメタン菌の活動記録の解析）

〔研究代表者〕 坂田 将

〔研究担当者〕 坂田 将、棚橋 学、吉岡 秀佳、大庭 雅寛、鎌形 洋一

〔研究内容〕

メタンハイドレートの分布が推定されている南海トラフの海域で、堆積物中の微生物のメタン生成活動に関する情報（メタン菌のバイオマス、メタン生成速度）を取得・解析するため、基礎試錐「東海沖～熊野灘」コア試料のラジオトレーサー実験（試料に $^{14}\text{C}$ でラベル化した基質を添加して、生成する $^{14}\text{CH}_4$ を測定する実験）と脂質バイオマーカー分析を行った。ラジオトレーサー実験で測定されたメタン生成速度は全般的に低く（ $<1.0 \text{ pmol cm}^{-3} \text{ day}^{-1}$ ）、ブレイクリッジ堆積物（フロリダ沖、メタンハイドレートが賦存）におけるメタン生成速度の数百分の一のレベルであった。このため、今回のコア試料はメタンハイドレートの主要な根源層に該当しないと推定された。メタン生成速度の鉛直分布は、表層付近で低く、メタンハイドレートを含む層とそれ以深で高い傾向が見いだされた。メタン生成菌のバイオマスを反映すると考えられるヒドロキシアークオール鉛直分布は、基本的にメタン生成速度の鉛直分布と整合的である。また全有機炭素量との相関性が高いことから、南海トラフの海底堆積物中のメタン菌の活動は有機物量に依存することが推察された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 メタン菌、バイオマーカー、ラジオトレーサー実験

〔研究題目〕 メタンハイドレート資源開発 資源量評価に関する委託研究（日本周辺海域 MH 集積場の地質学的研究）

〔研究代表者〕 棚橋 学

〔研究担当者〕 棚橋 学、奥田 義久、徳橋 秀一、中嶋 健、佐藤 幹夫、森田 澄人、小田 浩

〔研究内容〕

我が国周辺海域のメタンハイドレート集積場の性状やその堆積環境についての概査を、既存基礎物理探査データ及びその他の地質情報の解析により行い、メタンハイドレートの産状、集積メカニズムを解明することを目的とする。日本周辺に分布していると推定されるメタンハイドレートの資源ポテンシャルを予測するために、日本周辺海域における既存の物理探査データを中心とした地質地球物理情報をコンパイルし、メタンハイドレート存在推定の根拠と考えられているいわゆる BSR 分布域について、その反射の特徴、BSR が現れる層ないしその上部のメタンハイドレート胚胎層の堆積学的性質に関する情報を抽出する。日本周辺海域 BSR 同定反射断面資料収集整理として、基礎物理探査による反射法地震探査断面上で BSR 認定部を抽出し、海域毎に整理した。また、基礎物理探査成果として JOGMEC にデジタルデータが存在する場合は、その複製物より反射断面を整理した。断面プロットのみが存在する場合は、断面画像

をスキャンして反射断面として整理した。そして上記反射断面上で BSR 認定部を抽出し、BSR 記録断面図集を作成した。さらに抽出した BSR 認定部の位置、深度情報を整理し、海域毎の分布図集を作成した。日本周辺海域 BSR 分布の地質特性情報解析では、重要海域毎に、上記研究で得られる BSR に関する諸情報と、研究論文・報告書等で報告されている諸地質情報を統合し、当該海域の地質特性ならびに MH 集積場の地層の堆積環境情報を総括した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 メタンハイドレート、資源量評価、地質学

〔研究題目〕 平成16年度生物多様性に配慮したアマモ場造成技術開発調査委託事業に関わる「アマモ場の生態特性の把握」

〔研究代表者〕 谷本 照己

〔研究担当者〕 谷本 照己、星加 章、高杉 由夫

〔研究内容〕

瀬戸内海全域におけるアマモの種子輸送による遺伝的交流の可能性を把握するため、潮流と風に伴う粒子輸送について数値シミュレーション解析を行った。瀬戸内海全域を水平方向に1,850m の正方形メッシュ（格子数231×130）に区切り、瀬戸内海の流況を再現した。また、瀬戸内海周辺における季節毎の風向・風速の解析を行い、風の影響を取り入れた粒子輸送シミュレーションモデルを作成した。作成したモデルを用いて、アマモ種子成熟期にあたる風の影響を考慮したアマモ種子輸送経路の概要を明らかにした。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 アマモ場造成、アマモ遺伝子、アマモ種子輸送、流況解析、粒子輸送モデル

〔研究題目〕 光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発

〔研究代表者〕 土田 英実（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 土田 英実、吉澤 明男

〔研究内容〕

現在の光ファイバ通信の主流である強度変調・直接検波に基づく光変復方式では、まだコヒーレント光のポテンシャルをフルに使ってはいない。今後は、光の波としてのポテンシャルを活用するだけではなく、量子力学的効果を利用することも視野に入れるべきである。量子一括測定は量子計算の主要実例の一つであり、量子一括測定を量子演算回路で実現することは、量子計算の基盤技術の一部を開発することにもなるという点で重要な波及効果を持つ。また、量子一括測定は、光ファイバ通信の長距離大容量化のみならず、将来実現が予想されるコヒーレント光に基づく量子暗号の受信技術としても重要になると考えられる。研究課題は光子数スクィーズド光源

の開発と光子数測定技術の開発である。前者では、光通信波長帯でのパラメトリック増幅によるツインビーム発生方式を採用する。後者では、インジウム・ガリウム・ヒ素系アバランシェフォトダイオードを受光素子として採用する。受光素子を極低温動作させることで暗電流雑音を抑え、最適動作を実現する。本年度はこれらの研究課題に対して、低雑音光検出器二台によるツインビーム検出用平衡型検出器を開発とインジウム・ガリウム・ヒ素系アバランシェフォトダイオードを受光素子とする通信波長帯光子数測定技術の開発を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 光子数測定、通信波長帯、スクィージング

〔研究題目〕 平成16年度新たな炭素材料を用いた環境計測機器の開発（外部資金）

〔研究代表者〕 大串 秀世

〔研究担当者〕 藤森 直治、大串 秀世、山田 貴壽

〔研究内容〕

放射性同位元素の代わりにダイヤモンドやカーボンナノチューブを用いて、十分な強度の電子線が得られ、さらに大気中に電子線を取り出せる電子線源を開発する。また同様の電子放出源を利用した X 線源も開発する。この電子線源と X 線源を備え、捕集量が少ないエアロゾル（PM2.5を含む）に対して、精密な質量濃度測定と同時に、蛍光 X 線法による成分分析も可能とする装置を開発することを目的とする。

原子レベルで平坦な高品質ダイヤモンド薄膜をマイクロ波プラズマ CVD 法で作製する。次に、そのダイヤモンド薄膜に反応プラズマエッチングなどのナノファブリケーションを施し、電界放出型電子源として構築する。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ダイヤモンド半導体、電子放出、電子線源、X 線源

〔研究題目〕 ナノポーラス炭素材料を用いた燃料電池車用水素貯蔵技術の開発

〔研究代表者〕 本間 格

〔研究担当者〕 平林 正之、方 百増

〔研究内容〕

①ナノ構造炭素材料への電気化学的リチウムドーピング手法の開発

典型的な炭素系半導体であるペンタセンを用いて、電気化学的リチウムドーピング手法の開発を行った。C22の骨格を有するペンタセンは半導体的性質を有するナノカーボン材料であるが、この結晶に電気化学セルを用いてリチウムのドーピングを行った。リチウムはペンタセン1分子に1つ導入され、c 軸方向に伸びた結晶を形成した。ラマン分光、赤外吸収スペクトル分析により振動周波数のシフトが観測され、リチウムからカーボンフ

フレームワークに電子が移動した電荷移動複合体を形成していることが判明した。電子伝導度の測定結果からも伝導度の増大が観測され、ペンタセン分子の電子密度が増大していることがわかった。

②メカニカルアロイング法を用いた高リチウム含有 Li-B-C 系ナノ粒子の合成

他方、カーボンフレームワークに他の元素を導入することにより高いリチウム濃度を実現するアプローチもある。メカニカルアロイング (MA) 法を適用して、リチウムを高濃度に含んだナノ粒子を合成した。ボロンとカーボンから構成されるグラファイト構造の BC ユニットを用いて MA によりリチウムを含むナノ粒子を作製したところ、リチウム濃度として Li0.66BC までの組成の粒子が作製できた。すなわち、カーボンフレームワークにボロンを含ませることにより、高濃度のリチウムをドーピングすることが可能であることが判明した。BC ユニットはグラファイト構造を有しているため、この知見は、カーボンフレームワークがボロンを含めば、従来にない高い電子濃度を実現することを示唆している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノ材料、水素貯蔵材料、ナノポーラスカーボン

〔研究題目〕 衝撃評価手法整備のレビュー

〔研究代表者〕 中山 良男

〔研究担当者〕 松村 知治、若林 邦彦、黒田 英司

〔研究内容〕

本研究は、独立行政法人原子力安全基盤機構が実施した衝撃基礎試験や関連の解析結果に対して、衝撃評価手法整備のためのレビューを行ったものである。レビューの内容は、(1) 構造物衝撃波影響試験に係るレビュー、(2) 水中飛翔体特性試験に係るレビュー、(3) 解析モデルの構築に係るレビュー、(4) レビュー結果の整理であり、これに加えて文献調査として、(1) コンクリート破壊関連、(2) 水中爆発 (和文)、(3) 水中爆発関連 (国際誌)、(4) 水中実験 (米国政府 Report) 関連、(5) 関連文献 (米国政府 Report) 関連、(6) 衝撃銃関連を整理した。また、公開コードにより C4爆薬による水中衝撃波の解析を行い、同機構が実施した実験結果との比較検討を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 爆轟、衝撃波、爆風圧、スケール効果、行政ニーズ

〔研究題目〕 糖ヌクレオチド代謝回路関連酵素群

〔研究代表者〕 地神 芳文

〔研究担当者〕 千葉 靖典、久保田 智巳、渡辺 明子、喜多島 敏彦

〔研究内容〕

酵母の糖鎖修飾における糖ヌクレオチド代謝回路関連

遺伝子産物などの大量発現系の構築と、精製・結晶化および結晶構造解析を検討している。Ynd1p については単結晶が得られ、2.3Å分解能でのX線回折強度データ収集を終えた。Och1p と Mnn6p については精製が終了し、結晶が得られた。X線回折実験によりこれらの結晶が目的のタンパク質のものであることを確認した。Gda1p については精製が終了し、微結晶を得ることが出来た。現在単結晶生成の条件を検討中である。分裂酵母 *Schizosaccharomyces pombe* の糖転移酵素 SpOch1p と Gma12p について生産系を開発し、大量発現系を構築した。SpOch1p については大腸菌での発現にも成功し、精製法も確立した。Och1p について、これまでの触媒反応に加え、その反応物 (Man<sub>9-10</sub>GlcNAc<sub>2</sub>) をさらに基質にし、Man をもう1残基転移する活性を見いだした。この二次活性の基質特異性を調べたところ、本来の活性とは異なる規則性を有していることが明らかとなった。詳細な解析の結果から、ScOch1p はアクセプターとなる高マンノース型糖鎖構造全体を認識しているという、これまでの仮説を強く裏付けるものとなった。

また Ynd1p と Gda1p について、その基質特異性、金属要求性、pH 依存性などの酵素学的解析を行なった。Ynd1p、Gda1p の HPLC を用いた活性測定系を検討し、イオン交換カラムで NMP、NDP、NTP を分離、定量することを可能にした。Ynd1p の ADP 分解速度は ATP 分解速度に比べて大幅に早いと考えられた。また Gda1p と Ynd1p の pH 依存性を検討したところ、Gda1p は GDP、UDP 共に同様の pH 依存性を示したが、Ynd1p は ATP を基質とした場合にのみ特徴的な pH 依存性を示した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 結晶構造解析、糖転移酵素、酵母

〔研究題目〕 グリッドプログラミング環境の開発と実証

〔研究代表者〕 関口 智嗣 (グリッド研究センター)

〔研究担当者〕 松田 元彦、石川 裕、工藤 知宏、児玉 祐悦、田中 良夫、中田 秀基、山本 直孝、谷村 勇輔、横川 三津夫

〔研究内容〕

グリッド環境で大規模応用プログラムを書くためには、地域的に分散した計算機上のプログラムの起動及び実行時のプログラム同士のデータ転送及び同期のためのプログラミング手法の研究・開発が必要である。

平成16年度は、グリッド MPI システムの研究では、平成15年度に開発した GridMPI 0.1をベースに改良を行い、MPI-1.2規格へ完全互換性を持つようした。また、MPI 拡張機能である MPI-2.0規格に対して、動的プロセス生成、拡張集団通信、MPI I/O 等への部分的対応を行った。また、Linux クラスタ計算機だけでなく計算

機ベンダの並列計算機をサポートするために、ベンダ MPI 通信機能の整備を行った。チェックポイント機能の開発では、MPI レベルでのアプリケーションの耐故障性を持たせる機能を開発した。チェックポイント機能によって、Linux を OS とするシステム上でプロセスの状態を保存・回復しプロセスの再実行が可能になった。さらに、GridMPI が用いる IMPI プロトコルの評価を行い、プロトコルの問題点を明らかにした。また、平成15年度行なった Linux 上の TCP プロトコルの性能評価を元に、TCP 実装の改良として輻輳時の性能特性を大きく改善する精密ペーシング機構を開発した。

グリッド RPC システムの開発では、Ninf-G Version 2 (Ninf-G2) の機能強化、性能改善、頑強化及びアプリケーションを用いた実証実験を実施した。

Ninf-G Version2の機能強化では、グリッド環境に配備された複数の計算機上で動作するアプリケーションの開発及び実行を支援するグリッドミドルウェアの機能強化、動作安定化を図り、Ninf-G Version2.3として公開した。また、大規模環境における Ninf-G2の性能及び実用性を検証するため、Ninf-G2を用いて開発したアプリケーションを利用して2つの実証実験を行なった。1つ目の実験においては量子化学シミュレーションである Time Dependent Density Functional Theory (TDDFT) シミュレーションをアジア太平洋地域の国際的なグリッドテストベッド上で長時間実行し、Ninf-G2の障害検知機能を検証した。2つ目の実験においては典型的な大規模ハイブリッドシミュレーションコードの1つである古典・量子連成分子シミュレーションプログラムを用いて大規模環境での性能及び実用性の検証を行なった。さらに、Globus Toolkit Version3に対応した Ninf-G Version 3 (Ninf-G3) を開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】グリッド、プログラミング、高度コンピューティング

【研究題目】遺伝子発現制御に関する研究

【研究代表者】田村 具博

【研究担当者】田村 具博、三谷 恭雄、金完燮、Sallam Kahlid、影井 亜貴子、鳥谷部 哲也

【研究内容】

目標：

放線菌の一種ロドコッカス属細菌を宿主とした組換えタンパク質生産系を利用して、構造解析に供するタンパク質の生産性・回収率を高めるための技術開発を行う。

研究計画：

微生物由来（主に放線菌 *Streptomyces coelicolor*）の転写・翻訳関連分子約250種の遺伝子についてロドコッカス属細菌を宿主とした発現ベクターに組み込んで、発現チェックならびに発現の至適化を行い結晶構造解析に

向けたタンパク質生産・精製を行う。同時に、多様な組換えタンパク質生産を行うためのベクターの開発を進める。

成果：

構築した発現ベクター約250種の内、200種について発現チェックと大量精製を行った。可溶化タンパク質として精製できるタンパク質から順次結晶化スクリーニングを開始し、構造解析へ向けた条件検討を開始した。また、ロドコッカス属細菌をもちいて Se-Met 導入タンパク質の発現と該タンパク質の結晶化に成功した。

組換えタンパク質生産技術の開発として、同一ベクターに2つのプロモーターを配する多重発現ベクターの開発を行った。このことより、一つのベクターより複数のタンパク質を同時に発現することが可能になった。また、トランスポゾンを利用した新たなベクターの開発を行った。本ベクターは、ロドコッカス属細菌のゲノム上の不特定部位に DNA 断片を挿入できるため、無作為に遺伝子が破壊された細胞ライブラリーの構築による宿主細胞の機能解析が可能となった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】組換えタンパク質、発現系、放線菌

【研究題目】アジアモンスーン地域における人工・自然改変に伴う水資源変化予測モデルの開発（地下水の収支・循環機構解明のためのモニタリングと地下水循環モデルの構築）

【研究代表者】石井 武政

【研究担当者】石井 武政、田口 雄作、内田 洋平、玉生 志郎、村岡 洋文、佐脇 貴幸、湯本 学、阿部 正洋、浦井 稔、松岡 憲知（筑波大学）、池田 敦（国立極地研究所）、末吉 哲雄（スイス連邦工科大）、西岡 哲ほか（地圏環境テクノロジー）、登坂 博行（東京大学）

【研究内容】

本委託研究の中で、産総研は「黄河領域の地下水循環モデルの構築と地下水資源の将来予測」の項目を担当し、4つのサブテーマを設けている。サブテーマ1の凍土の凍結・融解に関する実データの取得では、永久凍土が流域の水収支へ与える影響を評価することを目的とし、平成16年度においては、黄河源流域の瑪多県を中心とする現地調査を実施した。永久凍土は標高4,300m以上に広く存在するが、活動層厚は2.4~8.0mと厚いことなどがわかった。サブテーマ2の地下水の収支・流動に関するモニタリングおよび水質・同位体分析では、地下水位、一般水質組成、酸素・水素安定同位体比、地下温度プロファイルを用いる「マルチトレーサー手法」を適用して、黄河領域内の広域地下水流動システムを明らかにすることを目的とし、黄河領域内の中国側観測井を用いて地下

温度プロファイルの計測を行った。一般水質と酸素・水素安定同位体比の分析に関しては、観測井、揚水井、湧水、河川から採水を行った。また、地下水位の経年変化を連続観測した。サブテマ3の帯水層区分および地質構造の解析では、黄河下流域一帯および黄河中流域の河川沿いの地域で、地質図あるいは地質柱状資料などにもとづいて帯水層を区分し、地質構造を明らかにする。北平原北部の西側丘陵地では主に扇状地堆積物中で地下水の水位低下が生じていることなどが明らかとなった。サブテマ4の地下水循環モデルの構築とシミュレーションでは、黄河全領域モデルの平面格子システム全体を見直し更新し、黄河全領域に関する地下水循環シミュレーションを行った。1960年代の華北平原における浅層水位コンターを中国側から入手したデータと比較した結果、全体的に水位のほぼ一致した良い再現結果を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地下水、循環、黄河

【研究題目】有用微生物に対する副生成物から溶出する金属の影響/固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち埋立処分に伴う溶出実験による安全性等

【研究代表者】川幡 穂高

【研究担当者】川幡 穂高、鈴木 淳、竹内 実緒、北田 幸男、Lallan P. Gupta、安永 恵三子

【研究内容】

廃棄物処理・再資源化に伴い生成される物質による生態系や人の健康に対する影響・安全性評価のための手法や管理技術に関する研究開発を行なった。まず、灰の埋立処分に伴う溶出実験による安全性については、熔融スラグおよび土壌と純水あるいは酸性液を反応させて、溶出する有害元素の種類や量および流出速度を測定し、溶出元素の影響評価を行なった。

廃棄物の焼却により生じる灰の安全性評価の一貫として、灰及び灰から生じる有害物質の環境中の細菌群に対する毒性評価を行った。また、必要な微生物培養・土壌相互作用システム実験装置一式の設計及び導入を行い、それらの機器について調整を行った。その結果、用いた4種類の灰試料のいずれも高濃度で混合した場合、土壌中の従属栄養細菌に対して毒性を持つこと、特に都市廃棄物の焼却灰では毒性が高いことが示された。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】産業廃棄物、焼却灰、有害物質、安全性評価

【研究題目】結晶化に関する研究

【研究代表者】安宅 光雄

【研究担当者】安宅 光雄

【研究内容】

「タンパク3000」プロジェクト「タンパク質の個別的解析プログラム」「代謝系タンパク質の構造・機能解析」からの委託研究である。結晶化の方法論については、平成15年度までに強磁場を用いた磁気浮遊結晶化技術を開発しその顕著な効果を示した。本年度は超好熱性アーキアが代謝のために生産する4種のタンパク質の構造解析で成果を挙げた。

(1) システイン合成酵素。 *Aeropyrum pernix* のゲノム番号1586のタンパク質（全アミノ酸残基数389）の機能を詳細に解析し O-ホスホセリンをスルフヒドリル化してシステインを合成する極めて高い活性を見出した。これは新規酵素反応で国際生化学連合に酵素番号付与を申請し EC2.5.1.65が割り振られた。多波長異常分散法で構造解析を行った。N 末端ドメインは新規フォールドであった。本酵素の特徴である O-ホスホセリン利用は活性部位に正に帯電するアルギニン基などを特異的にもつことによる。この構造を精密化してPDBに登録した（登録番号1WKV）。

(2) キチナーゼ。 *Pyrococcus furiosus* に由来するキチン結合ドメイン（ゲノム番号 PF-1233の一部）に注目した。キチナーゼには加水分解反応を触媒する活性部位の他、キチン結合ドメインがありキチンをつなぎ止めて加水分解を促進させる。101個のアミノ酸からなるキチン結合ドメインの立体構造を、耐熱性を有するキチン結合ドメインとして初めて NMR 解析で決めた。キチン結合箇所には3個のトリプトファン残基がほぼ等間隔、同一平面上に並んでいた。トリプトファン残基をアラニン残基に変えると結合能が低下した。結晶化にも挑戦し X 線構造解析が行えるデータも取得した。

(3) スレオニンデヒドロゲナーゼ。 *Pyrococcus horikoshii* OT3のゲノム番号 PH-0655は347アミノ酸残基からなりアルコールデヒドロゲナーゼと考えられていたがスレオニンデヒドロゲナーゼであると突き止めた。スレオニンにのみ働くのでセンサーが構成できる。結晶に実験室系線源から X 線を照射したところ分解能2.1Åまでの回折が起きた。超耐熱性スレオニンデヒドロゲナーゼの構造はこれが最初の例となるものと期待される。

(4) チオレドキシシペルオキシダーゼ。 *Aeropyrum pernix* K1由来のチオレドキシシペルオキシダーゼ（ゲノム番号 APE-2278）（250アミノ酸残基からなる）の結晶化と、それを用いた X 線構造解析に取り組み成功させた。超耐熱性のチオレドキシシペルオキシダーゼとしても、アーキア由来のチオレドキシシペルオキシダーゼとしても初めての構造決定となるものと期待される。放射光で2.0Åまで回折が起き現在構造解析を進めている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、タンパク質立体構造、構造

生物、超耐熱性、結晶成長

**【研究題目】天然ガス貯蔵のためのハイドレート製造技術の開発（ハイドレート結晶構造の多様性を考慮した製造プロセスの高度化）**

**【研究代表者】** 大村 亮

**【研究担当者】** 皆川 秀紀、海老沼 孝夫、成田 英夫

**【研究内容】**

研究目的 天然ガスから生成されるハイドレート結晶の構造多様性を考慮し、これまでに例の無い高性能・低コストのハイドレート製造システムの開発を目指す。構造 H ハイドレートの生成に関する最近の研究成果に基づき、構造 H ハイドレートを積極的に利用するシステムを構成する。

上記の最終的な目的のために、産総研では、天然ガスを模擬した2成分（メタン+プロパン）、3成分（メタン+エタン+プロパン）混合ガスと大分子ゲスト物質が共存する系において生成するハイドレートの結晶構造を X線回折法を用いて実験的に明らかにする。また、構造 H ハイドレートの貯蔵技術開発に重要な基盤データとなる氷点下温度域におけるメタン+大分子ゲスト物質系の四相平衡条件を実測する。

研究成果 結晶構造解析 大分子ゲスト物質にはネオヘキサン（以下 NH）及び tert ブチルメチルエーテル（以下 TBME）の二種を、天然ガスを模擬する混合ガスには2成分混合ガス（C1:C3=99:1モル比）及び3成分混合ガス（C1:C2:C3 = 90:7:3モル比）とを用いた。

2成分混合ガス（C1:C3 = 99:1モル比）+NH 系については、前年度の成果により、この系で生成するハイドレートの結晶構造が構造 H であることを見出している。今年度実施した2成分混合ガス（C1:C3=99:1モル比）+TBME 系における解析でも、この系において生成するハイドレートが構造 H あることが確認された。これらの結果は前年度行った相平衡測定の結果と整合する。

3成分混合ガス（C1:C2:C3 = 90:7:3モル比）+NH あるいは TBME 系において解析の結果、これらの系において生成するハイドレートの大部分についてその結晶構造が構造 H であることが明らかとなった。バッチ式の操作方法による前年度の相平衡測定では、これらの系で最も安定なハイドレートの結晶構造は構造 II であることが示唆されていたが、本年度行ったセミバッチ式の操作によって生成させた場合にはハイドレートの大部分は構造 H となることが明らかとなった。

氷点下温度域における相平衡 メタン+NH、TBME、あるいはメチルシクロヘキサン（MCH）系における氷点下温度域の四相平衡条件を250K-270K の範囲にて実測した。この結果から、NH 系では273K、MCH 系では270K、TBME 系では267K 程度で平衡圧力が1.1MPa となることが明らかとなった。1.1MPa という圧力（すなわちゲージ圧で1MPa）が高圧ガス保安法の適用基準

となっていることから、構造 H ハイドレートについては-6℃以上の温度にて、特に大分子ゲスト物質に NH を用いればわずかに0℃を下回る温度にて、高圧ガス保安法の適用を受けることなく熱力学的に安定な貯蔵が可能である。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** クラスレート水和物、ガスハイドレート、エネルギー貯蔵・輸送

**【研究題目】ヒト中枢神経系由来神経幹細胞の生物学的特性ならびに領域特異性の解明（A. 脊髄損傷に対する幹細胞治療の開発）、ヒト神経幹細胞二次プロセッシング業務、サブ神経幹細胞バンク業務、および神経幹細胞品質評価業務（B. ヒト神経幹細胞バンク事業）**

**【研究代表者】** 三宅 淳

**【研究担当者】** 金村 米博、児玉 恵理、隅田 美穂

**【研究内容】**

（脊髄損傷に対する幹細胞治療の開発）コリン作動性ニューロンの分化を誘導する分子本体ならびにその生物学的特性の解明を目指し、コンドロイチナーゼ ABC で処理した hNSPC の CM 中に含まれる分化誘導活性因子の精製と同定を実施した。その結果、従来は分化誘導が困難であったコリン作動性神経細胞を無血清状態で分化誘導させる分化誘導因子の本体の同定に成功した。今後、これら得られた分化誘導因子の効率的な精製方法、あるいは合成方法を検討し、その応用範囲を高めたいと考える。

（ヒト神経幹細胞バンク事業）難治性神経疾患の治療への応用が期待されるヒト神経幹細胞の臨床応用を実現するため、その安全性と安定性ならびに移植細胞としての有用性を検証した形で大量に生体外で培養し、臨床応用が可能な品質のヒト神経幹細胞の保存、供給体制を確立させるための技術的、倫理的体制の整備を行うことを目標とする。今年度は、細胞調製システムで施行される細胞の培養・保存作業の過失防止、相互汚染防止を図り、細胞の品質を確保するための衛生管理方法、ヒト神経幹細胞の凍結保存溶液を検討した。また、培養している細胞の感染の有無を調べる微生物検査の項目の選定と、検査の時期と内容の検討を行った。これにより、細胞調整システムの衛生管理を適切に実施することが可能となった。今後、この管理方法に則り、細胞調整システムを稼働させる予定である。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 神経幹細胞、脊髄損傷、GMP

**【研究題目】染料のリサイクルシステムの開発に関する研究**

**【中項目】** セラミック用染料回収装置の開発

〔研究代表者〕 糸 正市（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 長沼 勝義、太田 一徳、他7名

〔研究内容〕

ファインセラミックス製造業で使用される赤色染料浸透探傷液の吸着、離脱が可能な吸着材を利用した染料回収装置（クローズドシステム型）を試作し、染料の回収、再利用による染料使用量の削減及び水循環による用水量の削減による製品のコストダウンを図るとともに装置の製品化を図る。

平成16年度において、以下の結果が得られた。ベンチプラントへのスケールアップ用に吸着材を外注したところ、吸着材の表面に堅い殻が生成したため十分な吸着特性が得られなかった。そこで、吸着材を1.0～2.0mmに破碎した結果、従来品と同等の吸着性能となった。破碎材と非破碎材における物理・化学的に顕著な差が見い出せなかったことから、染料の吸着容量の増大は、破断面からの染料の吸着材内部への拡散によるものと推定された。今後、吸着材の量産方法について検討が必要となった。ベンチプラント試験の結果から、(1) 破碎材を使用することによってラボ試験と同等の性能を維持でき、(2) 吸着塔の圧力損失は実用上問題なく、染料廃液供給速度100mL/minで廃液60Lを十分に処理できることが判明した。染料抽出用有機溶剤としてアセトンを用い抽出特性を評価したところ、非常に高濃度の染料が短時間で抽出できた。吸着塔から排出される染料吸着廃水について、活性炭による廃水中の有機物の吸着特性を調べた結果、排水基準に適合することが判明した。上記実験結果及び設置予定企業の廃水処理量が4m<sup>3</sup>であることからスケールアップ規模をベンチプラントの70倍として設計した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 セラミックス探傷非破壊検査、染料、回収・リサイクル

〔研究題目〕 パターンマッチング回路の超高速化とフィルタリング装置への応用（機器試験評価装置の開発）

〔研究代表者〕 戸田 賢二（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 戸田 賢二、片下 敏宏

〔研究内容〕

1G ビットイーサネットについて、以下の機能を持つ試験装置を開発した。

・スループット・平均パケット長の測定

64バイトからジャンボパケットまでのあらゆるパケットに対応し、スループットと平均パケット長の測定を行う機能を実装した。全てのパケットサイズにおいて、理論値通りのスループットを計測することに成功した。

・フレーム送受信シーケンス検査

フレームギャップやブリアンブルを含めたあらゆるフレームシーケンスを検査する機能を実装した。エラー発

生時のネットワーク機器の挙動を正確に把握できる。

・URLフィルタリング機能の検証

有害ホームページへのアクセス制限に用いるURLフィルタの動作検証機能を実装した。ハッシュテーブルを用いることにより小さな実現コストで高速なフィルタ機能検査が可能となった。フィルタリングの機能検査を行いながらのスループット測定も可能である。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 パターンマッチング、URL、フィルタリング、ネットワーク機器試験装置

〔研究題目〕 英虞湾における海洋鉛直微細構造の研究

〔研究代表者〕 長尾 正之

〔研究担当者〕 長尾 正之、高杉 由夫、橋本 英資

〔研究内容〕

内湾の環境診断・評価に重要な要素となる海洋鉛直微細構造と海中プランクトン等、微小生物過程との相関性解明に必要な測定・解析技術を取得するために、また、三重県英虞湾の高精度数値モデルの開発に必要な成層下の鉛直混合強度実態を把握することを目的として研究を行った。平成16年度は昨年度改良を行った自由浮上計測型「微小生物鉛直分布測定装置」を活用し、対象海域として夏季に三重県英虞湾を選び、海水中の乱れと水質微細構造の同時計測を行うとともにデータの収集整理をした。このうち、三重県英虞湾のデータを解析した結果、鉛直方向の平均値でみると鉛直渦動拡散係数  $K_z$  の範囲は10<sup>-5</sup>から10<sup>-2</sup>m<sup>2</sup>/sの範囲であり、また湾口部で高く、湾奥部で小さい傾向がみられた。また、湾口部と湾奥部のエネルギー逸散率  $\epsilon$  の値を比べたところ、やや湾口部が高い程度であった。しかし、成層強度を示すバイサラ周波数  $N^2$  は、 $K_z$  が最大だった湾口部よりも、 $K_z$  が最小値であった湾奥部で大きく、湾奥部で強い成層が発達していたことが、湾奥部で  $K_z$  が小さかった原因と考えられた。

〔分野名〕 地質・海洋

〔キーワード〕 英虞湾、微細構造、鉛直混合強度、成層

〔研究題目〕 ナノカーボン型を利用した大面積3次元ナノインプリンティング技術

〔研究代表者〕 前田 龍太郎

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 高橋 正春、村越 庸一、後藤 博史

〔研究内容〕

バイオ分析チップや微小光学素子の研究開発は盛んであるが、実用化の鍵は微細なナノ構造体をいかに安価に製造するかにかかっている。ナノレベル電子線露光は長時間を要し、コストが非常に高い。電子線露光等で作製したマスター型からナノインプリント技術で多数のコピーができると大きなコストダウンが図れるため、ナノインプリンティング技術への注目度は近年非常に高い。既に欧米では数10nmの超LSIパターン形成を目的とした

研究開発が進み、関連装置もリリースされている。しかしながら、ナノインプリンティングは現状のところ半導体リソグラフィの代替をターゲットとしており、単純な2次元パターンを創製するのにとどまっている。将来の有望な市場を形成すると予測されている微小な機械部品（深さの深い構造や曲面構造を有する超微細構造体、レンズアレー、回折格子等の光学素子や生化学分析用流体素子）への応用を目指し、以下の研究開発を行い、ナノレベル成形の実用化を目指す。当該年度は FIB 加工技術を適用した自由曲面やテーパ形状を有する3次元精密カーボン型の直接製造に関して、2次元大面積を加工できる装置を完成した。加工の解像度は0.1 $\mu$ m レベルであり、2次元加工を深さ方向に繰り返すことにより、準3次元的な加工が可能である。型的高速製造に関しては、メッシュ等を用いてメッキ時間を大幅に短縮する手法について検討を行い、特許取得準備および予備実験を行った。またエキシマレーザーやフェムト秒レーザー加工による高速カーボン型の試作を行い、ガラス材料の成型評価を行った。ナノ金型の製造については合金メッキおよびナノカーボンの複合化について検討した。成型スループット向上については成型装置の熱サイクルの短縮化やサンプルローディング手法の改善を行った。応用デバイスについては、各種の調査を行うとともに、バイオデバイスについては一部デザイン及び試作を行った。開発した FIB 装置やスループットの高い成型装置についてはナノテク展等において公表し、大きな注目を集めた。

【分 野 名】 ナノテク材料製造

【キーワード】 LIGA、ディープ X 線露光、ロール成型

【研究 題目】 業務システムにおけるネットワーク、データベース技術に関する研究

【研究代表者】 和泉 憲明

【研究担当者】 和泉 憲明、橋田 浩一

【研究 内容】

研究内容：

行政における IT 基盤の整備が進まないことの要因のひとつとして、個別業務が連係できないことにより全体最適がなされず、結果として、IT が業務の効率化につながらない、ということがあげられる。これに対して、産総研の分野戦略予算のプロジェクト「産総研における知的情報基盤の構築に関する研究」では、研究課題であるオントロジーと形式的仕様記述の観点から、産総研のイントラを将来的なゴールとして、コンテンツの相互運用に基づく電子行政システムなどのあるべき姿を産総研の研究成果として発信している。本テーマでは、横浜市からの要請に応じ、行政の全体最適化を究極の目標とし、電子自治体における情報の効率的な管理と有効利用についてあるべき姿を検討する。具体的には、実際の業務である横浜市役所における薬局などの台帳管理業務システム（業務システム）を対象とし、(1) 業務システムの構

築に関わるコンサルティング、(2) 業務システムのネットワーク・データベース基礎的技術の研究、(3) 業務システム稼働の実証実験、を行った。特に、固有のプラットフォーム非依存の観点から、Java によりアプリケーションサーバをフル実装し、これに、(1) 業務ワークフロースクリプトエンジンサーバ、(2) WEB アプリケーションサーバ、などのモジュールを管理する機能を実現した。これにより、市庁舎と区役所にて分散している業務拠点を、Web アプリケーション（シンクライアント）が相互運用することにより連携させることが可能となった。以上の機能を実業務にて実証実験を行い、実業務に適用可能であることを確認するとともに、業務における利便性の確保に関する留意点などを確認することができた。

【分 野 名】 情報通信

【キーワード】 電子政府・電子行政、業務システム、Web アプリケーション

【研究 題目】 配位重合用フロー系マイクロミキサーの開発

【研究代表者】 宮沢 哲（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 宮沢 哲、坂倉 俊康

【研究 内容】

本研究ではブタジエン重合における触媒活性化→重合開始→ポリマー生長→重合停止の工程を一貫して行うマイクロミキサー、マイクロチューブリアクターからなるマイクロフローシステムを構築することに成功した。このマイクロフローシステムを用いたブタジエン重合は従来困難であった室温でのリビング重合を可能とし単分散ポリブタジエンが得られることを明らかにした。さらに得られるポリブタジエンの構造は使用されるメタロセン化合物（触媒前駆体）を選択することにより99%程度のシス構造に制御することができる。今後マイクロフローシステムが触媒のスクリーニング、モノマーのスクリーニング等のハイスループットな研究開発を行うための有効なツールとして期待される。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 マイクロミキサー、ポリブタジエン

【研究 題目】 ミクロ空間化学反応・現象の解明に関する研究開発

【研究代表者】 前田 英明

【研究担当者】 前田 英明、中村 浩之、井上 耕三、山口 佳子

【研究 内容】

本プロジェクトでは、大別して2つの課題、①酵素反応促進効果の解明に関する研究、②ミクロ空間を利用した超精密化学反応制御技術の確立に取り組んだ。

①においては、酵素反応の効率化に寄与する因子を解明するために、酵素反応挙動の3次元マッピングを行う

ことを目的とし、共焦点化した顕微ラマン分光分析装置によるマイクロ流路内反応挙動観察のための手法の確立を行った。分析の感度を上げるために、シリコンガラス製のマイクロリアクターを作製する技術の確立を行い、それを用いてマイクロリアクター内に形成させた酵素溶液2層流の挙動を、水平方向に30 $\mu$ m、深さ方向に20 $\mu$ mの分解能にて3次元的に可視化することが可能となった。これに加え、アスペクト比の異なるマイクロリアクターをアクリルにて作製し、流路断面形状が酵素反応挙動に及ぼす影響を調べた。その結果、流速が速い時にバッチと比較して高い反応収率を上げることが明らかとなった。また、反応のための界面積が増加することによる反応速度の増分はそれ程大きくないことが明らかとなった。層流流体中における酵素反応挙動の様態をさらに詳細に調べる必要があることが示唆された。

②については、ナノ粒子合成プロセスの開発と超高比表面積型触媒反応装置の開発を行った。前者については低毒性蛍光ナノ粒子として、CuInS<sub>2</sub>系ナノ粒子の開発を行った。その結果、粒子径3-5nm程度のZnS添加CuInS<sub>2</sub>ナノ粒子が得られ、合成条件を制御し、粒子径および組成を制御することにより、傾向波長を600-800nmの範囲で制御することができた。後者については、本年度は生体反応触媒である酵素を扱い、リアクター中での酵素反応をさらに加速させるために、サブミクロンオーダー、流路上に粒径100nm程度のシリカ微粒子を自己集積させ、さらにその上にリパーゼを担持させ、超高比表面積型酵素反応を行った。その結果、リパーゼによるウンベリフェロンアセテートの加水分解速度が約1.5倍向上した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 酵素反応促進効果、酵素固定化、ナノ粒子合成、マイクロリアクター

【研究題目】 ワカサギ越夏にかかわる水質環境について

【研究代表者】 山室 真澄

【研究担当者】 山室 真澄

【研究内容】

2年間に渡りワカサギの漁獲状況と水温を調査することにより、ワカサギ越夏の実態と対策を検討することを目的として研究を行った。その結果、以下の2点が明らかになった。

- ① 宍道湖で孵化したワカサギは、大量斃死が起きる高水温にならなくても、夏季には成長が止まり、個体数が大きく減少した。
- ② 同等な産卵期の保護を行った2003年と2004年では、2004年のほうが夏季の水温が高かったにもかかわらず、冬季の漁獲量が多いようである。

これらの事実は、産卵期の保護が最も重要であることを示している。宍道湖で産卵孵化が行われ多数の幼魚が

生育すれば、夏季の損耗があったとしても、残存個体群が漁獲される。また、2003年と2004年の保護により、2004年の夏季は多少暑かったが、資源量は増加傾向にある。2005年も同等な産卵期の保護を行えば、高水温による大量斃死が起きないならば、2005年冬季の漁獲は増えると考えられる。従って、ワカサギ漁獲の復活を図るならば、宍道湖産ワカサギの資源量の回復を目的とし、今後、産卵期の保護を徹底すべきである。復活するまでは、ワカサギの個体数や夏季水温の追跡調査も必要かも知れない。

【分野名】 環境

【キーワード】 ワカサギ、夏季、高水温

【研究題目】 潜頭性熱水鉱床を対象とした比抵抗探査技術の研究

【研究代表者】 高倉 伸一

【研究担当者】 高倉 伸一

【研究内容】

最近の金属鉱床探査では、地形が険しい山岳地域や地下が高温である地熱地域において、潜頭性熱水鉱床を対象とすることが増えている。そのため、このような難しい条件下で鉱床を高精度かつ効率的に把握する比抵抗調査の技術が必要とされている。本研究では、山岳地に適用する精密な比抵抗調査法や、高温状態にある地下構造の解釈法の開発を目的とする。平成16年度は我が国の代表的な潜頭性熱水鉱床である鹿児島県菱刈鉱山をフィールドとし、菱刈鉱山の鉱石やその母岩の電気物性を解明するための準備として、菱刈鉱山の本坑および山田坑において、岩石サンプリングを実施した。円柱試料を作成し、サンプルホルダーに装着し、恒温槽に入れて、高温下での複素比抵抗測定を試みた。また、菱刈鉱山周辺でのAMT法電磁探査を実施するための準備として、鉱体を想定した数値シミュレーションによって、AMT法の測定デザインを検討した。対象とするモデルの形状によってTMモードが有利な場合とTEモードが有利な場合があるが、多くのモデルで両方のモードを使用することが効果的であることが明らかになった。そして菱刈鉱山敷地内でAMT法測定を行った。その結果、心配された送電線（九州幹線、鹿児島幹線、南宮崎幹線）からのノイズの影響や、えびの市にあるVLF送信局からのノイズの影響は小さく、当該地域でのAMT法測定が可能であることが確認できた。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 電磁探査、複素比抵抗測定、熱水鉱床

【研究題目】 高炉スラグを利用した海砂代替人工砂（エコサンド）製造技術の開発

【中項目】 アマモ着生砂としての評価

【研究代表者】 谷本 照己

【研究担当者】 谷本 照己、星加 章

〔研究内容〕

海砂に替わる新たな人工アマモ場基盤材として高炉スラグの適応性を評価するため、広島県安浦町の三津口湾に高炉スラグを主体基盤とする人工アマモ場を施工し、人工基盤に移植されたアマモの生育と基盤性状をモニタリングした。試験区における季節毎のアマモの株数、葉長、葉上付着物等のモニタリングを実施し、各試験区におけるアマモ生育特性の違いとその変化過程を明らかにした。また、試験基盤の粒度組成、pH、有機物含量、間隙水中の栄養塩および底生生物等に関わるモニタリングを実施し、各試験区基盤における物理・化学的特性の違いとその変化過程を明らかにした。これら各種モニタリング結果を総合的に解析した結果、高炉スラグがアマモ着生砂として適用できると考えられた。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕アマモ場造成、浅場造成、高炉スラグ、基盤材料

－民間企業受託－

〔研究題目〕再生可能原料からの環境調和型高分子材料の研究開発及び生産に係わる技術者の育成

〔研究代表者〕国岡 正雄（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕国岡 正雄、船橋 正弘

〔研究内容〕

再生可能原料からの環境調和型高分子材料の研究開発の人材育成に関わる発酵生産、製品加工、環境評価のスキルスタンダードの作成とその指導方法の開発

概要：バイオ人材育成事業「再生可能原料からの環境調和型高分子材料の研究開発及び生産に係わる技術者の育成」において、発酵生産、製品加工、環境評価の領域において、人材育成の対象となる技術者にどのような技術（スキルスタンダード）が必要であるか明確にした。その技術の習得のための、カリキュラムを作成し、その一部分を講義等により実証した。上記の技術要素を明らかにするために、学会、企業、団体等に調査を行った。その技術要素を習得するための手法、時間を詳細に検討した。技術要素の一覧を総合的、系統的に概観し、より効率的に技術要素を習得するためのカリキュラムを作成した。そのカリキュラムは、業種別、技術者のグレード別にどのような方法が最適であるか検討した。上記技術要素における研究開発等における機器等の操作段階の整理のための実験等や、実習項目の検討のための最適実験の再現等に関して、実験、実習方法等の開発を行った。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕生分解評価、バイオマス、環境評価、人材育成

〔研究題目〕深海底原位置測定システムに関する調査研究

〔研究代表者〕山崎 哲生（海洋資源環境研究部門海底系資源・環境研究グループ）

〔研究担当者〕山崎 哲生

〔研究内容〕

深海底の堆積物の土質特性についてレビューを行うとともに、その原位置測定システムについて概念検討を実施し、「Geotechnical Properties of Deep-sea Sediments in the Pacific Manganese Nodule Belt and the In-situ Measurements」というプレゼンテーションと技術論文にまとめた。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕深海底、原位置、測定システム、堆積物、土質、特性

〔研究題目〕金属材料による微小電子機械（MEMS）の一体成形技術に関する研究

〔研究代表者〕中野 禅（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕小木曾 久人

〔研究内容〕

各種分析機器装置や電子機器等は環境対策や高度化の観点から、マイクロ化が促進されている。しかしながら、今までの技術はシリコン等のリソグラフィを用いているが、クリーンルームや大型の生産設備が必要で普及が難しい。さらにシリコン加工では材料的な制約も大きく、利用が期待されている医療・環境分野への対応としては不十分である。そこで、本研究開発では、耐薬品性や生体適合性の高い金属材料を使った製品を作製でき、かつ中小企業等でも製造が可能な技術を開発するため、金型を使ったプレス加工を適用する。また、金型内での自動組立機能を有する一体成形加工システムを研究開発する。産総研においては、金型部品の微細化に伴う、形状作製また、耐久性向上のための表面処理技術について開発している。今までにイオンビームにより超硬金型部品表面の粗さを低減でき、微細な形状を加工可能であることを示し、最終的な耐久性向上実験を推進中である。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕MEMS、マイクロマシン、金型加工、一体成形、イオンビーム、表面処理

3) その他の収入

－科学技術研究費補助金－

〔研究題目〕電子線を用いた単粒子構造解析法の研究

〔研究代表者〕佐藤 主税

〔研究担当者〕佐藤 主税、川田 正晃、柳原 真佐子、阿部 幸絵

〔研究内容〕

目 標：

ATP は生体内の主たるエネルギー源であるが、痛みを感じる際の細胞間情報伝達物質としても用いられている。その受容体である P2X2 の構造を解明し、痛覚異

常等の遺伝病解明、臨床薬開発に貢献する。

研究計画：

P2X および P2Y は、痛みを受ける皮膚から中枢神経系までの経路に豊富に存在していて、その遺伝子群は十数種類にもおよび、super family を形成している。その中の P2X はそれ自体がイオンチャンネルであり、ATP との結合によって開くが、構造は未だに解明されていない。P2X2を電顕による可視化して、その3次元構造を決定する。

成果：

P2X2の負染色電顕像の2次元平均化による可視化に成功し、全体として花瓶の様な形の3量体であることを論文発表した。この3量体構造は、イオンチャンネルとして極めて新規である。本受容体種は我々の体内のほとんどの細胞に存在しており、その新たな機能の発見が期待されている。普通の接触が痛みを感じられる遺伝病や、通常の暖かさを暑さと感じてしまう遺伝病等、様々の遺伝病の原因遺伝子としてこの種類のチャンネルが同定されており、分解能を高めることで、関連疾患の治療に貢献できる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、P2X2、イオンチャンネル

【研究題目】 創薬標的蛋白質を特定するための、病原菌およびヒトの代謝比較研究調査

【研究代表者】 鈴木 理

【研究担当者】 小池 英明、岡本 治正、牧野 耕三<sup>1</sup>、荒牧 弘範<sup>2</sup>、河本 健<sup>3</sup>

※1.防衛大学、2.第一薬科大学、  
3. 広島大学

【研究内容】

異なる分野を専門とする6名が協力する事により、病原菌に対処する革新的な創薬技術の確立、さらには、細菌間の共通性と差異に基づき、細菌種ごとに対処するカスタム創薬技術の開発を目指して、特定領域を提案するためのフーズビリティスタディを行う事を目的とした。

病原菌を対象とする創薬を目標とする観点から、ゲノム配列をもとに病原菌とその宿主であるヒトを比較し、病原菌に特異的な代謝調節機構を特定し、その代謝パスウェイを調節する蛋白質分子を標的として薬剤を開発する技術を確立する事が急務である。こういった調節蛋白質分子の多くは、代謝中間産物をはじめとする低分子性リガンドと相互作用し、これに関与する部位は、薬剤の設計、探索のための絶好の標的となる。

また、ヒトの共生菌である大腸菌と、病原菌との代謝調節機構の共通性と差異を明らかにして、標的蛋白質、さらには標的部位を適切に選択し、開発される薬剤が大腸菌と作用するリスクを軽減する必要がある。

以上の研究目的に沿って、平成16年9月27日から9月29日にかけて、産業技術総合研究所第6-10棟において、研究集会「転写と代謝」を企画、開催した。18名の講演者さらには5名の討論参加者を含めた活発な議論を通して、病原菌、大腸菌、さらにはヒトをはじめとする高等動物の代謝を研究するための、各分野に散在する研究者を結ぶ協力体制が構築された。将来の特定研究における分担研究候補者が決まるとともに、提案内容に関する意見交換を集中的に行った。

研究集会の開催準備と総括のために、分担者が集まるための国内旅費を使用した以外に、海外（英国、ドイツ）で関連分野の研究動向の調査を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 転写、代謝、創薬、ゲノム、比較ゲノム学、構造生物学

【研究題目】 非侵襲的脳機能画像法からみた顔と人名の連合学習機構に関する認知神経科学的研究

【研究代表者】 月浦 崇

【研究担当者】 月浦 崇

【研究内容】

顔と名前の連合に関する記憶は、我々の日常生活の中で最も大切な記憶機能の一つであり、また加齢とともに顕著な機能低下が認められる記憶としても知られている。しかし、その脳内基盤については十分に明らかにされては来なかった。そこで本研究では、平成15年～17年の計画で科学研究費補助金によるサポートを受け、顔と人名の連合記憶に関する神経基盤を機能的磁気共鳴画像法（以下 fMRI 法）によって検証した。

前年度までの研究から、①左側頭葉先端部が顔から人名を想起する際に重要な役割を果たす、ことが発見された。また、他の先行研究は②右側頭葉先端部は人名から顔を想起（再認）する際に重要である、ことも示されている。そこで本年度はそれらの左右の側頭葉先端部は顔と人名の連合を想起する際にどのような役割を担っているのかを fMRI 法を用いて検証した。その結果、①左側頭葉先端部は顔から人名を想起する際に、人物の意味情報（「どのような職業の人か」など）を媒介するプロセスを担っていること、②右側頭葉先端部は、人名から顔を想起する際に、人物の意味情報を媒介する機能を有していること、③それらの側頭葉先端部の活動は、顔と人名の連合学習が進むにつれて低下していくこと、が発見された。このような側頭葉先端部の活動変化のパターンは、顔から人名を思い出す際に、まだ学習して間もない人物の場合には人物の意味情報を介して人名を思い出す必要があるが、学習が進むにつれて人物の意味情報を介すことなく人名を思い出せるようになることを示唆している。この研究成果は、国際誌（Neuroimage、30、

617-626、2006) に発表された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 fMRI、記憶、顔、人名、側頭葉

【研究題目】 リハビリテーションによる脳機能回復にともなう神経回路再構成プロセスの解明

【研究代表者】 肥後 範行

【研究担当者】 村田 弓 (連携大学院学生)

【研究内容】

生物には、部分的な欠損を自ら修復することができる柔軟性がある。脳卒中や脳挫傷などで脳に損傷を受けた患者も、リハビリテーションを行うことにより失われた脳機能の回復を示す。脳機能が回復していく過程で、損傷により失われた領域の機能を代償するための、神経回路の再構成が起こっていると考えられる。この神経回路の再構成プロセスを解明することは、高等動物が部分的な欠損を自ら修復する機構を理解するために不可欠であるのみならず、脳の機能回復を促進する新薬やその効果的な投与法を開発するためにも重要である。そこで、マカクザルを用いた脳損傷後の運動機能回復を調べるための実験系を用いて、以下の研究を行った。まず、成熟脳において恒常的な変化が起きている神経回路を調べるために、シナプスの形態変化に関わる分子の発現を調べた。特に今年度は、シナプス後細胞の形態変化に関わる分子である *neurogranin* の、ベースラインの発現を調べた (Higo et al., 2004)。前年度に調べた、シナプス前細胞の変化に関わる分子の変化とあわせて考えると、成熟脳においては海馬のアンモン角から海馬台にいたる投射や、大脳新皮質連合野に起始するフィードバック結合などの限られた神経回路では恒常的な神経回路変化が起きている可能性が示唆された。さらに脳損傷後の運動機能回復に伴う神経回路変化を明らかにするために、脳損傷後に精密把握の回復が見られた直後のマカクザルの脳においてシナプスの形態変化に関わる分子の発現を調べた。その結果、損傷された第一次運動野ではなく、離れた領域に置いて分子発現の亢進が見られた。これが第一次運動野損傷後の精密把握回復の構造的基盤となっている可能性が考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳損傷、霊長類、病態モデル、機能回復、神経可塑性

【研究題目】 嗜好の順位付け応答に基づく協調フィルタリング

【研究代表者】 神嵐 敏弘

【研究内容】

本研究は、利用者が探していると予測されるような情報、商品、対象などを見つけ出すために利用する推薦システムの研究を行う。特に、「ロコミ」の原理で推薦をする協調フィルタリング手法に、従来利用されていた

SD法に代えて、順位法を用いた手法を扱う。

本年度は実験計画に従い以下の2点について研究を行った：

(1) 順序応答に基づく協調フィルタリングにおいて、利用者一人につき複数の順序応答を利用できる手法の検証実験を行うためのデータを収集した。

新聞記事を題材にし、利用者に関心を持っているものから順に整列するよう依頼したデータを、Web調査会社を利用し、数千人の被験者からそれぞれ三つの異なる記事集合に対する順序応答を収集した。

(2) 従来の一人につき一つの順序応答を得る基本手法の改善

順序応答を用いた協調フィルタリングは、順序応答の長さが長い場合はSD法に対して優位であったが、短い場合は同等程度であった。そこで、応答順序が短い場合での精度向上のため、欠損対象の順位を補完する手法を開発した。これにより、短い順序でも精度の高い推薦が可能となることを実験的に示した。また、順序応答を利用した推薦対象の特徴に基づく推薦の基礎技術である教師あり順位づけ問題についても改良を行った。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 推薦システム、協調フィルタリング、順位法

【研究題目】 単離脳標本を用いた扁桃体-海馬システム間の相互作用に関する生理学及び解剖学的研究

【研究代表者】 梶原 利一

【研究内容】

嗅覚情報の脳内伝達経路には、嗅球-梨状皮質-嗅内皮質を介して海馬へ入力する経路(海馬系)と、嗅球-梨状皮質-扁桃体周囲皮質を介して扁桃核へ入力する経路(扁桃体系)があり、前者では「認識」、後者では「情動」に関する情報処理がなされる。これら二経路を結びつける神経回路を明らかにする為、*in vitro* 単離脳標本における神経活動イメージングを行った。

嗅球の電気刺激により二つの経路が実際に活性化される事を確認し、更にその過程で、嗅内皮質で惹起された神経活動が海馬のみならず扁桃体周囲皮質へも伝達している可能性が示唆された。さらに以下の実験により、扁桃体周囲皮質が嗅内皮質と機能的にリンクしている可能性を検証した。(1) 梨状皮質外側部の破壊によって、嗅内皮質における神経活動が阻害され、その結果として嗅内皮質から扁桃体周囲皮質への神経活動伝播が消失した。この時、梨状皮質-扁桃体周囲皮質間の神経活動伝播パターンに影響は無かった。又、梨状皮質内側部の破壊実験では、これと相反する結果を示した。(2) 扁桃体周囲皮質の単一細胞内記録を行い、外側嗅索の電気刺激により惹起されるシナプス電位を解析した結果、多くの細胞

のシナプス後電位は二峰性を示す事が判った。細胞外記録結果、イメージング結果とも良く対応する事から、潜時の早いピークは嗅内皮質から、後発のピークは扁桃体周囲皮質からの神経支配に起因するものである事が推測された。

これらの結果は、扁桃体周囲皮質が、梨状皮質からの嗅覚情報入力を受けると共に、嗅内皮質を介した高次の嗅覚情報も受け取り、統合している可能性を示唆している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経回路、イメージング、膜電位感受性色素

【研究題目】 電子顕微鏡画像からの単粒子構造解析法による自動蛋白質3次元構造解析システムの開発

【研究代表者】 小椋 俊彦

【研究内容】

目標：

単粒子構造解析は、電子顕微鏡で撮影された蛋白質粒子の画像から3次元構造を解析する手法である。この方法では、画像内の多数の蛋白質粒子を認識し拾い上げ、同じ角度毎に加算平均することでノイズを低下させる必要がある。この平均画像から3次元構造を求めていく。本研究では、これらの自動化と蛋白質の構造解析を目標とする。

研究計画：

粒子画像の認識方法として、三相階層型 Neural Network による画像学習を用いる方法と Simulated Annealing による粒子認識方法をそれぞれ開発してきた。これらの方法を併用することで、10万枚規模の画像拾い上げを自動的に行うことができ、数十万枚規模の解析を可能とした。これらの手法を元に蛋白質の3次元構造の解析を進める。

成果：

本年度は、これらの新規に開発したアルゴリズムを用いて、これまで構造が未知の膜蛋白質の解析を進めてきた。TRPC3チャンネルは、Ca<sup>2+</sup>イオンを透過する膜蛋白質である。我々は、本チャンネルを negative-stain 法により可視化し、透過型電子顕微鏡を用いて画像データを収集した。この画像に対して、Neural Network による方法と Simulated Annealing による粒子認識方法を適用し、多数の蛋白質画像を短期間にかつ高精度に拾い上げた。さらに、画像の分類方法においても、我々が開発した Growing-Neural-Gas Network 法を用いることで、従来法に比較して極めて高精度な画像分類を行った。これにより、本蛋白質の基本構造を明らかにすることができ、また、こうした手法の高速化を達成するため、アルゴリズムのマルチスレッド化を進めており、これにより最新の Multi-CPU やクラスター PC 上での解析期間の短

縮が期待できる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 単粒子構造解析、画像処理、アルゴリズム、3次元構造解析

【研究題目】 場所細胞による移動ロボットのナビゲーションの研究

【研究代表者】 田中 敏雄

【研究担当者】 西田 健次、栗田 多喜夫

【研究内容】

場所細胞は、ラットがある特定の場所に来たときに選択的に反応する神経細胞である。場所細胞は、環境の見えの情報、音などの情報から自分の位置をコードしていると考えられている。また、暗闇でも場所細胞の活動が見られることから、自分の動きに基づく位置情報もコードしていると考えられている。本研究では、このようなラットの場所細胞の機能を工学的に実現し、自律移動ロボットのナビゲーションの可能性を検討する。生物の柔軟な情報処理機能をロボットに適用することにより、従来のロボットでは困難であったロボストで柔軟な自律移動ロボットが開発できる可能性がある。本研究では、まずロボットの見えの情報と位置の情報を用いて場所細胞の位置マップを形成する。次に、ロボットの見えの情報から自分の位置を同定するアルゴリズムを開発する。そして場所細胞の位置マップを用いて自律移動ロボットのナビゲーションの可能性を検討する。前年度の研究において、ロボットの見えの情報と位置の情報を用いてニューラルガスにより、場所細胞の位置マップを形成し、わずかな誤差（平均誤差3.8cm）でロボットの見えの情報から位置情報に変換できることが分かった。本年度は、この位置マップを用いて場所細胞間に経路を設定し、この経路に沿ってロボットを移動させることにより、移動誤差があってもゴールへ到達できるナビゲーションの方法を提案した。そしてロボットの見えの情報のみを用いて移動ロボットのナビゲーションを行い、計算機シミュレーションにより移動誤差があってもゴールへ到達できることを示した。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 場所細胞、移動ロボット、自己組織化マップ、ニューラルガス

【研究題目】 日本手話発話中の話者の顔表情に表れる言語情報の画像認識とその手話認識への応用

【研究代表者】 安本 勝哉

【研究担当者】 安本 勝哉

【研究内容】

試作したプロンプター状装置を用いて自然な手話会話映像を取得し、その映像と市販の手話学習用ビデオとを対象に、顔領域と顔部品の検出追跡するために色情報、

動き情報に基づく、差分、オプティカルフローを用いる手法をさらに検討した。また、Web サイトの「手話認識研究ポータルサイト」により、手話認識、身振り認識に関する学会発表、誌上発表等の最新情報・研究動向を Web で発信し続け、名前の通り、ポータルたり得た。

【分野名】 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】 日本手話、非手指動作、手話会話認識補助、身振り認識

【研究題目】 作用記憶におけるチャンキングの脳活動に関する fMRI/EEG 研究

【研究代表者】 Steven Phillips

【研究担当者】 Steven Phillips

【研究内容】

この研究の目的は、関連情報の学習・記憶に関する脳活動の変化を見つけることである。先行研究では、後方後頭皮質の領野が関連情報の複雑度の違いに反応することがわかっている。このプロジェクトでは、関連情報の蓄積がどのように学習によって変化するかについて研究した。被験者に新規な形状の対の集合を学習してもらい、学習する前、学習中、学習の二週間後に、被験者の脳活動 fMRI 装置で計測した。この実験によって、学習と関係の複雑度との間に相互作用があることが明らかになった。複雑度の低い形状対を提示したときの脳活動に対する複雑度の高い形状対を提示したときの脳活動の増加は、新規な形状対を提示した場合よりも学習済みの形状対を提示した場合により大きくなった。被験者たちは、まるで学習前の複雑度の高い関係のように複雑度の低い関係に反応した (Phillips & Niki 2006)。専門的な知識は複雑な関係を効率的かつ効果的な処理に関連するので、後方後頭皮質の活動における変化は専門知識の発達を示唆すると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 頭頂葉、後頭葉、学習、関係

【研究題目】 分子病態の解明と治療を目的としたディスフェルリン結合タンパク質に関する研究

【研究代表者】 松田 知栄

【研究担当者】 松田 知栄

【研究内容】

ディスフェルリンは三好型および筋肢帯型筋ジストロフィー 2B 型の原因遺伝子産物として同定された。ディスフェルリンの欠損による筋ジストロフィーの分子病態を調べるため、患者骨格筋において2次的に発現の変動するタンパク質を免疫染色法にて検索した。その結果、患者骨格筋において細胞膜におけるアフィキシン ( $\beta$  パルビン) の発現が低下していることを見出した。正常骨格筋ではアフィキシンとディスフェルリンは細胞膜に局

在することから、アフィキシンはディスフェルリンの結合タンパク質であることが予想される。そこでディスフェルリンとアフィキシンを培養細胞に共発現させたところ、共沈されることが確認され、細胞内局在も一部が一致していた。さらに変異型ディスフェルリン、アフィキシンを用いて共沈実験を行い、それぞれの分子の相互作用部位を同定した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ディスフェルリン 筋ジストロフィー アフィキシン ( $\beta$  パルビン)

【研究題目】 ランダムウォークと幾何学に基づく学習・最適化に関する研究

【研究代表者】 西森 康則

【研究担当者】 赤穂 昭太郎 産業技術総合研究所  
脳神経情報研究部門 主任研究員

北澤 茂 順天堂大学 医学部 教授

【研究内容】

目標：

ランダムウォークと幾何学を利用した新しい学習 (識別、予測、クラスタリング) ・最適化手法の開発とその実データ (fMRI 等) への適用を目指す。

成果：

1. 教師無し学習問題で観測される信号は、高次元のユークリッド空間中のより低次元の部分多様体上にあると近似できることが多い。それに伴い、その信号から背後の確率分布を学習するための学習器にも、特別な幾何学的構造が導入される。例えば独立成分分析などの問題においては、それを解くニューラルネットのパラメータ空間はシュティーフェル多様体という等質空間の一種とみなせ、学習はその多様体上の最適化問題に帰着する。本研究ではリーマン幾何学を用いたシュティーフェル多様体上の反復的最適化法を提案した。最適化は多様体上の測地線に近接した曲線に沿って行われる。本手法はシュティーフェル多様体以外にも、教師無し学習の問題に現れる様々な等質多様体上の最適化に適用可能である。
2. サンプルが多様体上の点である場合には従来の主成分分析がそのままの形では適用できない。本論文では各サンプルが指数型分布族に属する確率分布である場合に、指数型分布族のなす情報幾何的構造を考慮した新しい主成分分析の手法を提案した。旧来の主成分分析ではサンプルの情報をもっともよく反映する部分空間を探索するのに対し、本手法は  $e$  平坦あるいは  $m$  平坦な部分多様体を求める。多様体とサンプル間の距離はそれぞれ  $m$  射影、 $e$  射影によって測り、その距離が陽に求められない場合には反復的に計算するアルゴリズムを提案した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 最適化、独立成分分析、主成分分析、情

報幾何

〔研究題目〕極地のコケに生息する低温生育性微生物の生物資源としての評価

〔研究代表者〕湯本 勲

〔研究担当者〕大阪府立大学・大学院生命環境科学研究科・講師・東條 元昭、大阪府立大学・大学院生命環境科学研究科・講師・阪本龍司、大阪府立大学・大学院理学系研究科・助手

〔研究内容〕

北極域のコケから分離された数種の土壤糸状菌について同定を行い、酵素産生能を調べた。まず、スバルバル諸島スピッツベルゲン島のコケから分離された *Trichoderma* 属菌を、培養形態と rDNA ITS 領域の塩基配列から *T. polysporum* と同定した。一般に、*Trichoderma* 属菌は、植物遺体の分解菌として知られており、そのいくつかの種は、様々な分解酵素を産生することが知られている。そこで北極分離株である本株の酵素産生能を調べた。本菌をビート抽出液培地で培養し、その培養液中の上澄を用いて7種類の多糖類に対する酵素活性を調査した。その結果、本菌はキシラナーゼとポリガラクトクロナーゼを産生することが明らかとなった。また、キシラナーゼについてはさらに温度別活性調査を行ったところ、0℃での活性が至適温度での活性の20%に達した。このことは、低温でのキシラナーゼ活性が高いことを示しており、本株が低温酵素を産生している可能性が示された。*T. polysporum* は温帯にも生息する。そのため、今後、温帯産の同種との比較実験を行い、北極産の株の特性を明らかにする予定である。次に、グリーンランドの東沿岸部で採取されたコケから *Pythium* 属菌47株を分離し、上述と同様の方法で同定し、酵素産生能を調べた。その結果、グリーンランドの *Pythium* 属菌は新種の2種に類別された。キシラナーゼなどの産生は認められなかった。さらに、スピッツベルゲン島のコケ群落の中にコケとともに自生するムカゴトラノオで黒穂病菌の激しい発病が見られたため、その同定と、生態系に及ぼす影響についての考察を行った。

〔分野名〕資源保全学

〔キーワード〕極地、低温性微生物、植物病原菌、酵素産生能、*Trichoderma* 属菌

〔研究題目〕半導体・金属グラニューラー構造の非線形磁気伝導現象の解明とデバイス応用

〔研究代表者〕秋永 広幸

〔研究担当者〕秋永 広幸

〔研究内容〕

本研究代表者は、2000年に半導体・金属ハイブリッドグラニューラー構造において、室温、大気中の条件でも、数千%に及ぶ大きな磁気抵抗効果が観測されることを発

見し、その現象を磁気抵抗スイッチ効果と名付けた。その後の研究によって、磁気抵抗効果の大きさは百万%を超える値にまで達成した。現在のところ、室温における磁気抵抗効果の大きさとしては最大の値である。磁気抵抗スイッチ効果は、その非線形な電流—電圧特性が、磁場によって線形性を取り戻す効果であると見なすことが出来る。本研究テーマでは、この効果の物理的起源を明らかにすることを第1目標としている。一方、磁気抵抗効果の応用例としては、磁場センサーや磁場による電流スイッチが考えられ、その効果の適用範囲は広く、特にストレージ産業へ与えるインパクトが大きい。その応用を図るためには、大きな磁気抵抗効果を示すことはもちろんのこと、より低磁場においてより大きな磁気抵抗変化を示す、つまり磁場感度を向上することが必要となる。また、デバイス応用を考えた場合には、効果の再現性が良く、環境に対する耐性にも優れていなければならない。そこで本研究テーマでは、現象理解に基づいた磁気抵抗スイッチ効果のモデル化を行うことにより、これらデバイス応用への条件を満足する道筋を示すことを第2目標としている。平成16年度は、空間分解エレクトロルミネッセンス法により、このスイッチ効果現象が発生している箇所を決定することに成功した。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕ナノスピエレレクトロニクス、非線形磁気輸送現象

〔研究題目〕情報幾何に基づく確率伝搬法の解析

〔研究代表者〕本村 陽一

〔研究担当者〕本村 陽一

〔研究内容〕

確率伝搬法は人工知能の分野で研究され、最近不完全な観測のもとでの故障診断や意思決定、ユーザの意図の推定などにも応用されているベイジアンネットの確率推論を実行する重要な計算手法である。確率伝搬法は、ベイジアンネットワークのグラフ表現におけるトポロジーによってその振舞いが異なり、グラフとして表現した際に木となる場合には詳細な理論的な解析が行われ、その計算量も効率が良いことがわかっているが、グラフがループを含む場合には十分な理論的結果や性能評価がなされていなかった。最近、統計数理研究所の池田助教授らによって情報幾何学を用い数理的な構造を解明することで、確率伝搬法の数理的枠組みの理論的な解明が試みられている。本研究ではこの理論的理解に基づいて、具体的な確率伝搬アルゴリズムを、ベイジアンネットにおける確率推論アルゴリズムとして実現し、性能を実験的に評価するためのプログラムを実装した。さらに、ノード数が20~300までのベイジアンネットを自動的に生成しそれらに対する各種の確率推論アルゴリズム(Junction tree アルゴリズム、システムチックサンプリングアルゴリズム、確率伝搬法の一つである LoopyBP アルゴリ

ズム)について実験評価を行い、その性質を調査した。

その結果、よく使われている Junction tree アルゴリズムではノード数が300以上では、512MB メモリの PC ではメモリ不足のために実行が不可能になること、ノード数が100の場合でも確率推論アルゴリズムの速度が10秒程度かかってしまう問題があることを明らかにした。またその代替的な近似アルゴリズムであるシステムチェックサンプリングでもノード数300では20秒以上かかっている。それに対し LoopyBP ではノード数300で4.7秒と非常に高速であることを明らかにした。また、LoopyBP アルゴリズムの収束性についても実験評価を行い、条件付確率のエントロピーが収束性に大きな影響を与える性質があることを明らかにした。この性質を使って、LoopyBP の収束性を改善する新しいアルゴリズムを考案し、特許出願を行った。また、効果的なアプリケーションとして成果を応用するためのアルゴリズムの利用技術を検討し、具体的な応用事例としてユーザの嗜好性や意図を推定するベイジアンネットのモデル化を行い、その上で確率伝搬法を実行することで嗜好性の計測を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】人工知能 確率モデル

【研究題目】生物時計による性選択の分子機構

【研究代表者】石田 直理雄

【研究担当者】花井 修次、西ノ首 いづみ、源 利文

【研究内容】

我々はショウジョウバエ *D.melanogaster* のメイトイングリズムが正常雌の CT12付近で抑制される事を報告してきた。ただし、TIM 変異株ではこの抑制が見られない。この交尾行動抑制に関する分子機構を明らかにする目的で本年度は cDNA マイクロアレイ解析 (アフィマトリックス社) を行った。CT12付近で抑制蛋白質が働いていることから約3時間前の CT9付近で mRNA の変動が見られる遺伝子を網羅的に探索するために、この時間帯で正常 CartorS♀で TIM 変異株♀より発現の多い遺伝子を選択した結果、ショウジョウバエ全遺伝子 13,800の内から2078個に絞られた。その後これら遺伝子群の内 CartorS♀で CartorS♂より発現の上昇しているものを選択すると約400個まで絞られた。(P<0.06) 驚くべき事にはこの中に24個の卵形成 (Oogenesis) 関連の遺伝子が含まれた。例えば Chorion protein 18, 16, 36, 19, Yolk protein 3, Vitelline membrane 32E 等である。この事からショウジョウバエ♀個体の中で卵形成が盛んに行われている日周時間帯では、交尾活動が抑制される事が推定された。この現象は、未成熟卵の受精による生命力の低い次世代嫡子の産生を抑制する分子機構としては重要なものである事が示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】体内時計遺伝子

【研究題目】有機強相関電子系の電解効果ドーピング

【研究代表者】長谷川 達生 (強相関電子技術研究センター)

【研究内容】

本研究では、電子間の強いクーロン相互作用により電荷ギャップを形成した有機モット絶縁体結晶を対象に、電界効果トランジスタ構造を用いた結晶界面へのキャリア注入 (電界効果ドーピング) と、得られる素子動作にもとづく強相関電子系の新しいデバイス物理の確立を目的とする。強い相互作用によって凍結したキャリア運動を電界効果ドーピングにより融解させ、電界相制御による巨大応答など、新規な電子現象を発現させることを目標とする。

本年度においては、(BEDT-TTF) (F2TCNQ) 以外のいくつかの有機モット絶縁体単結晶をチャンネルとする電界効果トランジスタ (FET) 構造を作製し、得られた素子において、通常のバンド絶縁体型半導体 FET では見られない、電子と正孔がともに素子動作に関与する両極性電界効果動作を低温で確認することに成功した。さらに、モット絶縁体 FET の両極性動作と、モット絶縁体が示す特徴的な非線形伝導現象との間の相関を主な手がかりとして、金属-モット絶縁体界面におけるキャリア輸送機構を詳細に調べ、両極性動作が生じる条件などを明らかにした。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】有機半導体、電界効果トランジスタ、モット絶縁体、電荷移動錯体

【研究題目】マルチスレッド Lisp の実時間 GC 機能の導入とヒューマノイド行動の実現

【研究代表者】西脇 光一

【研究担当者】西脇 光一、稲葉 雅幸 (東京大学大学院情報理工学系研究科)

【研究内容】

ロボットのプログラミング開発環境となるマルチスレッド Lisp における実時間応答性を高めるために不必要になったメモリ領域を回収するごみ集め処理 (GC) による中断時間をできるだけ短くするための実時間 GC 処理の導入を以下のような手順で行った。(1) マルチスレッド Lisp: EusLisp のソースツリーの整理。知能ロボット向け Lisp として産総研で開発されてきた Euslisp の処理系において、そのごみ集め処理部を実時間 GC 機能で置き換える形でソースプログラムの整理を行った。(2) 実時間 GC の実現。実時間 GC として京都大学湯浅教授らのもとで開発されたリターンバリア方式による実時間 GC 機能を Euslisp へ統合することを行った。(3) 実時間 OS 上への移植。EusLisp にリアルタイム OS のシステムコールを利用した実時間スレッド機構を実装すべく、リアルタイム OS である ART-Linux 上に Euslisp を実装した。(4) 実時間 Lisp 環境からヒューマ

ノイドロボットを動かすための制御ソフトウェアの構築。周期実行処理、および、センサからのイベントに対応する処理を、EusLisp のスレッドにより記述し、実時間 GC の性能評価を行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】知能ロボット、実時間 OS、実時間 GC

【研究題目】「ゲノムワイドな構造・機能分類による膜蛋白質の機能理解：G 蛋白質共役型受容体」

【研究代表者】諏訪 牧子

【研究担当者】諏訪 牧子、広川 貴次

【研究内容】

膜タンパク質をゲノムワイドに構造・機能分類する過程を通じ機能発現機構を理解することを目指している。そのためタンパク質共役型受容体（GPCR）を例にとり、物理化学的な記述子を用いて分類し、構造型総数を解明し、分類後の代表配列に対して、膜タンパク質に特化した立体構造モデリングを行う。以上の結果をリンクし総合データベースとして公開することを目的とする。

本研究の分類は GPCR が本来持つべき物理化学的特徴を考慮した点で独創的であり、これを基に機能未知の GPCR に関しても機能予測ができる可能性が高いと期待できる。本研究の前段階として、これまで膜貫通ヘリックス周囲の極性表面を考慮して立体構造を予測・分類できることを示してきた。また、GPCR の特徴を反映した遺伝子発見方法を開発し、ヒトを始めとして各生物種の GPCR を判別してきた。これら配列を物理化学的な記述子で表すことで機能との相関性を見出せた。これらを基に現時点で(1)ゲノム配列から GPCR に特化した遺伝子発見システムとデータベース。(2)配列情報からの、立体構造認識、分類法。(3)膜タンパク質に特化した立体構造予測が利用可能になっており、これら準備状況をベースに研究を進める。

平成16年度の研究成果・進捗状況は以下の通り。

- 1) 膜貫通ヘリックス部分の極性領域の擬似座標、ループ部分の長さや平均疎水性値、既知の低分子リガンド、ペプチド性リガンドの分子量、疎水性値、電荷、などの GPCR の各ドメインの物理化学的特性と、結合 G タンパク質の種類（Gi/o、Gq/11/12、Gs、Gt 等）との相関性を基にして、結合 G タンパク質を予測するプログラムを作成した。予測精度は85%以上になっている。これを用いてヒトの機能未知 GPCR、数百配列に対して機能予測を行った。
- 2) これまで開発済みの、GPCR 遺伝子予測自動化システムを用いて、223種の細菌と、7種の真核生物の GPCR 遺伝子を同定した。これらに対して、上記プログラムを用いて、機能分類及び予測を行った。また、これらの GPCR のゲノム上でのマップ情報も解析したところ、特にヒトゲノムの嗅覚・味覚受容体など感

覚器の受容体は、ゲノム配列上で、狭い領域に高密度に集積したクラスター領域を形成することが判り、ゲノム上の分布構造からも機能が予測できる可能性を示した。

- 3) クラス A ファミリーに属する GPCR に関して、比較モデリングで立体構造を予測し、結合リガンド構造を最適化する方法はすでに開発済みであるが、これをヒスタミン受容体や、嗅覚受容体に適用し、変異体実験による機能変化をよく説明できる結果を得た。この結果は、本特定研究で開発した立体構造モデリング、リガンドドッキング計算の妥当性を示している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ゲノム、G 蛋白質共役型受容体、構造分類、機能分類、網羅的解析

【研究題目】マイクロプラズマで合成したマイクロ反応場を用いたバイオセンシングプロセスの創製

【研究代表者】黒澤 茂

【研究担当者】黒澤 茂、愛澤 秀信、片岡 春樹

【研究内容】

本研究では、従来のプラズマ重合プロセスではその実現が難しい、大気圧下での重合膜堆積基板上の位置・大きさ・膜厚を制御した高分子薄膜の直接合成をマイクロプラズマ重合反応により目指す。

プラズマ発生トーチに熱電子の供給によりマイクロプラズマの安定発生を可能にした、TEMP プロセスを基盤とした、(1)大気圧低温マイクロプラズマの発生とそれを用いたマイクロプラズマ重合による高分子薄膜の合成、(2)マイクロプラズマ重合膜を基体とした構造の制御されたグラフト高分子の合成、(3)マイクロプラズマ重合膜を基体に合成したグラフト高分子を利用したマイクロ流路型表面プラズモン共鳴（SPR）バイオセンサーの開発を目指す。

本年度は、(1)に関して大気圧開放系での二重管方式のマイクロプラズマ重合装置を作製し、マイクロプラズマ重合膜の合成と重合膜の評価法について検討し、(2)に関しては原子移動ラジカル重合法（ATRP）により合成した高分子のマイクロ流路型 SPR センサーのマイクロ空間内での利用、(3)に関してはマイクロ流路型 SPR 式バイオセンサーチップの作製法の検討を行った。

大気圧開放系でのマイクロプラズマ重合では、単管式マイクロプラズマトーチの作製を行い、プラズマガス温度の比較的低温なマイクロプラズマトーチの作製条件を明らかにした。大気圧開放系での二重管マイクロプラズマトーチを用いマイクロプラズマ重合を行い、マイクロプラズマ重合スチレン膜とマイクロプラズマ重合プロパルギルアルコール膜を得た。しかし、マイクロプラズマ重合膜の溶解性や酸化に問題があり、マイクロプラズマ重合用に適したトーチ改良でマイクロプラズマ重合膜の

耐溶媒性の向上と共に酸化反応を生じない改良が必要である。マイクロ流路型 SPR センサーチップ上にグラフト高分子を合成し、pH 変化に対する SPR 応答を検討した。マイクロ流路型 SPR 式免疫センサー用のチップ設計と作製、性能評価を行い免疫反応の測定に適切な構造を見出した。用途に合わせたマイクロプラズマ重合膜を合成するトーチを作製し、マイクロプラズマ重合膜を基体とする ATRP 反応とそれを用いた高性能マイクロ流路型 SPR 式免疫センサーの研究を H17年度に継続検討を行う。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロプラズマ、マイクロプラズマ重合膜、ラズモン共鳴 (SPR) 法、pH 応答

【研究題目】蛋白質フォールディングにおけるフォールディング・エレメントの役割

【研究代表者】新井 宗仁

【研究担当者】新井 宗仁、巖倉 正寛

【研究内容】

蛋白質のフォールディング・エレメント (FE) とは、「主鎖の連結が天然構造の形成に必須な部位」であり、蛋白質の foldability の決定因子を解明する上での重要な手がかりになると期待されている。これまでの研究から、FE がフォールディング反応初期に相互作用して集合していることが示唆されており、蛋白質が foldable になるかどうかを区別する鍵が、フォールディング反応初期の FE 間の相互作用様式の中に隠されていると考えられる。そこで本研究では、蛋白質フォールディングに伴う FE 間相互作用の形成過程を測定することにより、蛋白質の foldability を決定する上で重要な配列と相互作用を解明することを目的とする。具体的には、FE 上の様々な部位に1アミノ酸置換を導入した変異体を多数作成し、CD スペクトルと安定性の測定、及びストップフローCD と蛍光法によるフォールディング反応の測定を行う。得られた速度定数や CD 値を野生型のものと比較することにより、フォールディング中間体や遷移状態における変異部位周辺の構造形成度についての知見を得る。これにより、どの FE が、フォールディング反応のどの段階で相互作用するのかが明らかになる。既に FE が同定されているジヒドロ葉酸還元酵素 (DHFR) をモデル蛋白質とする。その結果、フォールディング反応開始後10ms 以内に形成される中間体において、ループ・サブドメイン内にある FE が相互作用することが示唆された。また、次の段階ではアデノシン結合サブドメイン内の FE3周辺の相互作用が形成されること、および、その他の相互作用はさらに遅い過程で形成されることが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質、立体構造、フォールディング反応、変性、安定性

【研究題目】金属錯体ナノ空間に閉じ込めた金クラスターの触媒作用

【研究代表者】春田 正毅 (首都大学東京)

【研究担当者】春田 正毅

(環境化学技術研究部門) 坪田 年、伊達 正和、秋田 知樹、前田 泰、藤谷 忠博

【研究内容】

本研究は主に、金ナノ粒子を高分散で担持するために我々が開発した析出沈殿法によって、既成金属錯体への金クラスターの固定化を検討した。金属錯体は、京都大学より提供された CPL-2を用い、塩化金酸を金の出発物質とした。沈殿後の水溶液中への金成分の残留は確認されなかったことから、金の前駆体である水酸化金イオンは、錯体中の銅イオンと電気的に引き合うことによって、確実に析出が起きたことになる。錯体の分解よりも低い温度 (453K) で沈殿を焼成したところ、金が2nm以下の非常に小さな粒子として分散することが、電子顕微鏡によって確認された。これは従来の金-酸化物系では容易に起こる金の凝集が、金属錯体を用いることによって抑制されたことを示している。しかし金は錯体の外側にブドウの房状となって集合していたので、次年度以降は錯体内部へ確実に金を閉じ込めるべく、固定化方法をさらに検討する。

一方、金の触媒作用については、金をナノサイズにすることのみが重要で担体は物理的な担持を行っているにすぎないという説と、担体も化学的に重要な役割を果たしているという説がある。そこで今回の金属錯体を含む様々な担体に担持された金の、CO 酸化反応に対する活性を比較したところ、担体からの酸素の供給能力の順序に従うことが分かった ( $\text{TiO}_2$  (半導性酸化物) >  $\text{Al}_2\text{O}_3$  >  $\text{SiO}_2$  (絶縁性酸化物) > CPL-2 (非酸化物))。さらに担体酸化物の影響を受けにくい水素酸化反応に対しても、金属錯体に担持した金は活性を示さなかった。これらの知見は、金触媒の活性発現機構に関する議論において重要である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】金ナノ粒子、ナノ空間、触媒作用

【研究題目】配位空間場制御材料の創製とそのエネルギーデバイスへの応用展開

【研究代表者】蔭山 博之

【研究担当者】野村 勝裕

【研究内容】

我々は、これまでに金属酸化物材料などの導電性材料の導電特性を温度、酸素分圧及び水素分圧の関数として統一的に表示する「電荷担体マップ」の研究を進めてき

た。今年度は、ランタンスカンデート系ペロブスカイト型化合物 ( $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}$ )  $\text{ScO}_{3-\delta}$  の導電特性を詳細に検討し、その「電荷担体マップ」を作成した。具体的には、種々の酸素分圧、水蒸気分圧及び重水蒸気分圧下、300～1000℃の温度範囲で全導電率測定を実施し、導電を支配する各電荷担体（酸化イオン、水素イオン、及びホール）が等しい導電率を示す（＝等輸率）境界条件を、温度、酸素分圧及び水素分圧の関数として図示することを試みた。その結果、例えば600℃のカソード条件及びアノード条件ではいずれもプロトン伝導が支配的であり、このランタンスカンデート系ペロブスカイト型化合物系材料が中温域の燃料電池の電解質材料として使用可能なことが分かった。

一方、ランタンスカンデート系化合物 ( $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x$ )  $\text{ScO}_{3-\delta}$  ( $0 \leq x \leq 0.5$ ) 焼結体の様なセラミックス材料を燃料電池等の電解質材料として実用に供するためには、相対密度 (X 線密度に対する嵩密度) 95%以上の緻密焼結体が必要であるが、本材料は難焼結性材料であり、電気炉を用いた従来の作製法では、相対密度80%程度の焼結体しか得られていなかった。今年度、サブミクロン及びミクロンオーダーの粒子を混合して焼結することにより、相対密度95%以上の緻密焼結体を得ることを試みた。その結果、混合粉末を用いた場合、空气中、1600℃、10時間焼結により、相対密度98.2%の緻密焼結体を得ることができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオン導電体、ナノ材料、電気・電子材料、結晶構造解析、燃料電池

【研究題目】 多自由度アクチュエータ

【研究代表者】 矢野 智昭

【研究担当者】 矢野 智昭

【研究内容】

1台で複数方向の動きを実現する多自由度アクチュエータの研究開発が国内外を問わず活発に行われるようになってきた。産総研では1985年から様々なタイプの電磁型多自由度アクチュエータの研究を展開し、位置決め精度0.01度以下の精密位置決めの用途に使用する多自由度アクチュエータの試作に成功している。本研究では5年計画でロボットの関節駆動などに使用する高出力多自由度モータの実現を目標にしている。初年度に当たる平成16年度は多自由度アクチュエータの出力軸の正確な位置情報を得る目的で、精密位置決め多自由度アクチュエータを組み込んだレーザトラックを4台組み合わせた三次元座標測定装置を設計・試作する。また、電磁場解析ソフトウェアを使用して、産総研が以前試作した多自由度アクチュエータの解析を行い、次年度以降に試作を行う高出力多自由度アクチュエータ設計の基礎データを取得する。平成16年度はレーザトラックを4台設計・試作した。レーザトラックに組み込まれた多自由度アクチュエ

ータの位置決め精度の測定を行い、レーザトラックに必要とされる位置決め精度を有していることを確認した。今後はレーザトラックを4台同時に用いて測定対象物の三次元座標の測定実験を行う。電磁場解析ソフトウェアを用いて、産総研で以前試作した多自由度同期モータの解析を行い、解析結果が定性的に一致していることを確認した。今後は定量的な評価を行い、パラメータの最適設計を行っていく。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 多自由度、アクチュエータ、三次元位置計測

【研究題目】 パノスコピック形態制御された希土類系酸化固体電解質の創製と応用

【研究代表者】 棚瀬 繁雄

【研究担当者】 岩佐 美喜男、境 哲男

【研究内容】

現在ある固体酸化型燃料電池の動作温度や利便性、信頼性・耐久性の限界を打ち破るために、ミクロからマクロまでの形態を考慮したパノスコピック形態制御による新規な希土類系酸化固体電解質を開発する。

まず、セリア系材料の機械的強度や耐還元性の改良を目的に SDC (Samarium Doped Ceria) と YSZ (Yttria Stabilized Zirconia) との複合系焼結体を検討した。

これらの粉体を所定割合に秤量・混合し、加圧成形後、グリーン密度を求めた。その後、電気炉により高温で焼成した。また、得られた焼結体のかさ密度やビッカース硬度 (Hv)、破壊靱性 (Kc) 等を測定した。

SDC と YSZ の複合をより精密に制御する目的で、上記の SDC 粉体から成る泥しょうを噴霧乾燥し造粒した。得られた SDC 造粒粉と YSZ 粉末を混合し、成形後電気炉で焼成した。得られた焼結体について、X 線回折 (結晶相の同定)、走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察、EPMA (構成元素の面分析) 等を行った。

上記の検討の結果、SDC と YSZ の複合系については、SDC 及び YSZ 単味に比べてグリーン密度は上昇するが、焼結性は低下することが分かった。他方、ジルコニアとの複合化によりセリアの硬度や破壊靱性は改良されることが分かった。また、造粒粉については混合法の制御により焼結体のマクロレベルでの形態制御が可能であることが分かった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 希土類、酸化、固体電解質

【研究題目】 脳卒中片麻痺に対する健側拘束療法の脳機能再構築効果に関する研究

【研究代表者】 鈴木 慎也 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 鈴木 慎也、金子 秀和、藤岡 裕士 (人間福祉医工学研究部門)

### 【研究内容】

これまでの実験で、ラットの大脳皮質運動野の片側損傷後に生じた対側の前肢運動の障害は（リハビリ）訓練によりほぼ回復し、この回復は非損傷側運動野による障害前肢への再支配に基づく可能性が示唆されている。本年度はこの仮説を検証するために、回復後に最初に損傷を加えた対側の運動野にも損傷を加えると、回復した前肢にも再び障害が生じることが明らかになった。これにより、最初の片側損傷後に前肢制御機能の大脳半球間転移が生じるという仮説が支持された。

更に今年度は、運動野損傷が前肢運動機能に及ぼす効果を定量的に計測するための実験をおこなった。左右に並ぶ2個のレバーを押す力を計測できるチャンバーを作製し、ラットが左右のレバーをそれぞれ左右の前肢で押す訓練をおこなった。その結果、レバー押し力80gを1秒以上持続できるように訓練できることが判明した。更に、大脳皮質運動野の前肢支配領域の片側損傷により、対側前肢のレバー押し力・持続時間が共に著しく減少することも判明した。また、片側運動野損傷により半対側前肢の押し力低下が生じるが、損傷後の1ヶ月以上の訓練により相当回復した。他方、損傷後1ヶ月の訓練を行わない場合、自然回復が起こることはなかった。他方正常動物では、押し力が安定後に2ヶ月の休止期間を設けても、訓練効果がほぼ維持された。これらのデータは、レバー押し訓練が、リハビリ訓練のモデルになることを示している。この計測システムは脳損傷後のリハビリ訓練の定量的解析や訓練に伴う脳機能再編成機構を調べる方法として有望であると思われる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳卒中、片麻痺、大脳皮質運動野、脳機能再構築、リハビリテーション

【研究題目】 結晶性ポロンナノワイヤーの創製と物性評価

【研究代表者】 川口 建二（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】 川口 建二、佐々木 毅、木村 薫

【研究内容】

電子線リソグラフィの手法を用いて、あらかじめ表面を熱酸化させて絶縁を取ったシリコン基板上に試料を分散し、走査型電子顕微鏡によって試料位置を確認した後、微細電極を作製する技術を開発した。加熱した石英閉管内で蒸気に試料を晒すことで、アルカリ土類軽元素であるMgのドーピングを行った。電子顕微鏡による分析からは、試料表面への部分的なMgの析出も認められるが、電気伝導評価などから総合してほぼ良好なMgドーピングは実現できていると考えられる。試料形状による依存性は見られるが、得られた伝導度は $10^{-4}(\Omega\text{cm})^{-1}$ のオーダーで、バルクの $\alpha$ と $\beta$ 菱面体ポロンの中間的な値を示している。また、温度(T)依存性を調べると $T^{-1/4}$ でス

ケール可能であり、バルクポロンなどで知られている可変領域ホッピング伝導で有る可能性が高いと考えられる。また、Mgドーピング試料においては、伝導度が2桁も上昇し、かつ温度依存性が同じく $T^{-1/4}$ でスケールされることから、良好に均一ドーピングされたことが分かった

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノワイヤー、ポロン

【研究題目】 色素J会合体を用いた有機超薄膜高密度記録材料に関する研究

【研究代表者】 松本 睦良

【研究担当者】 松本 睦良

【研究内容】

目的：

色素のJ会合体は光増感作用を有すること、励起状態の非局在化、吸収線幅の狭さ、高速非線形光学応答等から、学術的興味だけでなく、応用面での興味も集めている。本研究では、ナノメートルオーダーの膜厚の有機超薄膜において、色素のJ会合体を用いた高密度記録材料の特性を明らかにすることを目的とする。

研究計画：

両親媒性スピロピランのLangmuir膜を水面上で加熱処理することが膜構造に及ぼす影響について検討し、均一な構造を持つLangmuir膜作製条件を明らかにする。また、水面上のLangmuir膜の光誘起J会合体形成条件を明らかにする。以上の結果を元に、光誘起J会合体形成が可能であり、なおかつ、均一な構造を持つLB膜を作製できる条件を明らかにする。作製したLB膜に対して光照射を行い、J会合体による書き込みを行う。

成果：

両親媒性スピロピランのLangmuir膜を一定表面圧に保持し熱処理を行った。下相水温度13℃で両親媒性スピロピランを表面圧10 mN/mまで圧縮したLangmuir膜に紫外光照射を行うとメロシアンへの異性化のみが進行した。ところが、この膜を形成してから下相水温度を30℃まで昇温した後に紫外光照射を行うとメロシアンのJ会合体が形成した。ブルースター角顕微鏡を用いてこのJ会合体形成過程を検討したところ、光照射前は均一なLangmuir膜であり、J会合体形成の進行に伴う膜形態変化のないことがわかった。そこでこのLangmuir膜を固体基板上に一層転写し、フォトマスクを通して紫外光照射を行ったところ、5 $\mu\text{m}$ の幅のラインの書き込みが可能であることがわかった。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 Langmuir膜、LB膜、J会合体

【研究題目】 自己組織化単分子膜を用いたナノリザーバの研究

【研究代表者】 加藤 孝久

(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 加藤 孝久

[研究内容]

本研究は、固体表面上に部分的または全面的に形成した自己組織化単分子膜によって、固体表面に流動潤滑剤を貯蔵するための構造を形成させることを目的としている。これによって、超高密度記録装置、精密位置決め機構、精密搬送装置、精密回転機械、マイクロマシン、宇宙用軸受などの微小機械の摺動要素として有用な潤滑剤貯蔵構造を開発する。上記の機械要素などにおいては潤滑剤給油が困難なため、長期間のメンテナンスフリーが要求されている。しかし、潤滑剤には流動性あるいは蒸発性があるため、潤滑剤の必要な部位からの離脱、枯渇が不可避である。特に、回転部分からのスピアウト（遠心力による飛散）が重大な潤滑油離脱の原因として挙げられている。そこで、潤滑油の離脱、枯渇を防ぐための、潤滑面上あるいはその近傍に設けるべく潤滑剤貯蔵構造及びその製造方法を提供することをその課題とする。

自己組織化単分子膜は固体表面と化学結合して吸着性を示す。自己組織化単分子膜を部分的あるいは全面的に DLC（ダイヤモンドライクカーボン）表面に形成する。本研究では、Perfluorodecyltrichlorosilane（ $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_7\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SiCl}_3$ ）を用いた。続いて、フッ素系の潤滑剤分子 PFPE（パーフルオロポリエーテル）を塗布する。PFPE 分子の流動性をエリプソメータによって測定したところ、自己組織化単分子膜を形成した場合には PFPE 分子の流動が妨げられることが明らかになった。自己組織化膜はそれ自身の低濡れ性によって、あるいはそれ自身が物理的障害となって、PFPE 分子の流動を阻止して、潤滑剤貯蔵構造を形成すると考えられる。

[分野名] ナノテク、材料、製造

[キーワード] トライボロジー、自己組織化単分子膜、流動制御、固定層、流動層

[研究題目] ソーレ効果を用いた水素混合ガスの成分分離デバイス開発に関する基礎研究

[研究代表者] 庄司 正弘

[研究担当者] 竹村 文男、中納 暁洋、巖子 翔、松本 壮平（先進製造プロセス）

[研究内容]

水素ガスあるいはその混合気において例外的に顕在化する温度による濃度分布形成（ソーレ効果）に注目し、それを利用して省エネ型の新しいガス分離デバイスを開発することを目的として、水素と空気の混合気と想定し、水素・窒素の混合ガスに関し、先ず、水素、窒素それぞれのガス単独における伝熱と成分分離（ソーレ効果）について基礎的に調べている。高さ5mm、幅15mm、長さ20mmの微小な矩形チャンネルを流路とし、そこに試験ガスを流入させる。そして、上面を加熱、下面を冷

却して鉛直方向に温度勾配を作り、上下面間の熱伝達を詳細に調べている。実験パラメータは系の圧力、及び混合ガスの成分比率（水素と窒素の混合割合）である。ソーレ効果が強いと、対流にもそれに応じた乱れ（ゆらぎ）が生じると予想される。その状況や挙動を見るため、ガス中に熱容量の小さな感温シートを置き、その温度を放射温度計で計測している。流れ場の詳細なデータが必要ならマッシュタンダー法かホログラフィー法を用いる予定としている。なお、ソーレ効果の強さ程度の測定は、ソーレ効果が無いとしたときの伝熱量（理論）に対する実際の伝熱量の比の形で評価する。また、ソーレ効果によるガス分離に関しては下流部にサンプリングルームを設けてあり、ガスクロマトグラフィーで成分を測定している。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ソーレ効果、水素混合ガス、成分分離、熱伝達

[研究題目] レーザープロセスを用いたゼオライト合成

[研究代表者] 越崎 直人（界面ナノアーキテクトニクス研究センター）

[研究担当者] 越崎 直人、小平 哲也

[研究内容]

レーザーアブレーション法によるゼオライト合成を目指して、さまざまなアプローチを試み実験条件の最適化に取り組んできた。ゼオライトは非平衡相であり、通常の生成方法では温度・圧力・各種の添加剤などの実験条件の精密な制御が必要であり、その薄膜合成も容易ではない。レーザープロセスを使ったゼオライト合成が可能となり、薄膜状ゼオライトが容易に合成できるようになれば、その応用範囲は格段に広がるものと考えられる。そこで、レーザーアブレーション法を中心的な手法として捉え、水が関わる雰囲気と相互作用させた以下のアプローチにより研究に取り組んできた。まず、SiOターゲットを水蒸気雰囲気中でレーザーアブレーションすることにより薄膜を得、これをさらにドライゲル変換法によりゼオライト薄膜を得ることを試みた。これまでにゼオライト膜への変換は成功しているが、薄い膜に関してはドライゲル変換過程中に連続膜ではなくなることがわかってきた。また、ゼオライト粒子のレーザーによるナノサイズ化を試みた。ゼオライトは通常ミクロンサイズのもののが得られるが、これを分散させた液にレーザーを照射することによりナノ粒子化を図ろうとする方法である。通常、ゼオライトは紫外光に対しても吸収はないがレーザー照射に伴う欠陥生成により光吸収が起り、ナノサイズ化が進むことがわかってきた。現在、5~25nmのゼオライト粒子が得られることがわかってきた。さらに、液体中で直接ゼオライトナノ粒子を合成することを目指して、その予備実験としてさまざまな反応性金属板にレ

レーザー光を水中で集光照射することにより起きる現象について検討した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 レーザーアブレーション、ゼオライト、ナノ粒子

【研究題目】 原子レベルで平坦な金属表面の拡張に関する研究

【研究代表者】 南條 弘

【研究担当者】 南條 弘、石川 育夫、Huihua Deng、藤村 元章、Zhengbin Xia

【研究内容】

単結晶ではなく、多結晶構造材料を覆う不動態皮膜の表面を原子レベルで平坦なテラスとステップで構成し、そのテラス幅を拡張する方法の探索を行った。

アルゴンイオンスパッター装置でシリコンウエハー上に純鉄薄膜を作製し、空気酸化膜を硼酸緩衝溶液中でカソード還元し、不動態皮膜を形成させた。低電位で不動態化処理するとき溶液温度を60℃に上昇すると、室温の場合に比べて結晶性が良くなり、また低電位の場合に比べて、高電位では3倍近く広い、原子レベルで平坦なテラスが形成できることが分かった。不動態化処理時間も重要なパラメータであり、82分を境に短い処理時間では皮膜が不安定であり、大気中に取り出した後、引き続き、空気酸化が進行する。例えば、-400mV で30分間処理した場合、空気中に取り出して200分は空気中で0.22nm/min で酸化が進行し、300分以後は0.024nm/min と、酸化はあまり進行せず、安定な構造に達した。それに対して不動態化時間82分を過ぎると、電気化学処理中に安定構造を構築できることが分かった。また、空気にさらした後に皮膜の自然電位への復帰時間を測定したところ、空気暴露時間140分を越えると急に大気暴露時間に対する復帰時間が220sec/min から2600sec/min に増加した。このことから、140分を過ぎると溶解しにくい物質 $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などに变化したと推測される。

不動態皮膜の形成過程について、原子が格子間をホッピングすることにより皮膜成長するというモデルを構築して、皮膜の成長の特性について解析し、二元合金の不動態皮膜成長の速度則を解析的に導いた。

【分野名】 ナノテク・材料

【キーワード】 表面処理、原子レベル、平坦化、不動態化、テラス

【研究題目】 チューブ状無機膜リアクターを用いたマイクロウェーブ化学反応

【研究代表者】 西岡 将輝

【研究担当者】 西岡 将輝

【研究内容】

化学産業では、エネルギー消費ならびに環境負荷の大

幅低減を果たす革新的プロセスの提案・実現が緊急の課題となっている。膜界面は物質間の隔離、成分の選択的透過や化学平衡の制御、さらには触媒作用などの機能を有するので、これらの機能の組合せ・集積により、上記革新的プロセスの実現が期待できる。“チューブ状無機膜リアクター”は、耐薬性が高く、高温・高圧にも供することができるうえ、集積化や小型化が容易であり、触媒を担持することで様々な反応に利用されている。しかし現状では昇温・加熱には電気炉等を用い、系全体を加熱するため、エネルギー効率が悪く、小型化のメリットが生かせないなどの問題点がある。本研究では、昇温・加熱方法として、マイクロウェーブを利用し、“チューブ状無機膜リアクター”にマイクロウェーブの導波管としての機能を付与することで、システム設計の容易なリアクターの構築を目指す。

平成16年度は、TM010のキャビティを有する6mmφ用のマイクロ波加熱装置を試作し、チューブ外表面のマイクロ波による均一加熱の可能性を探索した。その結果、マイクロ波吸収体として、ナノ金属粒子を用いることで昇温速度500℃/min で、かつ均一な温度分布1℃/cmを得ることに成功した。ナノ金属粒子は、そのまま触媒機能を有するため、化学反応への適応性が優れている。

【研究題目】 バイオインフォマテクスの構造予測にもとづいた神経栄養因子の一塩基多型の機能解析

【研究代表者】 小島 正己

【研究担当者】 広川 貴次（生命情報科学研究センター・分子設計チーム）

【研究内容】

ヒトゲノムプロジェクトの成果として一塩基多型SNPの存在が明らかになり、疾患の予測に有用な遺伝子マーカーとしての期待が強まった。しかし、SNPがどのような分子メカニズムによって疾患を引き起こすかはまだ不明である。最近我々は、脳由来神経栄養因子BDNFのSNPがBDNFの分泌を減少させると同時に、ヒトのエピソード記憶力を低下させることを報告した。本研究では、前もって行ったコンピューターシミュレーションの結果、BDNF遺伝子上のVal/Met置換が「神経細胞死レセプターとの結合ドメインに位置することを予測した。この予測に基づいてこの変異が我々の神経疾患の進行つまり神経細胞死に影響するかを調べた。最初に、正常型およびSNP型BDNFのリコンビナント蛋白質を大腸菌によって大量調整した。蛋白質の精製は付加したHisタグによって行い、精製蛋白質のまき戻しはTAPS法によった。巻き戻し後の構造をCDスペクトルによって確認した後、蛋白質の濃度決定をBDNFのELISAによって行った。以上のように調整したVal型およびMet型BDNFを用いて次の細胞死アッセイを進めている。つまり、神経細胞死レセプターを高発現して

いる小脳顆粒神経細胞に神経細胞死を低濃度のカリウムによって誘導すると同時に各 SNP の BDNF を添加する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオインフォマテクス、神経栄養因子、一塩基多型

【研究題目】 細胞内 pH の日周変動を測定するプローブの開発

【研究代表者】 近江谷 克裕

【研究担当者】 中島 芳浩

【研究内容】

目標：

地球上の多くの生物は昼夜に連動した24時間周期で活動する。この周期性を支える体内時計に関し分子→細胞→組織→個体のあらゆる階層で研究が盛んに行われている。よって体内時計を理解するための基盤技術の構築は重要な研究開発要素である。本研究では、核内で変動する時計遺伝子群が細胞内生理をどのように制御し体内時計が変動するか？或いは細胞内生理の変化がどのように体内時計遺伝子を制御するか？が重要であると考え、これまで十分に考察されていない体内時計の指標の一つである細胞内 pH 変動に着目した。そこで、pH 変動を生きた哺乳類細胞においてモニタリングできるホタルルシフェラーゼ分子プローブの構築及び、本システムを用いた細胞内 pH 日周変動測定を目的とした。体内時計の指標の一つである細胞内 pH 日周変動を評価することを最終目標に、生きた哺乳類細胞において細胞内 pH 変動をモニタリングできるホタルルシフェラーゼ分子プローブの構築及び、本システムを用いた細胞内 pH 日周変動の測定を計画した。

研究計画：

pH 変動をモニタリングするホタルルシフェラーゼ変異体を哺乳類細胞用に最適化を行う。

成果：

ホタルルシフェラーゼとしてはミヤコマドボタル発光酵素を選択、Asn230を他のアミノ酸残基に変異させたところ、pH8-7、7-6で発光色が変化する変異体を作成できた。さらに、これを哺乳類発現ベクターに挿入し、哺乳類細胞での発現を確認した。今後、pH 応答型ホタルルシフェラーゼ変異体を細胞導入して細胞内 pH 日周変動の測定を試みることにする。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生物発光、イメージング、体内時計

【研究題目】 エネルギー分散型回折による結晶構造解析システムの研究

【研究代表者】 福田 大治（計測標準研究部門）

【研究担当者】 高橋 浩之（東大）、国枝 雄一（東大院生）、全 伸幸（東大院生）

【研究内容】

目標：

材料からの回折 X 線を、エネルギー情報を含めて取得し、結晶構造の高精度解析を行うことが可能なシステムの実現を目標とする。

研究計画：

本プロジェクトでは、回折像の測定に極めて高い分光能力を持つ超伝導放射線検出器を適用した X 線測定系の開発を行う。超伝導金属イリジウムを転移端センサとして使用した X 線検出部と超伝導量子干渉素子 (SQUID) を用いた信号読み出し系を東京大学と共同して開発し、エネルギー分解能 $\sim 10\text{eV}$ 、計数率 $1\text{kcps}$  の回折像取得が可能なシステムの構築を図る。

成果：

本研究では、超伝導検出器をエネルギー分散型 X 線検出器として適用し、高精度結晶構造解析システムの実現を目指した予備的な研究を行ったものである。本年度は、この技術の実現化に必要な以下の三つの要素技術開発を行った。(1)超伝導転移端検出器の X 線光子入射位置依存性の解明、(2)超伝導転移端検出器内の超伝導電流分布の解明、そして(3)測定対象物の組成解析を行うための蛍光 X 線分析技術の開発である。まず(1)については、Ir/Au 近接二重層超伝導薄膜からなる転移型検出器を作成し、シングルピクセルにおける基本特性の解明を行った。これにより、 $5.9\text{keV}$  の X 線に対して $9.4\text{eV}$  のエネルギー分解能が得られ、本システムを実現する上で十分な性能を持つ技術の開発に成功した。さらに、結晶構造解析を行うことを目的として、X 線光子の入射位置を特定できる20要素からなるピクセル型検出器を開発した。本デバイスの応答信号の波形解析を行うことにより、X 線入射位置を同定することに世界で初めて成功した。次に(2)では、デバイスの検出限界とエネルギー分解能を決めるノイズ要因について考察するため、超伝導転移領域におけるデバイスの動作原理の解明を行った。素子内部を流れる超伝導流について GL 理論を基に超伝導転移曲線と比較しながら考察することで、検出器感度は素子内部の電流の流れ方によって大きく依存した振る舞いをすることを示した。また、(3)として本システムの実証を目指しシンクロトン放射光を光源として用いた実験を行った。ステンレスによる標準試料を測定対象として本研究により開発した超伝導転移型検出器でエネルギー分散測定を行ったところ、Cr や Mn の蛍光ピークを明確に分離できる結果が得られた。これは従来の半導体 X 線検出器では不可能な性能であり、本研究により開発したシステムの有意性を示すことに成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 高エネルギー分解能、極低温、超伝導検出器、単一光子検出

【研究題目】 「低温プラズマと光触媒の複合反応器に

### よる揮発性有機物の高速・高効率処理技術の確立」

〔研究代表者〕金 賢夏

〔研究担当者〕金 賢夏

〔研究内容〕

H16年度では、低温プラズマと光触媒を一段式に複合したプラズマ駆動触媒反応器（以下 PDC 反応器）において担持金属触媒の種類及び担持量の影響及び揮発性有機化合物（VOC）の種類別の分解挙動などについて検討を行った。酸化チタン触媒に担持する金属触媒としては銀（Ag）の方が白金（Pt）、ニッケル（Ni）より優れた性能を示した。銀触媒はベンゼン分解率に対する影響は少ないが、銀の担持量が多いほど炭素収支と CO<sub>2</sub>の収率が顕著に改善されることを見出した。PDC 反応器による芳香族の分解を行った結果、オゾンとの反応性が高いスチレンを除いてすべて0時反応により分解されることが明らかとなった。これは低温プラズマにより低温で活性化された触媒が VOC 分解反応を引き起こしていることを裏付けら結果である。蟻酸は芳香族 VOC の共通中間性生物であり、PDC 反応器により主に CO<sub>2</sub>に分解されることから CO<sub>2</sub>生成の重要な中間体であることがわかった。

〔研究題目〕超微粒子・有機分子複合体をチャンネルとするナノ光センサーの作製と物性

〔研究代表者〕石田 敬雄

〔研究担当者〕石田 敬雄

〔研究内容〕

目標：

超微粒子・有機分子複合体をナノ電極に吸着させ、光センサーとしての動作確認を行い、その複合体の構造、分子種などの最適化で吸収波長のコントロールを行う。

研究計画：

①アクションスペクトル測定装置の立ち上げ、②複合体の作製と光応答の測定、をメインに研究展開する。

成果：

平成16年度は①アクションスペクトル測定装置の立ち上げについてソフトウェアの作製、光源の購入、計測用プローバーの購入を行い、大まかな装置の配置は終了した。しかし予備実験の結果、検出される電流が fA オーダーと微小であったために本研究で扱う超微粒子・有機分子複合体の系においてはスペクトル測定ができていない。微小電流測定へ対応のために電流測定系の改良を当面継続する予定である。

②複合体の作製と光応答の測定については、通常の半導体パラメーターアナライザーを用いて、金微粒子・共役分子の複合体をトップコンタクトで作製した100-200ナノメートルの間隔のナノ電極に吸着させ360nmの紫外光での電流励起を観察した。しかし比較のために行った複合体なしの電極でも電流が観察された。これは電極

作製時にナノ電極間に残る微量の金粒子の影響と考えられる。金粒子の影響を最小にし電流測定を行うためには電極作成と複合体の吸着プロセスを再考する必要がある。17年度においては複合体をより大きな光電流の期待できる光官能性の Ru 錯体に置き換え、厚さ方向の調整のできる多層膜構造に変え、かつ物性測定の可能な系に置き換え、この実験を継続する。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕分子素子、ナノ電極、光センサー

〔研究題目〕超極細探針による低侵襲細胞免疫技術の開発

〔研究代表者〕中村 史

〔研究担当者〕中村 史、杉井 康子

〔研究内容〕

目標：

ナノスケールまで先鋭化した原子間力顕微鏡（AFM）の探針の表面に、細胞内に存在する細胞骨格形成に関わる蛋白質群の抗体を固定化し、細胞にダメージを与えず細胞内部へ挿入する。細胞骨格と抗体の相互作用、すなわち引き抜き時にかかる微弱な引力は、AFM を使用した力測定で検出できる。本研究では、生きたまま細胞を選別し、細胞内の骨格蛋白質の分布を明らかにする、新規免疫測定技術の開発を目的とする。

研究計画：

収束イオンビームで先鋭化した AFM 探針をシラン化剤で修飾し、抗体を共有結合で固定化する。抗体は細胞骨格蛋白質であるアクチンを抗原とする市販の抗体を使用する。メラノサイトをモデル細胞として用い、抗体固定化探針を挿入し、力学応答を解析する。

成果：

平成16年度の研究結果より、抗アクチン抗体を固定したナノニードルをヒトメラニン細胞に挿入し、これを抜去する際に発生する unbinding force を測定したところ、細胞内のアクチンフィラメントとニードル表面に固定化された抗体の相互作用を破壊するのに4-10nN の力が観察できた。アクチンフィラメントの脱重合剤であるサイトカラシン D を添加した細胞では、unbinding force は全く観察されず、抗体を単量体アクチンで、ブロッキングした場合でも全く観察されないことから、また、同じ細胞で、繰り返し unbinding force が観察されることから、unbinding force は抗原と抗体の複合体が解離する力を示しており、フィラメントを破壊せずに測定し出来ることが示された。サイトカラシン D で脱重合が終了した細胞はフィラメント上アクチン含量がゼロの細胞である。この時に観察される unbinding force がゼロであったことはフィラメント含量が unbinding force の大きさと相関することを示唆している。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕力学測定、AFM、ナノ針、骨格蛋白質、

抗体

**【研究題目】 LICAM 遺伝子異常を持つヒト神経幹細胞の特性解析と先天性水頭症の分子治療法開発**

**【研究代表者】** 金村 米博

**【研究担当者】** 正札 智子

**【研究内容】**

現在でも根治的治療法が存在しない、X連鎖性先天性水頭症（XLH）の神経機能の修復・再生を目指すための基礎研究として、正常ヒト神経幹細胞と L1CAM 遺伝子異常を有するヒト神経幹細胞の特性を分子レベルで比較検討し、その生物学的特性を解析し、神経幹細胞レベルでの XLH の修復・再生治療技術の開発を行なった。

今年度は L1CAM 遺伝子異常を有するヒト神経幹細胞（XLH-hNSPC）の生物学的特性解析として、XLH-hNSPC とコントロールとして3ロットの正常ヒト神経幹細胞（hNSPC）を使用して、両細胞間での遺伝子発現プロファイルの比較解析をマイクロアレーを用いて実施した。その結果、解析した8400遺伝子の中で、hNSPC と比較して XLH-hNSPC で発現が有意に上昇していたものが248遺伝子（全体の約2.95%）、低下していたものが199遺伝子（約2.37%）で、合計447遺伝子（約5.32%）が hNSPC と間に遺伝子発現傾向の相違が見られた。それらの中でも特に細胞接着関連分子を中心に解析を進めたが、hNSPC と比較して XLH-hNSPC では、integrin beta 5、laminin gamma1、neuropilin 1、ankyrin 2などの発現が低下しており、逆に NRCAM、NCAM1などの発現が上昇していることが確認された。XLH-hNSPC では正常 L1CAM の発現が喪失しており、細胞増殖能、接着能に異常が生じていることが確認されており、これら細胞特性の障害と今回確認された遺伝子異常との関連性を今後詳細に検討していく予定である。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** X連鎖性先天性水頭症、LICAM、神経幹細胞

**【研究題目】 分子の電気伝導の理論**

**【研究代表者】** 小林 伸彦

**【研究担当者】** 小林 伸彦

**【研究内容】**

単一分子の電気伝導特性を理論的に解析するための理論的方法論の開発を行ない、伝導特性を議論することを目的とする。密度汎関数法を用いた第一原理電子状態計算に基づく分子の伝導特性の解析手法を開発し、それを用いて伝導特性を解明し、分子素子のための理論的指針を提供することを目標としている。

単一分子の電気伝導特性を解析するための第一原理電子状態計算法を開発整備し、分子の伝導特性を解析

してきた。半無限の金属バルク結晶の電極に挟まれた分子の系を考え、その系のグリーン関数を第一原理計算によって求めることによって伝導度が得られる。この計算法を用いて、有機分子、フラーレン等の単一分子の電気伝導度を明らかにした。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** 理論、分子、電気伝導

**【研究題目】 エネルギー的に乱れた物質中での電場依存電荷移動度**

**【研究代表者】** 関 和彦

**【研究担当者】** 関 和彦

**【研究内容】**

ドナー又はアクセプター分子をドーブした高分子中での電荷移動やアモルファス半導体中での電荷の移動と再結合では、電荷の局在サイトのエネルギーの乱れが移動度や再結合速度を決める重要な因子である。このような物質中では局在サイトのエネルギーの乱れのために移動度は異常な分散を示す。又、再結合速度も時間について異常なベキ則で減衰する。しかしこれらの関係は知られていなかった。再結合の速度は分布を持ったエネルギー準位間の電子移動により律速されていると考えられる。本研究では電子の異常な移動度と再結合速度の関係を理論的に求めアモルファス半導体について、実験結果がその関係を満たす事を示した。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** 電荷移動度、反応

**【研究題目】 臨界点近傍における圧縮性多成分系流体の特異的熱輸送に関する研究**

**【研究代表者】** 中納 暁洋

**【研究担当者】** 中納 暁洋

**【研究内容】**

流体の臨界点近傍では比熱や圧縮率などの熱物理学量が発散するため、特異な熱的振る舞いを示す。単成分系流体の臨界点近傍における熱輸送に関しては数多くの研究がなされているが、多成分系流体に関する研究はほとんどなされていない。本研究の目的は多成分系流体である空気の相変化プロセスや最大露点近傍（臨界点近傍）での熱輸送現象を解明することにある。最終年度である本年度は、2成分系の人工空気（窒素79%、酸素21%）を用いて、実験セルの底部、及び、上部からそれぞれ加熱を行ったときの熱輸送現象をレーザーホログラフィー干渉計で捉える可視化実験を実施した。実験セル底部から加熱を行った時、温度勾配の形成に伴い密度勾配が形成されるソレ効果を捉えることができた。一方、実験セル上部から加熱を行った時はソレ効果に加え、ピストン効果の存在を強く示唆する実験結果が得られた。密度場中に現れるピストン効果の特徴は熱流束が増すにつれ、より明確に現れることが確認できた。圧縮性を持つ多成

分流体においてもピストン効果による熱輸送が行われると予測していたが、本実験により初めてこのことを確認することができた。更に、人工空気で作られた実験結果と通常の空気で作られた実験結果との比較を行った結果、人工空気で作られた実験結果の方が、ピストン効果の特徴がより明確に現れることが分かった。通常の空気の場合、窒素や酸素の他に微量のアルゴン、ヘリウム等を含む。これらの成分が流体の圧縮性に影響を与えピストン効果を弱めたものと推測する。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 超臨界、人工空気、空気、ソレ効果、ピストン効

【研究題目】 アルミナ拡散防止中間層を含む作製容易なニオブ基金用耐酸化コーティングの開発

【研究代表者】 村上 敬 (先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 村上 敬

【研究内容】

省エネルギー及び二酸化炭素排出量削減の目的から、現在使用されている火力発電用ニッケル基超合金製冷却翼をより高融点のニオブ合金製部材（高温で耐酸化性に劣り、耐酸化コーティングが必要）に置き換え、火力発電の熱効率を改善することが急務になっている。本研究では、研究者が所属する研究グループで保有する放電プラズマ焼結機などを用いてコーティング処理した、ニオブ基金試験片（単純形状）について、大気中1200℃～1500℃で毎回1.8ks 保持するサイクル酸化試験を行い、剥離、亀裂形成を起しにくく、酸化による重量増加が小さい（1500℃、720ks 保持で10mg/cm<sup>2</sup>以下）コーティング条件を明らかにする。

本研究においては、放電プラズマ焼結機を用いて MoSi<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>/B 添加 Mo<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>二層被覆ニオブ試験片（単純形状）を作製し、熱的安定性を調べる。まためっき処理などを用いてニオブ基金用耐酸化コーティングを作製する他の条件も検討する。

MoSi<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>/B 添加 Mo<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>二層で全面被覆（被覆層厚さ約100 μm）したニオブ基材を乾燥空気中1200℃～1400℃で50hr 保持しても、B 添加 Mo<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>とニオブ基材間に形成される Mo-Nb-Si 合金層の厚さの変化が非常に遅いことが分かった。このことは Mo-Nb-Si 合金層が拡散抑制層として機能していることを意味している。しかし MoSi<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>層の厚さは高温になるにつれて薄くなるのが早くなる傾向も見られたため、長時間信頼性のあるコーティングとするには、今後さらなる検討が必要であると考えられる。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 耐酸化コーティング、ニオブ、放電プラズマ焼結

【研究題目】 ディスコティック液晶の単分子膜による配向制御とナノ構造構築

【研究代表者】 物部 浩達

【研究担当者】 物部 浩達

【研究内容】

目標：

自己組織化能を持つ分子である円盤状液晶分子に焦点を当て、異方性発現の元となる分子配向を界面を利用して制御すること及びそれを利用した光電子機能素子構築を目指して、各種分子膜上での円盤状液晶分子のナノ組織化機構を解明することを目的とする。

研究計画：

単分子膜と液晶分子との相互作用を利用した配向制御を行った系において、ナノスケールでの組織化過程を観察するために、マイクロコンタクトプリンティング法などを用い分子膜のパターン化を行うことでナノ構造の構築を目指す。

成果：

アルキル鎖長の異なるトリフェニレン系ディスコティック液晶（CnOTP）を合成し、金基板上のアルカンチオール、非対称ジスルフィド等の自己組織化膜上等での配向挙動について検討した。C6OTP 膜はヘキサゴナルカラムナー相において、2-ブタノン溶液からのキャスト膜については初期状態ではガラス基板を含め全ての基板上でカラムナー相においてプレーナー配向の傾向が見られたが、一旦温度を上げ等方性液体にした後カラムナー相へ除冷すると各々の基板によって以前と同様の配向挙動を示す傾向が見られた。何れの基板においても、更なる冷却による結晶相への転移に伴って微小ドメインが形成された。またアルコシキ鎖の鎖長の異なる C5OTP、C7OTP、C8OTP においても検討を行ったところ同様の傾向が見られた。ディスコティック液晶のヘキサゴナルカラムナー相において、膜の調製法による配向制御アシストの可能性が見出された。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ディスコティック液晶、自己組織化、配向制御

【研究題目】 操作的意味を保存するプログラム交換の研究

【研究代表者】 渡邊 宏

【研究担当者】 渡邊 宏

【研究内容】

操作的な意味を保存するプログラム変換の特徴付け、および判定条件を構築すること並びに操作的な意味を保存するプログラム変換をシステム詳細化・抽象化へ応用することである。

時間付きフォーマットなどの操作的規則のメタな統語的記述法を調査した。Kick らによる分配則を使った時間付きプロセスのモデルの理論、Bartels らによる確率

の入ったプロセスのモデルの理論をサーベイし、時間付きプロセスのための分配則については、分配則間の射が時間付きプロセスの双模倣で振舞いを保存する変換を与える見通しを得た。また、確率プロセスのための分配則についても、分配則の射が確率プロセスの双模倣で振舞いを保存する変換を与える見通しを得た。さらに、それぞれについて変換の具体例を探した。

【分野名】情報通信

【キーワード】プログラム変換、詳細化、分配則モデル

【研究題目】骨格筋不死化細胞に由来する筋知覚神経軸索伸長因子の解析とクローニング

【研究代表者】藤森 一浩

【研究担当者】藤森 一浩、波佐間 久美子

【研究内容】

目標：

人間の調節的かつ滑らかな運動の制御には、筋の収縮状態の情報を末梢から中枢へフィードバックすることが不可欠である。そこで、本研究課題ではシステムとしての運動機能再建のための基盤技術として、運動・知覚神経と筋との双方向再接続技術の確立を目標とする。

研究計画：

これまで、ラット筋芽細胞株 L6培養上清中に強力な筋知覚神経軸索伸長活性があることを見出し MADPP と名づけた。その生化学的解析を行い、活性因子の調製法の確立を行い、本活性因子をクローニングすることを目標とする。

成果：

MADPP 候補遺伝子である PEDF をラット L6細胞より RT-PCR によりクローニングし、大腸菌において epitope-tagging 融合蛋白質として発現させ調製した。しかし、ニワトリ胚由来後根神経節細胞器官培養系における軸索伸長評価系において L6CM に認められるような顕著な活性は認められなかった。そこで、さらに他のバンドに由来する分子を検討したところ、IGF 結合蛋白質6が見出された。IGF そのものは MS/MS 解析では範囲外のバンドであったが、IGF-I が本体である可能性が示唆されたので、IGF の効果を検証したところ、L6CM と同等の活性があることが明らかになった。IGF-I の筋知覚神経軸索の伸長における分子機序は未だ不明の部分が多く、今後その作用機序を明らかにし、末梢神経再生の新規治療法の開発へ向けて研究を展開する必要がある。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】筋知覚神経、神経軸索伸長、クローニング、プロテオーム

【研究題目】体内低侵襲医用機器のための表面摩擦制御に関する研究

【研究代表者】葭仲 潔（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】葭仲 潔（人間福祉医工学研究部門）

【研究内容】

低侵襲医療機器と生体組織との摩擦制御を目的として、変動磁場による振動を利用した摩擦低減のモデル実験を昨年度に引き続き試みた。永久磁石による回転磁場を用いることで物体に機械的振動を与え、接触する二物体の動摩擦を低減させる実験において、コンパクトタイプの変動磁場発生器を製作し、生体内での挿入抵抗を計測した。その結果、生体内においても振動の効果により、無振動時に比較して二面間のみかけの摩擦を低減させ得ることが確認された。また、表面改質による摩擦のコントロールを試みた結果、摩擦を変化させることは可能であるが、表面物性の経時安定性を確保する必要があることが分かった。

さらに、物体表面の位置を非接触で計測する必要性が出たことから、磁場センサによる位置計測技術として、微小永久磁石の位置・姿勢を複数個の磁場センサにより検出するシステムを開発するとともに、センサの感度を向上させるためのアルゴリズムの改良および計測システムの改変を行った。その結果、計測領域内での位置の最大誤差を2mm 以下に低減でき、センサ配置の最適化に関する指針も得ることができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】摩擦、カプセル内視鏡、針、体内誘導、カテーテル

【研究題目】哺乳類における給餌性リズム形成の分子機構に関する研究

【研究代表者】大石 勝隆

【研究担当者】白井 秀徳、石田 直理雄

【研究内容】

哺乳類には、睡眠覚醒や体温などの日内リズムを制御している脳の中核時計の他に、心臓や肝臓などの臓器にも末梢時計と呼ばれるリズム発振機構が存在する。これまで我々は、末梢時計が摂食によって大きく影響を受けることを見出し、その分子機構の解明を目指している。グルココルチコイドは、脳からの指令によって副腎皮質から分泌されるホルモンで、血液中の濃度には、顕著な日内リズムが認められる。更に、摂食のパターンによって、血中グルココルチコイドのリズムも大きく影響を受けることが知られている。そこで我々は、グルココルチコイドの日内変動が、肝臓における遺伝子発現に与える影響について解析することを試みた。グルココルチコイドの主な産生臓器である副腎を除去し、肝臓での遺伝子の日周発現に与える影響を、DNA マイクロアレイによって網羅的に解析した。その結果、肝臓で日周発現する遺伝子の内、コレステロール合成酵素などを含む約半数の遺伝子の発現リズムが、副腎除去によって消失した。一方、時計遺伝子と呼ばれる、リズム発振の中心的役割を担っている分子の日周発現には、副腎除去の影響は認

められなかった。これらの結果は、グルココルチコイドによって代謝系日内リズムが制御されている一方で、時計機構への時刻情報としてはグルココルチコイド以外の因子も存在している可能性を示している。これらの成果は論文にまとめて DNA Res 誌へ投稿中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生物時計

【研究題目】蛋白質・巨大分子系のための量子シミュレーターの開発

【研究代表者】Dmitri G. Fedorov (計算科学研究部門 基礎解析研究グループ)

【研究内容】

タンパク質など生体巨大分子に適用可能な電子状態計算法として提案されたフラグメント分子軌道 (FMO) 法は、金属のようにフラグメントに分割できない系を除いて、生体分子のみならず多様な分子種に適用できる可能性を持っている。本研究では、現在、閉殻系に限定されている FMO 法を、閉殻系や励起状態など多様な電子状態計算に適用できるように汎用化することおよびより大規模な系 (数万から十萬原子で構成される系) に適用可能なように発展させることである。あわせて、超並列計算処理において高い並列化効率を持つプログラムを開発する。

高分子や分子集合体では、分子内・分子間非結合相互作用を高精度で計算する必要があり、そのためには電子相関効果を含んだ電子状態計算法を用いることが不可欠である。本年度は、前年度開発した電子相関を考慮した FMO 法 (FMO-MP2法) を高速化する。また、反応領域など系の重要な部分には高精度計算法を、その他の部分には低精度計算法を用いることができるように、異なった基底関数や波動関数を融合して計算できる方法を開発する。これにより、巨大分子についても、目的とする物理量を高精度に計算することが可能となる。数千台のプロセッサによる高効率並列計算処理を行うことを目標として前年度に開発したアルゴリズム (GDDI による 2段階並列処理) をテストしする。

【分野名】ナノテク

【キーワード】FMO 法、並列、蛋白質、GAMESS

【研究題目】ラジアルラインスロットアンテナによる特殊媒質中の電磁界解析に関する研究

【研究代表者】山本 哲也 (計測標準研究部門)

【研究担当者】山本 哲也

【研究内容】

本研究テーマは、導波管スロットアレーアンテナの一種であるラジアルラインスロットアンテナを用いた、特殊媒質中の電磁界解析である。電子群を構成する電子個々についての運動方程式を、一部作用空間に関して階層的にモデル化し、マクスウェル方程式と併せて時間空

間的に解き進めることでチャンバー内部の電磁界及び電子ダイナミクスの解析を行う。本研究としては、チャンバー内部の物理現象を解明するとともに、より高効率なプラズマを生成するための情報を得ることを目的とし、その解析結果を踏まえ、均一なプラズマを得るところまでを研究の最終目標とする。具体的には、まず、コールド・プラズマ理論に基づき、RC 法の定式化、ADE 法の定式化、及び電子の運動方程式を直接差分法の方法の定式化を行い、各手法の特徴について検討する。それとともに、プラズマシミュレーションにおける吸収境界条件の考察を行う。更に波源としてスロット上に磁流源を仮定し、数値計算を行うことにより、本手法の妥当性を評価する。次に、実際のプラズマチャンバーを用いて、チャンバー内の電磁界面内分布等の測定を行い、更に放電時における定常状態と解析結果との比較・検討を行う。解析で得られた結果を、スロット分布の設計に反映させ、試作・実験を繰り返すこととし、数値処理によって得られた結果に十分一致する極めて均一なプラズマを得ることを最終目標とする。

実際には、導波管スロットアンテナを利用したプラズマ生成に関する各種文献調査を行いつつ、大口径な導波管開口アンテナが大面積プラズマ生成において極めて適切であるという知見を得ている。本導波管アンテナを用いた場合、プラズマ密度の面内均一性±数%の極めて良好な特性を有することが実験的な側面から既に確認されていることを踏まえ、導波伝送線路上において開口を有する解析プログラムの基礎的な動作確認を行った。また、このプログラムを用いた際の反射・放射特性に関して、他種の解析手法との比較・確認も同時に行っている。

【分野名】標準

【キーワード】アンテナ、電磁界解析、導波管スロットアレー

【研究題目】金属コアを持つ PZT 圧電ファイバの作成及びスマートボードへの利用

【研究代表者】佐藤 宏司

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】佐藤 宏司

【研究内容】

近年、センサとアクチュエータ、構造体をつなげたスマートストラクチャーの研究開発は構造材料の最終形態として産業界からも注目を浴びている。圧電材料を繊維状にすることにより構造体への埋め込みの影響を軽減することができる。本研究では押し出し成形法や水熱合成法により金属ワイヤ上に PZT セラミックスをコーティングすることにより、電極を形成すること無く圧電材料の全ての部分をアクチュエータやセンサに利用することができる圧電ファイバについて研究を行い、直径 200  $\mu\text{m}$  の圧電ファイバの内部に直径 50  $\mu\text{m}$  の金属コアを持つ圧電ファイバの製作に成功した。またこの構造体

を CFRP 複合材料に埋め込むことにより、振動の検出や抑制を行い構造体自体の高機能化に成功した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 スマートストラクチャー、圧電、ファイバ、アクチュエータ、センサ、水熱合成、振動制御、CFRP

〔研究題目〕 中国都市部における分散型電源の導入による省エネルギー及び環境負荷低減に関する研究

〔研究代表者〕 安芸 裕久

〔研究担当者〕 安芸 裕久

〔研究内容〕

本研究では、近年の急速な経済発展に伴うエネルギー消費の急増によりエネルギー起源の温暖化ガス排出量の大幅な増加が懸念されている中国を研究対象地域とし、温暖化ガス削減対策の一つとして中国の都市部（北京、上海等）における民生部門のエネルギー需要家（住宅、事務所ビル、ショッピングセンター等）への、BCHP（Building Combined Heating and Power）を主とした分散型電源の導入を検討対象とし、その導入可能性及び導入効果（省エネルギー、環境負荷低減等）に関する分析を行った。

平成16年度は、平成15年度に引き続き文献調査や現地専門家らへの聞き取りによる現状、将来見通し及び導入の障害などに関する情報収集及び定性的な分析、並びに、数値データと数理計画モデルを用いた導入効果に関する定量的な分析を行った。上海を対象地域として、現地の専門家ら（大学、行政）への聞き取り調査を行い、電気事業者の対応、系統連系ガイドラインの不備といった制度的課題等について情報収集を行った。定量分析として平成15年度に入手した北京の需要データをもとにBCHPのビジネスとしての経済的可能性やCDMプロジェクトとしての可能性についても分析を行った。以上の分析から、BCHP導入に対して系統連系ガイドラインの不備や石炭、電力及びガス等エネルギー間の料金バランスなどといった制度的な障害が大きいことが明らかになった。さらに、定量分析の結果からBCHP導入が進めば十分な二酸化炭素排出削減が期待でき経済的にも成立し得ることが明らかになった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 中国、分散形電源、省エネルギー

〔研究題目〕 鋳型非依存性 RNA ポリメラーゼ CCA 付加酵素による CCA 付加の動画の作製

〔研究代表者〕 富田 耕造

〔研究担当者〕 富田 耕造

〔研究内容〕

tRNA の3'末端 CCA 配列（74-76の位置）は、tRNA の末端へのアミノ酸付加および蛋白質合成におけるリボ

ゾームとの相互作用に必須である。CCA 配列は、CTP および ATP を基質として、CCA 付加酵素と呼ばれる鋳型非依存性 RNA ポリメラーゼによって修復、あるいは新規合成される。CCA 付加酵素が核酸の鋳型を用いずに定まった配列を定まったプライマーへ付加するメカニズムは未解決のままである。本研究において、我々は、*Aquifex aeolicus* 由来の酵素の結晶構造を、末端のアデノシンが欠けている tRNA および付加される ATP アナログと結合した状態で決定した。この構造は世界で初めての鋳型非依存性 RNA 合成酵素の三者複合体の構造を決定したものである。酵素は tRNA 分子のアクセプター・T ヘリックスを包み込むように結合している。触媒ポケットにおいて、ATP の塩基はそれに相補的なアミノ酸残基によって認識されており、また C75は ATP に隣接しており、それらの塩基部分は互いにスタッキング相互作用をしている。tRNA の C74-C75を認識する相補的ポケットはヌクレオチドに対して蛋白質性の鋳型を形成しており、これは鋳型依存的ポリメラーゼによって用いられるヌクレオチドの鋳型を模倣している。我々の構造は、鋳型非依存性 RNA 合成酵素の分子的基盤を提示したのみではなく、核酸から蛋白質への機能移譲の進化的メカニズムを理解するうえで重要な知見を与えるものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 RNA 合成、鋳型非依存性

〔研究題目〕 不正行為に強い耐性を持つ電子透かし情報符号化法に関する研究

〔研究代表者〕 渡邊 創

〔研究担当者〕 渡邊 創

〔研究内容〕

現在、電子データの不正コピー対策としてデータ以外の別の情報を埋め込む「電子透かし技術」が盛んに研究されている。電子透かし技術を不正コピー対処のために用いる場合、データ送信時にデータ受信者情報を透かし情報として埋め込む。そして不正コピーが流出し、それがそのデータ送信者に発見されたとき、埋め込まれている透かし情報を読み取ることで、流出元が特定できる。このとき単純なビット列等を埋め込んでしまった場合、不正者が複数結託することで埋め込んだ透かし情報を破壊される危険性がある。本研究では上述のような結託による改変、およびさらなるランダムな改変に対しても耐性を持つ電子透かし情報符号化法に関する研究を行う。今年度は、これまでに提案した符号化法である Randomized c-Secure CRT 符号、およびその復号法、すなわち不正コピー行為者検出法に対する最強の攻撃法とは何か、について考察を行った。さらにこの攻撃に対する符号化法、復号法の安全性を詳細に解析した。この解析は計算機を用いたシミュレーションを行うことにより行った。シミュレーションで信頼性の高い結果を得る

ためには、最低でも数百万回レベルの試行が必要であったため、本補助金で購入した高性能な計算機が不可欠であった。さらにこれまでに提案されてきた他の同目的符号化法、復号法と、現実的な使用環境を想定して設定したパラメータにおける攻撃耐性の比較を行った。本比較は解析的比較、シミュレーションによる比較の両面から行った。その結果、Randomized c-Secure CRT 符号がより実用性を持つこと、さらなる符号長削減可能性があることを確認できた。

【分野名】情報通信

【キーワード】電子透かし、著作権保護、不正コピー

【研究題目】「大規模計算によるタンパク質切断解析データベースの構築」

【研究代表者】福井 一彦

【研究担当者】福井 一彦

【研究内容】

質量分析計を使用したタンパク質解析では、消化酵素を用いることなくターゲットとなるタンパク質をイオン化し、光（多光子吸収）や衝突励起解離を用いることでターゲットイオンを細かく分解し、その断片化イオンの質量よりタンパク質構造や修飾などの情報を得るトップダウン・プロテオミクスの実験が行われている。このトップダウン・プロテオミクスの発展に伴い大量の実験データが産出・蓄積され、そこで得られたスペクトラの高速度解析が必要とされている。そこで本研究では、大規模計算によるペプチド結合の解離メカニズムの解析を行う。計算手法としては非経験的／半経験的な分子軌道法を用い、ボンド・エネルギーや内部エネルギー分布計算を行い、外部より与えられたエネルギーによるペプチド結合の切断され易さを評価する。またイオン化された分子のプロトン誘起による反応メカニズムの解析を行うことで、活性化エネルギーの計算を実行する。ここで得られた計算結果はデータベースとして整理され、質量分析スペクトラのフラグメント同定の支援システムと成り、解離パターンの理論的解析を行う上で役立つと考えられる。

平成16年度は非経験的・半経験的な分子軌道法によるペプチド結合の評価やプロトン誘起による反応解析のためプロトン付加位置の大規模計算を行った。一般的に低エネルギー解離実験ではアミノ酸主鎖の C'-N 結合で切断されたフラグメントが主に生成されることが知られているので、N 末端や C 末端を考慮したジペプチドに対しペプチド結合のボンド・エネルギー計算を行った。また質量分析計を用いた実験によりタンパク質やペプチドをソフトイオン化し断片化する際は、プロトン付加したフラグメントイオンが主に観測できることが知られている。このイオン化に伴うモデル計算としてプロトンの付加し易さを決定するため、プロトンをジペプチド主鎖の酸素や窒素に付加し網羅的にプロトンアフィニティ計算を実行した。これらの計算結果はデータベース (DB)

として整理することで、実験で得られたスペクトルの効率的な解析に繋がると考え分子軌道計算 DB を構築中である。ここで開発している DB は Visual Basic と SQL の言語を用いており汎用性の高いウィンドウズ OS 上で動作でき、ボンド・エネルギー計算を DB に組み込んでの質量分析支援 DB の動作確認を終えた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】質量分析、ペプチド結合、分子軌道法

【研究題目】大動脈形状の加齢変化が動脈脈波伝播速度測定に及ぼす影響

【研究代表者】菅原 順(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】横井 孝志、小峰 秀彦、林 貢一郎、吉澤 睦子、山本 衛子(人間福祉医工学研究部門)

【研究内容】

本研究では、大動脈形状の加齢変化が動脈脈波伝播速度測定に及ぼす影響を明らかにし、大動脈脈波伝播速度法による動脈硬化度の測定精度を高めることを目的とした。この目的を達成するための課題として、MRI を使用し、大動脈形状(湾曲、長さ)を非侵襲的に評価し、健全な若齢者と高齢者とで比較すること、および大動脈脈波速度測定における大動脈形状の影響を明らかにすることを設定した。19~76歳の215名(男性92名、女性123名)に MRI による大動脈画像撮影および大動脈脈波伝播速度測定を実施した。年代別の内訳は10歳代2名(男0/女2)、20歳代37名(20/17)、30歳代34名(16/18)、40歳代23名(7/16)、50歳代35名(12/23)、60歳代74名(31/43)、70歳代10名(6/4)である。大動脈脈波伝播速度は加齢に伴い上昇した。大動脈形状の評価は現在進行中であるが、これまでに得られたデータによれば、腸骨動脈から大腿動脈にかけての形状に個人差が見られることがわかった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】動脈硬化、MRI、動脈脈波伝播速度

【研究題目】ナノ細孔特性制御カーボゲルを利用した微量環境汚染物質の高効率吸着分離技術の開発

【研究代表者】山本 拓司(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】山本 拓司

【研究内容】

本研究は、原料の組成を変えることでナノ細孔構造を高精度に制御可能であるという合成吸着材の長所と、優れた機械強度・化学的安定性を有するカーボンの長所とを併せ持つカーボン系合成吸着材“ナノ細孔性カーボゲル”を吸着材として利用し、環境中から微量環境汚染物質を効率的に吸着除去(固相抽出)するための基盤技術の確立を目的とする。

昨年度の研究では、固相抽出用の吸着材として合成し

たカーボンクライオゲル微粒子の粒子径、細孔特性をそれぞれ独立に制御するための技術を確認し、さらにカーボンクライオゲル微粒子のナノ細孔構造を形成する一次粒子の表面が有機物質の選択的吸着に適していると考えられる極めて疎水性の高い特異構造を有していることを明らかにした。

本年度は、カーボンクライオゲル微粒子を吸着材として用いて、PCB やダイオキシンと類似した分子構造を有する色素成分をモデル物質として液相吸着実験を実施することで、モデル物質の水溶液中での吸着特性がカーボンゲルの細孔構造に強く依存すること、即ちカーボンゲルのナノ細孔構造を分離対象成分の分子形状に応じて調節することにより各成分の吸着量を制御可能であることを示した。

本研究の成果は Carbon 誌に掲載済みである。また得られた知見は、微量環境汚染物質の効率的な固相抽出技術の確立に必要な不可欠であると考えられる、ボトムアップ的な吸着材合成手法の確立と分子レベルでの吸着現象の解明に繋がるものであると期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 カーボンゲル、吸着、固相抽出

【研究題目】 視覚運動刺激が知覚位置判断に及ぼす影響に関する実験心理学的研究

【研究代表者】 渡邊 克巳（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 渡邊 克巳（人間福祉医工学研究部門）

【研究内容】

目的：

視覚情報提示機器において、急速に増えつつあるダイナミックな提示方法が視覚機能に及ぼす影響には未解明な部分が多い。そのような状況を単純化した上で、厳密な心理物理学的手法を用いて視覚機能を明らかにすることは、人間の知覚・認知・注意特性を知る上での重要な基盤となる。本研究では「瞬間提示視覚刺激の空間位置判断エラーにおける非対称性」という知見を中心にして、ダイナミックな視覚環境が人間の空間定位に及ぼす影響を探ることを目的とする。

研究計画：

厳密な心理物理学的方法を用いて、被験者の空間定位反応を蓄積・解析する。2年間の研究期間の中では、初年度（平成16年度）は迅速な研究のスタートと実際の実験データの蓄積を行う。

成果：

誤定位の非対称性が物体中心座標系で起きていることを明らかにするとともに、視覚的注意が誤定量に影響を及ぼす事も新たに発見した。

さらに、瞬間提示刺激を二次元的に設定することで位置知覚の空間的なずれを詳細にマッピングする実験を行い、その結果、運動刺激のやや後方に向かって位置が非線形的にずれるという視覚空間の歪みが観察できた。ま

た2つ刺激を直線で結んだ条件では、知覚位置は同様にずれるものの刺激の長さはほとんど変化しなかったことから、視空間の歪みは視覚物体表象が形成された後の脳内過程に基づいていることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 視覚、運動、空間知覚、誤定位、注意

【研究題目】 第一原理計算とモデル計算を併用した高効率光誘起相転移物質の理論的探索

【研究代表者】 川本 徹

【研究担当者】 川本 徹、渡辺 英一

【研究内容】

光誘起相転移の定量的解析を目的として、理論中心の研究に加え、実験との協力も密接に行った。理論中心の研究では、光誘起相転移物質に不純物を入れた場合、相転移がより弱い光照射下でも、素早く実現することを、イジング模型のモンテカルロシミュレーションにより明らかにした。この結果は、分子磁性国際会議（ICMM04）で発表し、Polyhedron に論文掲載予定である。

実験家との共同研究では、名古屋大学守友浩助教授との、光照射下の動的相転移の研究と、山形大学栗原正人助教授及び北陸先端大山田真実助手との、シアノ錯体ナノ微粒子に関する研究を行った。前者においては、スピントロスオーバー型錯体に光照射した際に、光強度によって劇的に状態が変化する動的相転移について、理論的解析を行った。また、この実験解析を基にして、理論的に、どのような状況の場合に動的相転移が起こるかを明らかにした。この結果は、Journal of the Physical Society of Japan 及び、Journal of Luminescence に論文が掲載された。

後者については、光誘起磁性を示す鉄コバルトシアノ架橋錯体のナノ微粒子を合成し、磁化測定（温度変化）等を行っている。光誘起相転移は、温度誘起相転移を示す物質で多数見つかっているため、まず温度変化に関して研究を進めている。これに関連して、ナノ微粒子における相転移挙動がバルクのそれとどのような違いがあるかを、イジング模型のモンテカルロシミュレーションによりしらべた。結果として、光誘起相転移の挙動は粒径及び形状に大きく依存し、球状微粒子と、立方体状微粒子では、温度相転移挙動の粒径依存性が異なることを明らかにした。この結果は日本物理学会で発表し、現在 Chem. Comm. に論文投稿中である。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 錯体、光誘起総転移、イジング模型、モンテカルロシミュレーション

【研究題目】 海洋性島弧火山におけるマグマの地殻内移動プロセスとその島弧地殻形成への寄与の解明

【研究代表者】 石塚 治

〔研究担当者〕石塚 治、佐藤 雄大（筑波大学）

〔研究内容〕

伊豆小笠原地域の島弧火山におけるマグマの地殻内移動プロセスを解明するために、調査航海により八丈島近傍の海底火山列から採取された火山岩について、系統的な化学組成分析および年代測定を実施した。さらに八丈島で行った陸上調査により採取した岩石試料約120試料について化学組成分析を行った。これにより八丈島西山火山およびそこから派生する海底火山列のマグマシステムの特徴が明らかになってきた。具体的には、

a) 八丈島北西火山列における潜航調査で、火山列の噴出物は極めて新鮮で、堆積物の被覆もないことから極めて最近噴出したことが明らかになり、火山活動時期が八丈島西山火山と活動時期が重なっている。

b) 八丈島北西火山列の玄武岩質溶岩は、西山火山の溶岩に比べて未分化な特徴を持つ。火山列内の化学組成変化は同様のマグマの結晶分化で概ね説明できる。

c) 一方、北東側の側火口は西山火山のマグマと類似していることから、西山火山と同じ浅所のマグマだまりから由来したマグマが活動したと考える無理がない。

d) 微量成分の特徴等から、八丈西山火山と北西火山列のマグマ起源物質は同様であったが、本源マグマの特徴は異なると思われる。

以上から、八丈島北西火山列のマグマについては、西山火山のマグマだまりより深い部分で分離し、地殻内を北西方に移動して噴出した可能性が考えられる。分化の程度が小さいことから、大きなマグマだまりは形成せずに噴出し、小規模な火山体を形成してきたと考えられる。群発地震の震源が10-20km から始まっていたことを考えると、マグマの移動が起きたのがこの深度で、西山火山直下のマグマだまりはこれより浅い数 km に存在している可能性がある。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕伊豆小笠原弧、マグマ移動、海底火山列

〔研究題目〕ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド同時検出試薬とその場分析用ガスセンサーの創製

〔研究代表者〕鈴木 祥夫（バイオニクス研究センター プロテインシステムチップチーム）

〔研究担当者〕鈴木 祥夫

〔研究内容〕

本研究は、シックハウス症候群で問題視されているホルムアルデヒドまたはアセトアルデヒドの二つの化学物質を認識することによって、色変化が生じる分析試薬の設計・合成・特性評価、さらに試験紙光電光度法を用いた簡易分析装置に展開し、簡便かつ高感度にこれらの化学物質を同時に検出することが出来るシステムの創製を行う。

平成16年度は、これまでに開発したホルムアルデヒド

認識試薬を改良した新規分析試薬を設計・合成し、その特性について評価した。新規分析試薬は、ホルムアルデヒドと特異的に反応するエナミノン部位と、反応後に可視領域に吸収帯が現れるようにナフチル基を併せ持つ骨格を有している。新規分析試薬とホルムアルデヒドおよび他のアルデヒド類、ケトン、アルコールなどとの反応性について、吸収スペクトル測定を用いて評価した。

新規分析試薬はホルムアルデヒドと反応した時のみ、溶液中の色が薄黄色から赤色へと変化した。一方、妨害となるアセトアルデヒド、ベンズアルデヒド、ケトン類、アルコール類などを添加した時、色変化は生じなかった。また、新規分析試薬が、ガス状態のホルムアルデヒドと反応するかどうかを確認するために、新規分析試薬をろ紙の表面に包括し、これらのガスを接触させたところ、溶液状態のときと同様に、ろ紙の表面は薄黄色から赤色へと変化した。また、室内濃度指針値である0.08ppm 以下のホルムアルデヒドを検出することが出来た。

また、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド共に反応する試薬を設計・合成し、その特性を評価した。ホルムアルデヒドあるいはアセトアルデヒドと反応すると、溶液の色が無色透明から青色へと変化した。さらに本試薬が、ガス状態のホルムアルデヒドあるいはアセトアルデヒドと反応するかどうかを確認するために、本試薬をろ紙の表面に包括し、これらのガスを接触させたところ、溶液状態のときと同様に、ろ紙の表面は白色から青色へと変化した。さらに室内濃度指針値以下のホルムアルデヒドガスまたはアセトアルデヒドガスを検出することに成功した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕シックハウス症候群、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、比色分析、簡易分析

〔研究題目〕熱フィラメント CVD 法による金属内包フラーレンの合成（文科省科学研究補助金）

〔研究代表者〕岡崎 俊也

（ナノカーボン研究センター）

〔研究担当者〕岡崎 俊也

〔研究内容〕

熱フィラメント CVD 法を用いて、フラーレンを合成することに成功した。従来、フラーレンは、減圧下の不活性ガス雰囲気中において、炭素および金属触媒を用い、直流アーク放電やレーザー蒸発をすることによって、合成されていた。しかし、これらの方法では原料に比較的高価なグラファイトを用い、また生産量も限られているため、それらに代わる安価な大量合成法が望まれていた。トルエンなどの有機溶媒を燃やす燃焼法によって、フラーレン合成が行われているが、この方法では金属などを内包した金属内包フラーレンを合成することは難しい。このように従来法では困難であった、合成効率のよい、

安価なフラーレン、カーボンナノチューブ合成法として、熱フィラメント CVD 法を開発した。この方法では、低圧下の有機溶媒蒸気中で金属フィラメントを通電加熱して、有機分子を熱分解し、フラーレンを合成した。

〔分野名〕 ナノテク・材料

〔キーワード〕 熱フィラメント CVD、フラーレン

〔研究題目〕 スピネル型リチウムマンガン酸化物の結晶構造及び電子構造に関する研究

〔研究代表者〕 高橋 靖彦

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 高橋 靖彦

〔研究内容〕

リチウムイオン二次電池は、移動型電子通信機器等の電源として広く用いられているが、資源的に問題のある現行のコバルト酸リチウムの代替材料探索が精力的に進められている。その中で、正極材料として5V級の作動電位を有するスピネル型リチウムマンガン酸化物遷移金属置換体の研究が活発になっている。構造、物性などを詳細に評価する際には単結晶を用いることが重要であるが、現状では単結晶作製の困難さから粉末試料による研究が多数である。そこで本研究では、 $\text{LiMn}_{1-x}\text{M}_x\text{O}_4$  (M: 遷移金属) を中心としたアルカリ遷移金属酸化物の結晶構造、電子構造等の詳細を単結晶により明らかにすることを目的として、単結晶試料合成法の確立、X線結晶構造、物性測定、第一原理計算手法による電子状態計算との比較、検討を遂行した。平成16年度の成果においては、低温溶融塩法、フラックス法等による新規合成方法により、スピネル型リチウムマンガン酸化物ニッケル置換体について、結晶性が非常に良い単結晶粒子の作製に成功した。さらに、焼成時間、温度、雰囲気等を制御することにより、 $100\mu\text{m}$ 程度の単結晶粒子作製が可能であることを明らかにした。また、本合成方法により他の遷移金属を置換した物質も合成可能であることを明らかにした。また、関連物質としてアルカリ遷移金属酸化物の中で、層状構造を有するコバルト酸ナトリウムについて、フラックス法による単結晶合成に成功し、X線回折法と第一原理計算法の併用により、結晶構造、電子構造の詳細を明らかにし、論文誌上に報告した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 リチウムマンガン酸化物、単結晶合成、X線結晶構造解析、第一原理計算

〔研究題目〕 直径10ミクロン以下のマイクロプラズマジェットによる常温常圧基板微細加工技術

〔研究代表者〕 清水 禎樹 (界面ナノアーキテクニクス研究センター)

〔研究担当者〕 清水 禎樹

〔研究内容〕

大気中、数十 W の高周波出力で安定発生可能な誘導結合型マイクロプラズマを利用した材料プロセッシング技術の向上を図り、そのデポジション領域の空間分解能の向上ならびに様々な原料を利用したデポジション法の開発を行った。マイクロプラズマ発生のための微小ノズルを機械的に誘導コイルの中央に配置させたことで、プラズマへの高周波伝播効率が向上し、径約20ミクロンのマイクロプラズマジェットの安定発生が可能となった。このサイズのマイクロプラズマを利用したデポジションでは、ノズルと蒸着基板との距離やデポジション時間等を制御することで、直径約10ミクロンの領域のみへのデポジションに成功した。また、デポジション材料の原料として金属ワイヤーおよび液体原料を利用する新たな方法を開発した。金属ワイヤーを利用した方法では、予め金属ワイヤーをマイクロプラズマ発生用ノズル内に挿入しておき、発生させたプラズマおよび誘導加熱で金属を溶融もしくは気化させ、ノズルから噴出させた。この方法では、プラズマ中の酸素と気化金属とを反応させて、金属酸化物等の半導体材料のオンサイトデポジションが可能であることを見出した。液体原料を利用したデポジションでは、極微量液体噴霧装置を開発し、マイクロプラズマ中への安定供給を可能とした。この開発したシステムを利用して、エタノール/フェロセン溶液からワンステップでカーボンナノチューブを合成、オンサイトデポジションさせることに成功した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロプラズマ、オンサイトデポジション、大気圧プラズマ、マイクロネブライザー

〔研究題目〕 液-液界面におけるマランゴニ効果をともなう対流現象に関する研究

〔研究代表者〕 染矢 聡

〔研究担当者〕 染矢 聡

〔研究内容〕

LEC法によるバルク結晶育成では混ざり合わない液相間(融液・封止液体)の界面張力に起因するマランゴニ流れが製品の低コスト・高品位化を阻害している。この液面相互作用を理解するためには、まず、その界面張力や界面張力温度係数を知る必要がある。しかし、マランゴニ流れに関する基礎実験でしばしば利用される模擬流体のシリコンオイルやフロリナートに関するデータすらあまり測定された例がない。

一方、界面張力計測では、磁気浮遊法などの表面張力波を利用する手法の適用が困難である。プレート法やセシルドロップ法の場合もシリコンオイルの高い濡れ性による誤差が考えられる。そのため本研究では濡れ性が液滴保持性以外に影響することのないペンダントドロップ法を用い、シリコンオイル(KF96L-2cst、5cst、

KF96-10cst、20cst) とフロリナート (FC3283、40、43、70) の表面張力・表面張力温度係数及び、これらの組合せにおける界面張力・界面張力温度係数を測定した。

測定では温度を15～50℃の範囲で5℃ずつ変化させ、各条件で50回ずつの測定値の平均から張力を求めた。今回構築した測定システムでは格子画像を用いて歪を取り除いた液滴画像から液滴の形状を抽出し、この形状と良く一致する理論曲線を与える張力値を解とする方法を用いた。画像処理など一連の処理を行うプログラムは独自に作成したものである。

これにより表面張力の値が14～20mN/m、界面張力は3～8mN/m と非常に小さいにもかかわらず、標準偏差が0.4%と非常に小さく、確度の高い測定を行うことができた。また、これらの測定結果、及び表面及び界面張力が温度の一次関数であるとの仮定に基づいて、最小自乗法により、表面・界面張力の温度係数を求めた。その結果、表面張力については0.026～0.16[mN/m]、界面張力については0.009～0.07[mN/m]の標準偏差を持つ近似式及び張力温度係数を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】自然対流、界面張力、表面張力

【研究題目】スマートストラクチャの損傷診断適応型ハイブリッド制御

【研究代表者】高木 清志

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】高木 清志

【研究内容】

構造材料とセンサ、アクチュエータを一体化し、構造自らが損傷を検知し、さらには致命傷にならないように制御を行う、スマート構造に関する研究が盛んに行われている。損傷が発生した状態を含む構造物のモデリングを行い、モデルと実測値の応答を比較して損傷推定を行う方法はモデルベースドヘルスマニタリングと呼ばれ、アクティブ振動制御がなされている構造物では、制御のためのセンサ信号をそのまま用いることで損傷の推定を行うことができる。その基礎的研究として、梁を対象としたき裂の同定が行われているが、損傷を推定し、それによる部材の振動特性の変化までを考慮した制御系設計を行った研究例はあまりない。そこで本研究では、片持ち梁を対象として、き裂の位置と深さを推定する一手法を示し、き裂による固有振動数の変化やモード形状の変化に即座に対応するゲインスケジュールド制御を行った。まず、き裂とその開閉を考慮した片持ち梁の有限要素モデルと、モード打ち切り法による低次元化モデルを求めた。次に、モデルを線形分数変換表現へと変換し制御系を設計した。そして、振動制御がなされている状態でのき裂推定を行った。本研究ではき裂推定を複数回繰り返す手法を提案することで、振動制御がなされていても精度良く推定が行えることを数値シミュレーションにより

示した。さらに、推定されたき裂のパラメータを用いて制御系のスケジューリングを行い、き裂を有する片持ち梁の振動制御シミュレーションを行った。ゲインスケジュールド制御系は、き裂の考慮をしていない制御系に比べて、き裂が生じた際の制御性能が高いことから、本研究で提案する推定および制御手法が有効であることを示した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】振動制御、ロボスト制御、ヘルスマニタリング、スマート構造

【研究題目】CFRP 積層板の非線形弾性挙動を利用した構造ヘルスマニタリング技術の開発

【研究代表者】遠山 暢之

【研究担当者】遠山 暢之

【研究内容】

本研究では、炭素繊維の弾性率が負荷ひずみに依存して可逆的に変化する挙動(非線形弾性挙動)を利用し、CFRP 積層板に生じる静的ひずみを板波伝播速度を用いて高精度に計測する手法の開発および引張り負荷でCFRP 積層板内に生じる横方向き裂の数を定量的に検出するための理論構築および実証試験を行うことを目標としている。本年度の計画としては、板波伝播速度を用いて CFRP 積層板の非線形弾性挙動を高精度に測定する手法の開発を行い、さらに同手法を用いた CFRP 積層板のひずみ測定手法の開発を行うこととした。まず一方向積層板の弾性率のひずみ依存性を測定した結果、弾性率はひずみの二次関数として著しく増加する現象を捉えることができた。これらのデータを用いて直交積層板の非線形弾性挙動を積層理論を用いて予測した結果、実験値と極めて良好な一致を得た。また応力-ひずみ曲線を用いた従来法で測定した弾性率の値と比較すると、極めてばらつきが少なく、微小な弾性率変化も正確に測定できることを実証した。特に CFRP 積層板は炭素繊維の非線形弾性の影響を顕著に受けるために、板波伝播速度のひずみに対する変化も他の構造材料に比較して極めて大きいことが分かった。この CFRP 積層板特有の現象を利用して、板波を用いた簡便な音弾性法を新たに提案した。古典プレート理論と積層理論を用いることで、負荷ひずみと板波伝播速度との関係を定式化し、実験的に得られる板波伝播速度を用いて負荷ひずみを算出し、ひずみゲージによる測定結果と比較した結果、極めて良好な一致(誤差3%以内)が得られた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】複合材料、炭素繊維、非破壊評価、板波、損傷

【研究題目】超高速レーザーアークハイブリッド溶接法の研究

【研究代表者】瀬渡 直樹

〔研究担当者〕 瀬渡 直樹

〔研究内容〕

アーク溶接とレーザー溶接のハイブリット溶接では、同出力のレーザー単独または TIG 単独の溶接に比べて、双方の特長を生かした高速な条件で安定した深溶込み溶接ができるため、従来の溶接法に比べて溶接の高速化や入熱変形の縮小化が期待できる。しかし、現在ハイブリット溶接は未だに試行錯誤の部分が多いため、実際の加工への適用は難しいことが多い。そこで本研究では、従来のアーク溶接よりも高速な溶接速度で10mm の鋼板を安定に1パス溶接する手法を開発し、溶接速度の向上による作業の効率化を研究する。更にハイブリット溶接時の溶融金属部の挙動を高速カメラ等を用いて観察して安定に溶接できる時のアークの挙動や溶接挙動を解明することで安定な高速溶接の確立を試みる。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 レーザ溶接、アーク溶接、ハイブリット溶接、高速溶接

〔研究題目〕 塗布光分解法による強誘電体膜低温成長法の開発とキャラクタリゼーション

〔研究代表者〕 土屋 哲男

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 土屋 哲男

〔研究内容〕

本研究では、塗布光分解法を用いて BIT エピタキシャル強誘電体薄膜の低温成長法の開発を行うとともに成長機構やレーザー照射の効果について調べた。各種金属有機化合物を用いて原料溶液を作製し、溶解度及び安定性の観点から原料溶液を決定した。また、原料溶液の紫外吸収スペクトル測定よりレーザー光侵入長を求め、コーティング膜厚を決定した。次いで、シリコン基板の原料膜にエネルギー、ショット数、繰り返し数を変えてレーザーを照射し、有機成分の光分解反応を明らかにした。これらの情報を基に STO 基板上に室温および300°Cの基板温度で、照射繰り返し数、レーザーフルエンス、レーザー波長を変えてエピタキシャル BIT 膜の作製を検討した。その結果、BIT 膜の成長には、加熱温度やレーザー波長及び基板の選択が重要であることが分かり、STO 基板上に室温、大気中のレーザー照射により、C 軸配向膜の作製に成功した。塗布光分解法との比較を行うため塗布熱分解法により STO、LAO 及び MgO 基板上に BIT 膜の作製を行った結果、800°C、30分の焼成で C 軸配向膜が得られ、結晶性は、STO 基板の膜が最も高く、次いで LAO 基板の膜となった。また、配向膜の極点図形測定を行ったところエピタキシャル成長していることが明らかになった。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 塗布光分解法、塗布熱分解法、強誘電体、エピタキシャル成長、BIT

〔研究題目〕 酸化物／金属界面での高強度・低電気抵抗接合技術に関する研究

〔研究代表者〕 舟橋 良次

〔研究担当者〕 舟橋 良次

〔研究内容〕

本研究では600°C以上の高温、空気中においてさえ使用可能な熱電発電モジュール製造に必要な、電極形成を基礎的な観点から構築していく。用いる熱電材料は高温、空気中で優れた特性を有する  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  焼結体である。16年度は一对の p-n 素子の電極形成技術の確立を目指す。接合方法の基本としては酸化物の特長を生かした焼結法と一般の金属系熱電モジュールで行われているはんだ付け法を採用する。

電極部材（金属シート等）と酸化物をホットプレス法により銀ペーストを用い焼結させた。しかし銀ペーストのみを用いた場合、電極での接合抵抗が高くなり、発電を繰り返す加熱-冷却過程で酸化物素子が電極部から剥離してしまった。これを改善するために、銀ペースト中に酸化物粉末を混合し、さらにペーストを固化させる段階で一軸加圧を行った。銀ペーストに添加する酸化物粉末量は約6重量%程度が最適で、結晶粒経も10mm程度で良好な電極特性を示した。さらに一軸加圧についても60kg/cm<sup>2</sup>程度の圧力で最低の内部抵抗を得ることが出来た。これまでに得られた最良の素子において、素子全体の内部抵抗に占める電極部の接合抵抗は10%以下まで低減することができ、10回以上の加熱-冷却過程を伴う繰り返し発電後も内部抵抗や発電出力が劣化することはなかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 熱電発電、酸化物、モジュール、ヘテロ接合

〔研究題目〕 宇宙機搭載をめざしたパルス管冷凍機の低振動化に関する研究

〔研究代表者〕 久志野 彰寛

〔研究担当者〕 久志野 彰寛

〔研究内容〕

0.3K といった極低温で動作する超伝導検出器は、従来の X 線検出器や粒子線検出器では達成できない高い検出性能を実現でき、宇宙機での各種観測に有望である。一方、その動作には0.3K 以下といった極低温で動作する超伝導検出器が必要不可欠である。そのパフォーマンスを活かすには、ノイズを極限まで抑えることが重要であり、同軸ケーブルを用いた信号読み出しと、低振動の機械式冷凍機を用いることが重要なポイントとなる。本研究では同軸ケーブルを用いた超伝導検出器アレイの信号読み出し系の構築と、低振動機械式冷凍機の実現を目指している。平成16年度は主に、低熱伝導の同軸ケーブルを用いた信号読み出し系の構築を行った。0.3K への熱流入を抑えて十分な極低温持続時間を得るため、冷凍

機の0.3Kと3Kをつなぐ同軸ケーブルは、できるだけ熱伝導の悪い材料でなければならない。候補材料として挙げたCuNi（キュプロニックル）やステンレスといった合金の熱伝導率は、機械加工や熱処理によって4倍程度変化することが示唆されているため、同軸ケーブルに加工された後の実サンプルについて、定常熱流法を用いて0.3K-3K間での熱伝導を測定した。その結果、同軸ケーブルによる0.3Kステージへの熱流入は5.7μWであり、冷凍機の構造に起因する熱流入の10%以下と、極めて小さい値であることを確認できた。実際に0.3Kから室温までの同軸ケーブルを配線し、およそ一週間という長い時間、0.3Kを維持することに成功した。さらにこの同軸ケーブル配線を用いて超伝導検出器からのX線スペクトルを得ることも成功した。今後、機械式冷凍器の振動の影響を調べる。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 複合材料、炭素繊維、非破壊評価、板波、損傷

〔研究題目〕 マウス細胞モデルを用いた新規硫酸基転移酵素の機能の解析

〔研究代表者〕 安形 高志

〔研究担当者〕 安形 高志

〔研究内容〕

糖鎖の硫酸化は、増殖因子との相互作用など、生理活性の制御に重要である。本研究は新規硫酸基転移酵素様遺伝子が関与する生命現象のマウス培養細胞を用いた評価モデル系の構築、並びにかかるモデルにおける硫酸化糖鎖の作用点・作用機序の解明を目指す。

#### 1. マウスにおける相同遺伝子の取得

既に取得していたヒト遺伝子（未発表）のマウスにおける相同遺伝子をRT-PCR法によりクローニングした。

#### 2. 組換えタンパク質の調製と抗体開発

組換えタンパク質を大量発現・精製し抗体を作成する予定であったが、発現量が極めて低く抗体作成に十分な量の組換えタンパク質は得られなかった。当該タンパク質の細胞表面への異所性発現等、代案を検討している。

#### 3. 当該遺伝子産物の発現パターンの解析

リアルタイムPCR法を用いてマウス各種組織における転写産物の発現を調べたところ、脳での発現が高い事が判明した。遺伝子のより詳細な発現パターンの解析を目指してマウス脳の組織切片をin situハイブリダイゼーション法によって解析したが、遺伝子産物の発現量が極めて低く、発現パターンを同定するには至らなかった。

#### 4. 適当な細胞株における当該遺伝子の強制発現と、これにより硫酸化亢進を示す糖鎖担体の同定

マウス神経芽腫細胞株に上記遺伝子を強制発現した

が、親株と比較して増殖性・形態上の明確な変化は認められなかった。現在より適切な細胞株及び評価系を模索している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 硫酸、転移酵素、細胞モデル

〔研究題目〕 酸化血清中に存在する細胞傷害因子の探索—新規酸化ストレスマーカーの同定を目指して

〔研究代表者〕 斎藤 芳郎

〔研究担当者〕 二木 鋭雄、斎藤 芳郎、吉田 康一、西尾 敬子（職員4名）

〔研究内容〕

ラジカル開始剤で酸化したヒト血清をゲルろ過カラムクロマトグラフィーで分離し、各フラクションをヒト血管由来細胞に添加し、生細胞数の変化を解析した。その結果、高分子フラクションに、平滑筋細胞（SMC）や内皮細胞（HAEC、HUVEC）を増殖する因子を酸化血清中に認めた。細胞増殖が認められた高分子フラクションに、過酸化脂質が含まれていること、脂質をのぞいた血清を酸化しても細胞増殖が認められないことなどから、酸化血清中の細胞増殖因子は、主に酸化リポタンパク質であることがわかった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 動脈硬化、酸化ストレス、過酸化脂質

〔研究題目〕 灌流培養型連続発光モニター系を用いた概日リズムの同調機構解析

〔研究代表者〕 中島 芳浩

〔研究担当者〕 中島 芳浩

〔研究内容〕

目標：

体内時計の作り出す自律的リズムの周期は正確に24時間ではないため、環境サイクルとの時間差を同調機構によって日々修正（リセット）している。本研究では、新規の灌流型連続発光モニター系を用い、時計遺伝子を非侵襲的に連続してモニターすることで、生体リズムの同調機構の解明を試みる。

研究計画：

周期・位相を変化させずに、薬剤の添加が可能な灌流型連続発光モニターシステムを開発し、概日時計遺伝子発現のリアルタイム測定を行いながら、時計遺伝子発現の一過的誘導機構と、体内時計のリセット機構解明を試みる。更に、時計遺伝子の一過的誘導と出力系ホルモンの分泌との関連性についても検討する。本年度は、灌流培養型モニター系の基盤構築と検証を試みる。

成果：

概日時計遺伝子 *Bmal1* のプロモーター領域下流にウミホタル由来の分泌型ウミホタルルシフェラーゼ（CL）を、更にその下流に IRES を介し代表的なレポ

ーター酵素であるホタルルシフェラーゼ (FL) を組み込み、Bmal1プロモーター発現に伴い2つのルシフェラーゼが dicistronic に発現するベクターを構築した。続いてこのベクターをラット繊維芽細胞に導入、安定細胞株を作製し、このモデル細胞を用い、灌流培養系の検証を行った。FL と CL の両活性ともに約24時間周期で変動し、それらの位相も一致することが明らかとなり、灌流培養系が同調機構解析のための遺伝子発現モニター系として有用であることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】概日リズム、発光レポーター、灌流培養

【研究題目】ショウジョウバエを用いたポリ (ADP-リボース) 代謝の生理的意義の解明

【研究代表者】花井 修次

【研究担当者】花井 修次

【研究内容】

ポリ (ADP-リボース) は DNA に似た高分子で、ポリ (ADP-リボース) 合成酵素によって標的蛋白質に負荷重合されます。合成されたポリ (ADP-リボース) はポリ (ADP-リボース) 分解酵素 (PARG) によって、速やかに分解除去されます。ポリ ADP-リボシル化はリン酸化などと同様に可逆的にタンパク質の機能を調節する「翻訳後修飾」の一種で動植物や粘菌まで広く保存されていますが、生理的な意義は未だに明らかになっていません。生体内で標的である事が明らかにされている「ヒストン」はクロマチン構造のコアです。クロマチン構造の変化は遺伝子発現の調節に重要で、概日リズムに伴う転写制御との関係も明らかにされつつあります。

ポリ (ADP-リボース) 代謝の生理的意義を生体レベルで明らかにするために、PARG の遺伝子破壊ショウジョウバエ (*parg*) を用いた解析を行っています。*parg* の成虫は活動が少なく短命でした。脳内にはポリ (ADP-リボース) が蓄積し、顕著な神経変性が認められました。植物の *parg* 変異体では体内時計の狂いが報告されており、ポリ (ADP-リボース) 代謝が体内時計の維持に関与しています。一方で、ショウジョウバエ *parg* 破壊株では体内時計に影響を与えない事が明らかとなった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ポリ (ADP-リボース)

【研究題目】非天然形ヌクレオシドの合成と、これを利用した核酸合成酵素認識機構の解析

【研究代表者】小島 直

【研究担当者】小島 直

【研究内容】

目標:

生体内における蛋白質や核酸関連物質の機能発現には、分子間での水素結合形成が重要な役割を担っている。本

研究では、特定の水素結合能を欠如させたヌクレオシド誘導体を化学合成し、さらにこの開発した化合物を用いて核酸合成酵素の分子認識機構を解明することを目指している。

研究計画:

(2年計画の1年目) 本年度は、分子間相互作用の解明に利用可能な新規核酸誘導体を、有機化学的手法を用いて合成、開発することを計画した。さらに開発した核酸誘導体を短鎖 DNA へと導入し、その物理的性質についての解析を行う。

成果:

天然形ヌクレオシドから、ある特定部位の水素結合能を欠如させた新規核酸誘導体 (1-デアザグアノシン誘導体) の化学合成を初めて達成した。さらに本化合物を化学変換した後、DNA 自動合成機を用いて本化合物を導入した短鎖 DNA を得た。この短鎖 DNA について、相補的配列との間で形成する二本鎖の熱的安定性の測定を行い、水素結合能の変化と塩基対の熱的安定性との関係を示した。また本化合物の物理的性質解析の結果明らかとなった酸性溶液中での分解反応を利用して、オリゴヌクレオチド鎖末端での選択的な脱塩基部位作製法を確立し、さらにこの反応をオリゴヌクレオチドの合成後修飾法へと応用した。本反応は溶液の pH を変えるだけで容易に進行し、様々な機能性分子を導入した修飾核酸の合成に適していることを示すことができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】核酸化学、ヌクレオシド、水素結合

【研究題目】電子顕微鏡による貴金属微粒子担持触媒の酸化・還元状態に関する研究

【研究代表者】秋田 知樹

【研究担当者】秋田 知樹

【研究内容】

金属酸化物に担持した貴金属微粒子の酸化・還元にもなう構造変化を観察するために、モデル触媒として金微粒子を担持した酸化セリウムについて観察を行った。酸化セリウムの担体には粉末から1400-1600℃で焼結した多結晶酸化セリウムを TEM 試料として薄片化した基板を使用した。金微粒子は真空蒸着により担持した。酸化処理は大気中で焼成炉を用いて行った。還元処理はアルゴン希釈した20%の水素を用いた。水素還元処理に関しては白金やロジウムでは高温での還元により、セリウム原子が金属微粒子を覆うことが報告されているが、金微粒子の場合、250-450℃までの還元処理ではセリウムが表面を覆う現象は見られなかった。また、電子顕微鏡試料室内での電子線による還元では酸化セリウムの還元による結晶構造の変化を観察した。酸素欠陥は結晶内に周期的に生じる事がわかった。この欠陥構造は1気圧の大気中に曝すと修復されることがわかり、電子顕微鏡内の真空度 ( $10^{-5}$ Pa) で放置するだけで、徐々に酸素を吸

収することが、電子線回折と電子エネルギー損失分光 (EELS) により明らかになった。また金微粒子は電子線照射により溶解するが、酸化処理により金微粒子として再分散されることがわかった。

また、電子顕微鏡試料室内と様々なガス雰囲気下で予備排気室での試料加熱を行うために、市販の試料加熱ホルダーを改造した。

200-600°Cでの加熱を行うために、抵抗加熱したモリブテン薄膜をヒータとした。Ir/CeO<sub>2</sub>粉末触媒を試料に用い、電子顕微鏡内での加熱処理を試みた。その結果、イリジウム酸化物の凝集物が、還元され、縮小している様子を確認できた。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 電子顕微鏡、触媒、微粒子

[研究題目] 硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌の動態解析と数理モデル化による環境影響評価

[研究代表者] 左山 幹雄

[研究担当者] 左山 幹雄

[研究内容]

平成16年度は、細胞内に硝酸態窒素を高濃度に蓄積するイオウ酸化細菌 (NA-SOB) が、沿岸海域の富栄養化の進行に与えている影響を定量的に評価するために、以下の研究を行った。

#### 1. NA-SOB の生息状況の時空間的動態とそれを調節している環境要因の解析

これまでに開発した手法を用いて、東京湾湾央部堆積物表層における、NA-SOB の biomass (filament length, cell width, cell length) の鉛直プロファイル、及び水-堆積物界面近傍における酸素・硫化物・pH の鉛直濃度プロファイルの季節変化を測定した。また、デンマーク オルボー大学の Jeppe Lund Nielsen 博士を日本に招聘し、東京湾の NA-SOB の clone library の作成と FISH による population 解析を行った。そして、biomass 測定時に cell width と cell length を同時に測定し、population ごとの biomass の時空間的動態を明らかにした。現場調査では同時に、未攪乱堆積物コアを層別に分取し、凍結前後の NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N の濃度変化から、NA-SOB の細胞内に蓄積されている NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N の pool size の鉛直プロファイルを測定した。また、層別に分取した堆積物試料から NA-SOB の single filament を単離し、NA-SOB の細胞内に蓄積されている NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N の pool size を filament 単位で測定する手法を確立した。これらの調査結果から、NA-SOB の生息状況の時空間的動態を解明し、それを調節している環境要因の解析を行った。

#### 2. NA-SOB の窒素代謝メカニズムの解明と沿岸生態系の窒素循環に与える影響の把握

これまでに開発した手法を用いて、東京湾湾央部において、酸素・硫化物・溶存態窒素の水-堆積物間のフラックスの季節変化を測定した。そして、フラックスの測定結果を、NA-SOB の生息状況の時空間的動態の調査結果と対比することにより、NA-SOB が沿岸生態系の窒素循環に与えている影響を評価した。また、ドイツ ハノーバー大学の Heide Schulz 博士を日本に招聘し、東京湾の NA-SOB を単離・培養方法についての検討を行った。

#### 3. NA-SOB を組み込んだ沿岸海域堆積物表層における窒素循環過程の数理モデル化

平成15年度までに得られている培養実験系による NA-SOB の窒素代謝メカニズムについての実験的解析結果をもとに、NA-SOB を組み込んだ沿岸海域堆積物表層における窒素循環過程の数理生態系モデルの開発を始めた。モデル開発を始めるための綿密な打ち合わせを行うために、米国ヴァージニア大学の Peter Berg 博士及びデンマーク国立環境研究所の Henrik Fossing 博士を日本に招聘した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] イオウ酸化細菌、硝酸態窒素、窒素循環

[研究題目] サング礁-海草藻場-マングローブ林から構成される複合生態系における環境動態の解析

[研究代表者] 山室 真澄

[研究担当者] 山室 真澄、根岸 明、加藤 健、大谷 謙仁、他

[研究内容]

沖縄県石垣市伊土名地先の沿岸域において、1潮汐間の水質・流動の連続観測を行った。マングローブ林-藻場間の潮汐に伴う入退潮量は、上流からの流入水量と比較して大きく、当該水域における物質循環には潮汐が強く影響することが推察された。また、北風が卓越する時期においては、沿岸域の流れ場は潮汐変動に関係なく北から南西方向への流れが卓越していた。上記の結果は、上流域及びマングローブ林内起源の溶存態の負荷は潮汐により前面沿岸域へと輸送されるが、北から南西への沿岸流により周辺水域から速やかに流出されることを示唆するものであった。

平行して、マングローブ林流入河川上流部に繁茂する広葉樹などの葉や、河床堆積物を採取した。これらのバイオマーカーを分析することにより、陸域からの有機物供給がマングローブ林内で蓄積・分解される度合いを推定する。海草藻場では、温帯域に共通する唯一の海草であるコアモモを採取し、FS で分析した亜熱帯海草の結果と合わせて、亜熱帯海草と温帯海草とでバイオマーカーに差異があるかを検討する。

また、伊土名地先の沿岸域において、海草藻場の範囲を水中ロボットで探索した。その結果、従来藻場と考え

られていた範囲よりはるかに沖合いにまで広がっていることが分かった。

【分野名】環境

【キーワード】サンゴ礁、海草藻場、マングローブ

【研究題目】自己組織化ナノ潤滑膜を用いた摩擦制御に関する研究

【研究代表者】加藤 孝久

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】加藤 孝久

【研究内容】

本研究は、自己組織化単分子を使った摩擦制御技術を開発することを目標としており、昨年度までの研究で、ナノ潤滑膜は固定層1層、流動層1層の、合わせて2層構造が摩擦係数を低減させる上で効果的であることを明らかにしてきた。平成16年度はナノ潤滑膜の耐久性を明らかにすることを目的として研究を行った。ピンオンディスク型のトライボメータを用いて、ナノ潤滑膜（固定層+流動層）を塗布したダイヤモンドライクカーボン試料の摩擦履歴を測定した。同時にエリプソメータにてナノ潤滑膜のスクラッチ痕を観測した。その結果、摩擦履歴は、流動層の摩耗、固定層の摩耗、固体接触、固体接触による試料破壊が連続して表れること、及びそれらが明確に区別できることが明らかになった。そこで、流動層および固定層が摩耗して固体接触が開始するまでの時間をナノ潤滑膜の寿命と考え、約100の試料の寿命を測定したところ、固定層1層、流動層1層の、合わせて2層構造のときに最も寿命が長く、これより膜厚が増加すれば却って寿命が短くなることが明らかになった。続いて、ナノ潤滑膜を、自己組織化単分子（固定層）+フッ素系高分子（流動層）で作ったもののスクラッチ試験を行い、その結果をフッ素系高分子（固定層）+フッ素系高分子（流動層）のナノ潤滑膜の試験と比較したところ、前者の方が強度が高いことが明らかになった。この理由に関して、自己組織化単分子膜の方がフッ素系高分子より塗布膜表面が滑らかであるからであろうと考察した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】トライボロジー、自己組織化単分子膜、摩擦制御、二分子層潤滑膜

【研究題目】ユーザと情報システムとの認知的調和のための確率的制御機構の研究

【研究代表者】麻生 英樹（情報技術研究部門）

【研究担当者】浅野 太、原 功（情報技術研究部門）、本村 陽一（デジタルヒューマン研究センター）、速水 悟（岐阜大学）、伊藤 克亘（名古屋大学）、秋葉 友良（豊橋技術科学大学）

【研究内容】

目 標：

本研究は、ユーザと情報システムとの認知的調和を実現できるようにするために、どのような確率的制御メカニズムが適切であるか、あるいはそのメカニズムがどの程度複雑なタスクに対して有効であるかを解明することを目標とする。

成 果：

最終年度である平成16年度には、下記のようなさまざまな種類の対話システムについて、確率的制御メカニズムが認知的調和の形成に有効であることを示した。

1. マイクロフォンアレイとカメラを実装した人間型ロボットの頭部を用いて、雑音下で移動しながら発話する話者のデータ収集とラベリングを行った。EM アルゴリズムを用いて移動音源の位置推定と分離を行う手法を提案し、上記データによる評価でよい性能を得た（ISCA Tutorial and Research Workshop on Statistical and Perceptual Audio Processing 等で発表）。パーティクルフィルタを用いて音響と画像を信号レベルで統合し、話者の位置と発話状態を同時に推定する方法を提案し、上記のデータによる評価でよい性能を得た（IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing 等で発表）。
2. 音声質問応答タスクにおける固定的なフレーズを含むユーザ発話内容（言語モデル）を確率的に柔軟にモデル化する手法を提案しよい性能を得た（Int. Conf. on Spoken Language Processing で発表）。さらに自然な発話データを収集する方法を提案し、NTCIR-3 および4の情報検索タスクに沿ったデータ収集を行った（Int. Conf. on Language Resources and Evaluation で発表）。
3. 研究所案内対話システムを用いて対話データの収集を行った。ダイナミックベイジアンネットワークを用いて、対話システムやコンテンツに対するユーザ習熟度を推測する方法を提案し、上記データで評価した（人工知能学会全国大会で発表）。
4. 情報家電制御対話での自然な発話音声データを収集し、書き起こしとラベリングを行った。

【分野名】情報通信

【キーワード】ユーザインタフェース

【研究題目】完全連通孔高強度アパタイト多孔体を用いた間葉系幹細胞増殖・分化技術の確立

【研究代表者】大串 始

【研究担当者】町田 浩子、寿 典子、木原 隆典、大島 央、吉田 綾子、池田 悦子

【研究内容】

完全連通孔高強度アパタイト多孔体のみならず種々のセラミックの研究を動物のみならずヒトの骨髄細胞もちいて、骨髄から間葉系幹細胞の増殖研究をおこない、種々のセラミック上での増殖を可能にした。また、この培養増殖された幹細胞はヒト細胞を用いても骨芽細胞あ

るいは軟骨細胞へ分化することが判明した。さらに、これらの結果をふまえ、クリーンな環境下での患者骨髄細胞を培養できる施設を構築して、患者自身の培養間葉系細胞ならびに培養骨の臨床応用も開始できた。

本年度は肝細胞、神経細胞の研究を精力的におこなった。ラット骨髄から増殖できた間葉系細胞を Hepatocyte Growth Factor: HGF の存在の下に培養をおこない、総 RNA を抽出して RT-PCR をおこなったところ、albumin、c-met や CK18, 19 の発現を確認できた。すなわち、このラット由来の間葉系細胞は *in vitro* で肝細胞へ分化しえる細胞であることが確認できた。また、ヒト間葉系細胞の培養をおこない、各種細胞表面抗原の解析をおこなったところ、CD34, 45 は陰性であり、SH2, 3 や ALP ならびに stro-1 抗原が陽性の細胞集団が効率よく増殖できることを見いだした。すなわち、ヒト骨髄細胞の培養により間葉系細胞としての細胞適格性を有する細胞が数多く増殖できることを確認した。このヒト間葉系細胞をメルカプトエタノール存在下で培養したところ、Nestin mRNA を発現していた。さらに、培養を続けることにより、形態は神経細胞様突起を有する細胞集団が増殖し、さらにこれらの細胞は免疫染色すると抗 b-III Tubulin に陽性であった。

これらの結果より、骨髄からえられる接着性の細胞は間葉系幹細胞としての性質を有し、さらに肝細胞や神経細胞になりうる結果を示した。本研究により、骨髄間葉系幹細胞と完全連通孔高強度アパタイト多孔体を用いた骨再生のみならず、この肝細胞は肝疾患や神経疾患にも用いられる可能性を示した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アパタイト多孔体、間葉系幹細胞、人工骨

【研究題目】 古気候変動・地球軌道要素変動に起因する古地磁気変動の研究

【研究代表者】 山崎 俊嗣

【研究担当者】 小田 啓邦、山本 裕二、臼田 悦子

【研究内容】

堆積物から求める相対古地磁気強度変動に、気候変動に伴う堆積物の物性変化の影響が混入している可能性を調べるため、西部赤道太平洋と北太平洋から採取された堆積物コアの古地磁気・岩石磁気記録を比較した。過去約150万年間の相対古地磁気強度変動は非常に良く一致するのに対し、堆積物中の磁性鉱物の粒径及び鉱物種の指標となる岩石磁気パラメータの変化は、2本のコア間で違いが大きい。これは、相対古地磁気強度変動記録に対する堆積物の物性変化の影響は小さいことを示している。従って、相対古地磁気強度に見られる約10万年の周期的変動は、堆積物の物性変化によるものではないと考えられる。

堆積物が忠実に古地磁気強度変動を記録しているかど

うかを検討するため、これまでのデータを整理した結果、堆積速度及び炭酸カルシウム含有量の変化が古地磁気強度推定に影響する可能性のあることが判明した。マニヒキ海台の石灰質堆積物では、堆積速度が減少するにつれ、非履歴性残留磁化 (ARM) または等温残留磁化 (IRM) で規格化された残留磁化強度は小さくなっている。その原因は、磁性鉱物間の磁気相互作用の大きさの違いである可能性がある。これを確かめるために、今年度導入した磁気特性測定装置を用いて、堆積物試料で磁気相互作用の大きさを見積もるための実験を開始した。

西部赤道太平洋海域のコアで発見された古地磁気強度と伏角の間の相関関係についてのモデルを検証するためには、南東太平洋海域からもデータを得る必要がある。そのため、2004年8～9月に調査船「よこすか」による航海を行い、同海域から3本のピストンコア試料を採取し、古地磁気・岩石磁気測定を開始した。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 古地磁気、古気候、岩石磁気、磁気相互作用

【研究題目】 超高感度・超解像振動分光法の確立とナノ構造体/溶液界面への適用

【研究代表者】 二又 政之 (界面ナノアーキテクニクス研究センター)

【研究担当者】 二又 政之、松田 直樹、清水 敏美、澤田 嗣郎

【研究内容】

(1) 表面増強ラマン散乱 (SERS) を利用した単一分子分析法の確立: ①銀ナノ粒子接合部に1個の吸着分子が存在するとき、巨大な増強度が得られることを、SERS と弾性散乱スペクトルの時間相関及び3次元 FDTD 法により明らかにした。②DNA 塩基のプリン環と銀表面との電子移動相互作用が巨大な増強を与えることを見出した。③脂質ナノチューブに最適サイズを有する金ナノ粒子を導入し、その表面プラズモンを励起することでバルク状態とは異なる脂質ナノチューブのラマンスペクトルが得られた。金属ナノ粒子近傍のスペクトルのみが大きく増強されていることから、局所分析に有用と考えられる。(2) 近接場ラマン分光法: 1) 表面プラズモンの干渉及び多重散乱電場がラマンイメージ測定に影響しないことを見出した。(3) 近接場赤外分光法: FT-IR をベースにして、全反射型配置での AFM との複合により、ポリマー及びチオール系試料について、金コートプローブによるチップ増強赤外吸収測定に成功した。(4) スラブ光導波路 (SOWG) 分光法の確立: 電気化学的に制御可能な SOWG 分光法の高感度化を進め、ITO 電極上に単分子層以下の量で吸着したヘプチルピオロゲンカチオンラジカルの吸着種の電位依存性とチトクロム c の電位変化に対する応答を明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 単一分子分析、表面増強ラマン、近接場ラマン

〔研究題目〕 水晶振動子微小重量測定法による刺激応答性材料への細胞接着力の定量的評価技術の開発

〔研究代表者〕 金森 敏幸（バイオニクス研究センターバイオナノマテリアルチーム）

〔研究担当者〕 高木 俊之、須丸 公雄、大井 克秀、枝廣 純一

〔研究内容〕

我々は、これまでの細胞－材料間の相互作用の物理化学的評価を通じ、材料表面上における細胞の増殖・機能維持には、細胞が材料に最初に接触した際の細胞に伝わるシグナルが決定的に作用していることを見いだした。しかしながら、従来の細胞の材料接着性試験では、そのような極めて微妙な接触時の細胞－材料相互作用は評価することができない。そこで、本補助金では、水晶振動子微小重量測定法（QCM法）を用いてその過程を非常に精密かつ動的に評価する技術の確立を目的とする。

本年度は、既存のQCM法を用い、光応答性高分子表面に対する細胞の接着性が光照射によって変化する様子を詳細に検討し、細胞－材料間の水の量が光照射によって変化し、それによって細胞接着性が変化していることを明らかにした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 水晶振動子微小重量測定法、刺激応答性材料、光応答性高分子表面、細胞接着性

〔研究題目〕 錯体光触媒による環境残留性パーフルオロ化合物の分解・無害化処理

〔研究代表者〕 堀 久男

〔研究担当者〕 堀 久男、永長 久寛

〔研究内容〕

環境残留性や生体蓄積性が懸念されているパーフルオロオクタン酸（ペルフルオロオクタン酸  $C_7F_{15}COOH$ ；PFOA）をはじめとする水中のパーフルオロカルボン酸類（PFCAs）について、直接光分解、過酸化水素（OHラジカル）、ヘテロポリ酸光触媒（ $H_3PW_{12}O_{40}$ ）、過硫酸イオンの4つの光化学的な手法で分解させることを検討した。その結果、ペンタフルオロプロピオン酸（ $C_2F_5COOH$ ）のような短鎖PFCAsは紫外光照射（直接光分解）では分解しなかったが、PFOAのような長鎖化合物になるとゆっくりと分解し、気相中に二酸化炭素、水相中にフッ化物イオンが生成した。また、水相中には  $C_6F_{13}COOH$ 、 $C_5F_{11}COOH$  等の短鎖PFCAsも検出された。質量数18の酸素からなる水を用いた実験により生成物中の酸素原子は媒体である水に由来していることがわかった。過酸化水素を使用した場合は直接光分解の場合よりも反応性は低かった。 $H_3PW_{12}O_{40}$ を用いた場

合、PFCAsの分解が高効率に起こった。例えばPFOA分解の初期速度は直接光分解の場合の3倍となり、生成物中の全フッ素分のうち、フッ化物イオンの割合は97%となりフッ化物イオンへの選択性も飛躍的に増加した。過硫酸イオンを用いた場合、その光分解で反応性が高い硫酸イオンラジカルが発生し、PFCAsの分解と同時に硫酸イオンが生成した。この場合、PFOA分解の初期速度は直接光分解の場合の11倍となった。これらの結果により、従来1000℃以上の高温での熱分解の他に分解法が知られていなかったPFCAsについて、ヘテロポリ酸光触媒や、過硫酸イオンを光酸化剤として用いるという手法により室温で高効率にフッ化物イオンまで分解できることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 フッ素、光触媒、ヘテロポリ酸、無害化、パーフルオロカルボン酸

〔研究題目〕 金属酸化物薄膜のナノ爆発による金属ナノ微粒子3次元配列構造作製と特性解析

〔研究代表者〕 中野 隆志（近接場光応用工学研究センター）

〔研究担当者〕 中野 隆志

〔研究内容〕

金属酸化物を含む多層膜構造にレーザー光を照射したときに生じるナノ爆発を微細加工方法として応用し、金属ナノ微粒子の3次元配列構造の高速度作製方法の確立し、本構造を利用した複合光学素子の実現を図ることを最終目的として研究を行った。

本年度は、昨年度の解析結果と基礎実験で得られたピット形成の条件を基に、本科研費によって導入したナノメートル制御の精密駆動装置を、既存のレーザー描画装置（波長405nm：青色半導体レーザー、NA0.9：対物レンズ）の試料ステージの駆動部分に導入し、ナノピットパターン作製を行った。本装置を用いて、100μm角のエリアにピットを微小間隔で形成することができることを確認した。作製したナノピットパターンの光学素子の偏光特性等を測定し、違いがでることは確認できたが際だった特性を得ることは出来なかった。本研究では、前年度に加工対象を高速回転させた動的条件で100nm以下のナノ構造形成し、今年度、静的環境下でのナノ構造の構築を確認できたことから、提案した金属酸化物薄膜のナノ爆発を用いた微細ピット構造の加工技術は、十分確立することができた。

また、今年度は金属酸化物薄膜のナノ爆発でできた構造をマスク層として用いてドライエッチングの手法で微細構造を基板に転写する方法を、深い3次元構造を実現する加工法として評価した。その結果、アスペクト比が高い100nm以下のピット（200nm以下の間隔）が大面積（直径12cm）に安定して形成できることを確認した。また、これらの構造は、金属膜や、金属微粒子を含んだ

誘電体膜をスパッタ装置で製膜することで光学素子として利用できる。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノ構造、ナノ加工、光学デバイス

【研究 題 目】 機能性核酸による恒常性制御機構の解析

【研究代表者】 小松 康雄

【研究担当者】 小松 康雄

【研究 内 容】

目 標 :

オステオポンチン (OPN) は、細胞外マトリックスとしての細胞接着や細胞遊走能のみならず、T 細胞活性化や Th1/Th2 polarization 制御等のサイトカイン様機能をも有し、OPN 機能抑制により癌転移およびリウマチや多発性硬化症等の慢性炎症性疾患に対する治療効果を得られることが示されている。そこで、siRNA 法を用いて、OPN ノックダウンによる疾患治療効果を検討した。

研究計画 :

siRNA の細胞内における作用の持続性を目指し、RNA の両末端を化学的に修飾した OPN siRNA を数種合成し、RNAi 効果を OPN 発現細胞株を用いて検討した。癌転移モデルは、マトリゲルチャンバーを用いた癌転移 *in vitro* assay にて行った。また、肝炎モデルは、Concanavalin A (ConA) の静脈内投与により作製する肝炎モデルを使用し、OPN siRNA を ConA 投与の24時間前、16時間前、同時の計3回静脈内投与による治療効果を検討した。

成 果 :

siRNA 導入癌細胞にて浸潤能の低下を確認することができた。PN 発現抑制と肝炎治療効果の相関を認めることができ、OPN siRNA の遺伝子治療薬としての可能性を示すことができた。このとき、多くの化学修飾 siRNA はその作用効果の向上が確認できなかったが、ある修飾体については、抑制作用の増強効果が見られた。さらに siRNA 処理することによる網羅的な遺伝子発現のプロファイル変化を DNA チップによって調べたところ、幾つかの遺伝子が siRNA 処理に呼応して変動していることを確認した。

【分 野 名】 分子生物学

【キーワード】 オステオポンチン、転移、concanavalin A、siRNA、肝炎、RNA、オリゴヌクレオチド

【研究 題 目】 分子イオンの振動励起にみる光イオン化における断熱近似の破れ

【研究代表者】 鈴木 功 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 齋藤 則生、加藤 昌弘、森下 雄一郎

【研究 内 容】

目 標 :

光電子と分子イオン芯との相互作用によるイオン芯の振動励起を観測し、光電子放出における非断熱効果を明らかにすることを旨とする。

研究計画 :

電子、イオン三次元運動量同時分析装置を開発し、二原子分子、三原子分子の分子軸座標での K 殻からの光電子角度分布を計測する。

成 果 :

分子の光電子スペクトルは、種々の観点から研究されていて、分子、および分子イオンの電子状態、ならびに振動状態とポテンシャル曲線の情報が蓄積されている。しかし、光電子放出過程は、断熱近似と考えられ、光電子スペクトルの解析では、多くの場合、光電子と原子核の運動との相互作用は無視されてきた。この近似の枠内では、スペクトルに現れる構造は、Franck-Condon 因子で記述されるが、内殻吸収端近傍に存在する形状共鳴での光電子放出では、電子は比較的長い時間分子ポテンシャルに捕らえられて、イオン芯との相互作用で振動励起が引き起こされる可能性がある。これらの現象を詳細に解明するために、電子、イオン三次元運動量同時分析装置を開発し、二原子分子、三原子分子 (CO、CO<sub>2</sub>、NO) の分子軸座標での K 殻からの光電子角度分布を、計測した。本装置の高分解能性と、低エネルギー電子に対する高検出効率性で、イオン化閾値近傍のエネルギーでの形状共鳴付近で、角度分布のマッピングが可能となった。光電子の波動関数を部分波展開してみたの分岐比と第一原理計算との比較から、振動モードの電子波への影響についての知見が得られた。また、形状共鳴と振動運動との相互作用に関するデータから、より精密な波動関数の探索に、重要なステップを踏み出すことが出来た。

【分 野 名】 標準

【キーワード】 電子・イオン同時計測運動量測定、構造解析、軟 X 線、内殻軌道電子

【研究 題 目】 ケイ素-遷移金属錯体の合成、構造、反応性および触媒反応への応用

【研究代表者】 島田 茂 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 島田 茂、林 輝幸、李 咏華

【研究 内 容】

本研究は、ケイ素-遷移金属錯体の独自性、すなわちこれまで大きな発展を遂げている炭素-遷移金属錯体 (有機遷移金属錯体) の化学とは異なる特徴、を明らかにし遷移金属錯体の基礎科学の発展に貢献するとともに、ケイ素化学のさらなる発展に重要なケイ素-ケイ素結合生成反応を効率的に進行させる新規触媒の開発を目的とする。平成16年度の検討項目と成果は以下の通りである。  
非対称二座型ヒドロシラン1, 2-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(SiH<sub>3</sub>)(SiMe<sub>2</sub>H)と白金錯体 Pt(dmpe)(PET<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (dmpe = Me<sub>2</sub>PCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>PMe<sub>2</sub>) との反応により生成する μ-シリレン架橋二核四

価白金錯体の反応性を検討した。この錯体は溶液中では容易に単核二価白金錯体 $\{[1, 2-C_6H_4 (SiH_2)(SiMe_2)]Pt(dmpe)\}$ に解離し、二核錯体との間に平衡が存在する。この平衡混合物を60℃以上に加熱すると前例の無い $\mu$ -シリレン架橋二核三価白金錯体が生成することを見いだした。

また、三座型ヒドロシラン $(2-SiH_3C_6H_4)_2SiH_2$ とNiホスフィン錯体との反応を昨年度に引き続き検討した。その結果、ホスフィン配位子の立体的効果が反応に大きく影響することを見だし、嵩高いホスフィン配位子を用いた場合にその立体的な効果によりSi-Si結合生成が誘起されることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】遷移金属触媒、ケイ素、錯体

【研究題目】ナノバブルの生成特性に及ぼす温度場影響の解明と高機能低環境負荷洗浄技術への応用

【研究代表者】矢部 彰

【研究担当者】綾 信博、竹村 文男

【研究内容】

直径100nm程度の微小空気気泡であるナノバブルの生成特性が気体の溶解度の大きい低温域で過飽和にすることにより増加すること、また、ナノバブルを含む超純水ジェットにより平板上の微粒子汚れの洗浄に効果を発揮することを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノバブル

【研究題目】ナノヒートスポットによる低コスト・高速・大面積の微細加工法の研究

【研究代表者】桑原 正史（近接場光応用工学研究センター）

【研究担当者】桑原 正史

【資金名】科学研究補助金

【研究内容】

新規微細加工法として、レーザー照射による熱を利用した加工法の研究である。これはレーザーの光強度がガウス分布を持ち、照射領域の中心部分が高温になる現象を利用したものである。高温部分はレーザーの照射領域より、遥かに小さい。この領域に物理・化学的な反応を閉じ込め、微細な構造物を作製する、“熱リソグラフィ法”を提案した。この方法の利点は、従来の電子線や真空紫外光の微細加工法に比べ、可視領域の光を利用できるため、非常に低コストな加工法であるということ、また熱利用であるため、光の回折限界を超えた微細構造物作製が可能なことである。研究では、最小径50nmのドットを50nm程度のスペースで加工できることを示し、また、径100nmのドットを並べ、文字“AIST”（各文字の大きさは1 $\mu$ m角）を加工することに成功した。

【分野名】情報通信

【キーワード】熱リソグラフィ、ガウス分布

【研究題目】嗅覚レセプタを用いた嗅覚機能代替匂いセンサープロトタイプの研究

【研究代表者】佐藤 孝明

【研究担当者】廣野 順三、三宅 正人、三宅 淳、来住 美和子

【研究内容】

疾病による体臭の異常の検出による医療診断技術の創出を目指し、嗅覚レセプタを用いた嗅覚機能代替匂いセンサープロトタイプを開発する。

嗅覚レセプタと嗅覚の情報処理アルゴリズムを用いた人工の鼻センサープロトタイプの試作を目指し、平成16年度は下記の研究を行った。a) 匂い識別レセプタコード情報の収集については、前年度に引き続き嗅細胞の応答感度と応答特異性の計測と解析を行い、花臭系の光学異性体2種に反応する嗅覚レセプタ群の応答特異性の相違を部分的に明らかにした。また、配列類似嗅覚レセプタの組織内の発現パターン／発現細胞数の解析では、PNAを用いたFISH法改良を検討したが、十分なシグナル強度が得られなかった。b) 嗅覚レセプタ機能発現系の構築・改良と嗅覚レセプタの遺伝子同定では、嗅覚系シャペロン用分子を共発現させるためのベクターを構築し、2種の培養細胞上での嗅覚レセプタ発現への効果を検討した。今後、種々のパラメータを実験的に検討し、効果の有無を確認する。また、電気穿孔による遺伝子導入を試みた。c) TFアレイを用いた嗅覚機能代替センサーの構築では、顕微鏡下で複数wellの応答の時間変化を同時観察するためのアレイ用コーティングプレパラートを試作し、3種のGPCRについてアレイ化条件の最適化を行なった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】嗅覚レセプタ、嗅覚機能、匂いセンサ

【研究題目】サイトカイン発現組換え植物によるコンピネーションワクチンの開発

【研究代表者】松村 健

【研究担当者】松尾 幸毅、帯広畜産大学・原虫病研究センター 杉本 千尋教授、(独)農業技術研究機構・動物衛生研究所・研究室長 恒光 裕室長

【研究内容】

目標：

本研究計画では、家畜用新規経ロワクチン素材も開発を目的に、家畜由来サイトカイン分子と動物病原体抗原を植物の遺伝子組み換え技術を利用して、同一植物体内で同時に発現させ、粘膜からの抗原刺激が可能な経ロワクチン素材開発を目標とする。

研究計画、ウシ IL-1、IFN およびウシロタウイルス

VP6遺伝子で形質転換したアグロバクテリウム菌を用い、イチゴへの形質転換を行う。作出した形質転換植物体をマウス等に経口投与し、抗体価が上昇するかを、特に腸管 IgA 産生を中心に検討する。

年度進捗状況：

本研究では、新たにヒトインターフェロン  $\alpha$  (hIFN) 遺伝子を導入、発現している遺伝子組換えイチゴ (20 ng hIFN/g イチゴ生重量) を作出し、上記の VP6組換えジャガイモと同時にマウスに経口投与することで、ワクチン：サイトカインのコンビネーション効果を検定した。また、コトランスフォーメーション法により、ウシ IL-1遺伝子とウシロタウイルス VP6遺伝子を同時に発現する形質転換イチゴの作出も試み、15個体の組換え体を得ることが出来た。

マウスの経口試験では、BALB/c8週齢マウスを用い、非組換えジャガイモ投与群 (T1)、VP6ジャガイモ投与群 (T2)、VP6ジャガイモ+hIFN イチゴ投与群 (T3)、VP6ジャガイモ+IL-1イチゴ投与群 (T4) を設けて週1回計3回自然給与した。ロタウイルスの攻撃は3回目給与1週後に、マウス A 群ロタウイルス EW 株を105TCID50強制的に経口投与した。これらのマウスでのウイルス抗原検査、ウイルス抗体検査、血清中の抗体応答、糞便中の抗体応答、糞便中のウイルス抗原について検討した結果、VP6組換えジャガイモ投与群において糞便中に IgA が検出された。一方、hIFN、IL-1投与群と非投与群においての明確な差異は認められなかった。今後、組み合わせるサイトカインの投与量を検討する必要があると思われる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子組換え植物、サイトカイン、経口ワクチン、アジュバント、インターロイキン

【研究題目】人口市場を用いたエネルギーサービス事業における意思決定支援システムの構築

【研究代表者】和泉 潔 (情報技術研究部門マルチエージェントグループ)

【研究担当者】和泉 潔

【研究内容】

本研究課題は、テキストマイニングによる動向分析手法の開発、人工市場シミュレーションソフトウェアの開発、実データによるシステム評価の3つの研究要素により構成されている。今年度は各研究要素について下記の研究実績が得られた。

①テキストマイニングによる動向分析手法の開発：

14年間分 (1990年～2003年) の経済新聞記事テキストデータを用いて、エネルギーサービス事業の市場動向を分析するための統計手法のテストを行った。具体的には関連用語のカテゴリ分類、各単語やカテゴリの頻度分析

及び共起関係の分類を行った。この予備的分析で明らかになった、入力データの種類と分析手法を用いて、市場動向分析のためのテキストマイニングに関して分析アルゴリズムの基本設計を行った。

②人工市場シミュレーションソフトウェアの開発：

エネルギーサービス市場分析の実績のある日立製作所の研究者と共同で人工市場に参加する各エージェントのタイプ分けとそれらの行動ルールの基本設計を行った。この設計と前述の経済新聞記事の統計分析結果を基に、オンライン上の経済ニュースサイトから関連テキストデータを取り込み、関連カテゴリの頻度や共起関係を分析して、人工市場シミュレーションソフトウェアの入力データを自動的に作成するソフトウェアモジュールを Java 言語で作成した。また、人工市場シミュレーションによる市場分析の基礎理論や基本設計についていくつかの論文を学術雑誌上や書籍上で発表した。

③実データによるシステム評価：

エネルギーサービス事業への取り組みの実績がある日立製作所の研究者とシステムの実用化イメージに向けて話し合いを行い、システム評価のために必要なデータの種類の選別と評価手法の決定に向けて検討を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス分野

【キーワード】マルチエージェント、シミュレーション、意思決定、テキストマイニング

【研究題目】アクションアルファベット抽出に基づく日常生活行動の認識と要約の研究

【研究代表者】中田 亨

【研究担当者】中田 亨

【研究内容】

人間の身体動作を、動作の断片であるアクションアルファベットに分節化することで、認識する手法の構築した。

本研究では、人間の四肢等の主要関節の動作の相関、いわゆる「つられ」に注目した。人間は四肢を全く独立に動かすことができず、常につられが存在している。つられ方は、心理状態や動作の労力需要に応じて切り替わる。従って、心理状態の変化や作業の切り替わりは、つられの変化に現れると予想を立てた。そこで、つられの急変化する時点をもって「動作の区切れ目」と判定する方法を考案した。この動作時間的分節化法が、人間の感覚に近い分節化を実現するか、さらに行動の自動的認識に有効であるかを検証するために実験を行った。実験では、歩行、投擲、文字書きなど、作業動作からスポーツ的動作までの多様な12種類の動作のデータを、本手法の分析対象とした。分節化を実施すると、歩行のデータは一步一步が切り出され妥当であった。スポーツや作業動作においても、筋制御に継続性のある期間を「動作のまとまり」として分節化していた。このようにして、一連の動作を構成するアクションアルファベットを、自動的

に抜き出すことに成功した。行動の認識はアルファベットの列の比較・認識によって実現される。文字列の比較と類似度の照合は DP マッチング手法によって容易になしえる。本研究において用意した12種類全36個の動作データに関して、それらのアクションアルファベット列の文字列照合を行うと、62%の正答率をもって、動作の認識ができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 行動認識、身体動作、認識工学

【研究題目】 可変身体性を有するロボットの適応的な形態形成の研究

【研究代表者】 黒河 治久

【研究担当者】 富田 康治、神村 明哉、吉田 英一、小鍛冶 繁、村田 智

【研究内容】

モジュール型ハードウェアをベースに「可変身体性」をもつロボットを実現し、多様な外界の状況を検知して形態を適応的に変化させる方法を構成的に明らかにする。具体的には10~20個のモジュールの結合体としてロボットを構成し、モジュール相互の結合を自律的に変化させて移動に適した形態を生成する。平成17年度は、適応機能のための行動システムモデルの開発と並行して、要素技術開発と既存ロボットによる実験を行い、次年度以降実験を継続する。

平成17年度は、ロボット関節を分散振動子によって制御する方式（CPG 制御方式）の制御部に積分補償を加えて力と位置のハイブリッド型制御とすることによって、外部負荷や路面摩擦などの変動に適応的に動作できるものを開発した。この補償出力値によって環境変動の大きさを推定できるので、閾値以上の変動に対して構造変形を行うという意味決定が可能である。この方式に従った実験を行い、平地では四足歩行、傾斜地では平面構造に変形して波動移動を行う実験によって実証した。既知の環境での移動方式と形態選択に関しては、これをオフラインの計画問題とし、Rapidly Exploring Random Trees の手法を使い、直線経路上および空中に障害物のある単純な問題において、移動方式や形態を適切に選択して障害物を回避できることをシミュレーションによって確認した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 自律分散システム、モジュール型ロボット

【研究題目】 「フォール」トレラント人間型ロボットの研究：柔軟転倒及び転倒回復制御

【研究代表者】 比留川 博久

【研究担当者】 金広 文男、藤原 清司、梶田 秀司

【研究内容】

転倒回復・転倒制御

平地においてロボットが転倒した時に、ロボット自身が転倒状態を認識し、起き上がる動作を計画・実行できるようにすることを目標として研究を行った。まず代表的な転倒状態からの起き上がり動作を作成し、これを複数の部分動作に分節化してそれらの接続関係をグラフとして表現した。これによりグラフのノードに対応する途中状態から起き上がり動作が起動できるようになった。実際に転倒した場合には、その時の転倒状態に最も近いグラフ上の状態へ遷移し、グラフ探索によって起き上がり動作を計画するため、この最も近い状態を判別するための方法としてマハラノビス距離による判別方法を検討した。

また、等身大のヒューマノイドロボットが前方へ転倒してしまった際、着地による衝撃を緩和して着地できるような姿勢を制御することを目標として研究を行った。転倒過程ではロボット全体の転倒運動の状態を大きく変えることはできないが、着地部位となる膝や腕などの末端部の局所的な運動はある程度制御可能である。これを利用し、着地する瞬間の地面と着地部位との位置関係を高精度に制御することで、着地部位のみの対地速度を局所的に抑制し、着地衝撃を抑制することを試みた。シミュレーションおよび等身大ヒューマノイドロボットであるHRP-2Pの実機を用いた実験により、本手法の有効性を確認した。斜め方向への転倒運動についても、その際の着地状態予測や被害範囲などについて基礎検討を実施した。

【分野名】 ヒューマノイドロボット

【キーワード】 ヒューマノイド、転倒、起き上がり

【研究題目】 酸化触媒反応による難分解性有機塩素化合物の無害化促進に寄与する腐植物質の機能解明(科研費基盤研究(B)(2))

【研究代表者】 福嶋 正巳

【研究担当者】 福嶋 正巳、菊地 敦紀

【研究内容】

鉄ポルフィリン酸化触媒系で低腐植化度の腐植酸(HAs)を加えると、ペンタクロロフェノール(PCP)の分解促進がみられた。そのような促進効果の解明を目的とし、HAs中のポリサッカロイド部位のモデルとしてシクロデキストリン(CDs)を用いその影響も評価したが、 $\beta$ -CDやヒドロキシプロピル- $\beta$ -CD(HP- $\beta$ -CD)などのCDsではHAsと同様なPCPの分解促進効果が見られた。まず、鉄ポルフィリン触媒の活性低下の原因として触媒の自己分解が考えられる。そこで、鉄ポルフィリン触媒の自己分解速度に及ぼすHAsとCDsの添加効果について検討を行った。測定した擬一次速度定数( $s^{-1}$ )は以下ようになった: none、0.16;  $\alpha$ -CD、0.14;  $\beta$ -CD、0.048;  $\gamma$ -CD、0.13; HP- $\alpha$ -CD、0.15; HP- $\beta$ -CD、0.004; HP- $\gamma$ -CD、0.11; CM- $\beta$ -CD and  $SO_4$ - $\beta$ -CD、0.24; 新篠津泥炭

HA (SHA)、0.066; 美唄泥炭 HA (BHA)、0.057。最も PCP の分解促進に寄与した HP- $\beta$ -CD の添加が触媒の自己分解抑制に有効であり、比較的効果の大きかった  $\beta$ -CD や HAs でも何も加えない場合に比べ低くなり自己分解の抑制効果を示した。このような HAs や CDs の添加による触媒の安定化には、触媒と HAs または CDs との錯形成が関与すると考えた。そこで、触媒と HAs あるいは CDs との錯形成反応について分光学的解析を行った。鉄ポルフィリン錯体のソーレー帯の吸収に及ぼす HAs または CDs の影響を調べた結果、吸光度は HAs または CDs の濃度に伴い減少する傾向を示した。この結果は文献から HAs あるいは CDs と鉄ポルフィリン触媒との錯形成に起因すると考えられる。そこで、HA あるいは CD と鉄ポルフィリン錯体との1:1の錯形成を仮定し、条件生成定数を評価した。その結果、生成定数の大きなものほど PCP の分解促進効果が大きく、そして、触媒の自己分解速度定数も小さくなることが明らかになった。ゆえに、HAs あるいは CDs の効果は、触媒との錯形成による触媒の安定化とそれによる触媒の自己分解抑制に起因することと考えた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕鉄ポルフィリン触媒、腐植物質、有機塩素化合物、酸化反応、自己分解

〔研究題目〕浮遊性有孔虫殻の安定同位体と微量化学成分のグローバルマッピングと古海洋への応用

〔研究代表者〕川幡 穂高

〔研究担当者〕川幡 穂高、鈴木 淳、黒柳 あずみ

〔研究内容〕

現在の地球環境問題は、自然のみの働きによる環境変動に人間活動の地球環境へのインパクトが加わったものである。そこで、現代の環境問題に対処するには、両方の変動幅と仕組みを明らかにすることが不可欠である。古海洋の研究では、現在のところ物理場を支配する水温、塩分、生物および化学場に影響を与える栄養塩、一次生産の解析が最も基本である。最近では、古環境分野でも精密なモデリングが可能となってきたので、計算機に入力可能なデジタルデータの取得が強く求められている。

過去の水温などは直接測定できないので、古海洋の解析では間接指標が用いられる。有孔虫炭酸塩殻の安定同位体や化学組成は、この中で最も有力な道具である。これは、炭酸塩殻が、生産された周囲の環境を定量的に記録しているとの考えに基づいている。しかし、殻の酸素同位体比は、しばしば平衡値からずれることが報告されている。そこで、炭酸塩殻に残された安定同位体比から真の環境情報を引き出すには、有孔虫の生態、生活史、石灰化の機構などを詳細に知る必要がある。

生物起源炭酸塩殻の同位体および化学組成は定量的な古環境解析に非常に貢献してきた。特に、浮遊性有孔虫

はほぼ汎世界的に生息しているので、重要である。特に、低緯度域での古環境復元では *Globigerinoides ruber* を中心に研究がなされてきたが、これまで1種と考えられてきた *G. ruber* には2形態のあることが提案され、本研究ではセジメントトラップで採取された試料について安定同位体比を測定した。その結果、海洋表層が成層化した時期、すなわち生産が比較的小さくなった時期には両者の酸素同位体比は0.25パーミル差が認められ、*G. ruber* s. s.と *G. ruber* s.l.について前者は極表層に、後者は50m の深度に生息することが明らかとなった。また、この結果は炭素同位体比とも整合的で、*G. ruber* s.l.の炭素同位体比の値は *G. ruber* s.s.よりも低い値となることがわかった。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕古海洋、有孔虫、安定同位体、炭酸塩

〔研究題目〕有機リン類合成のクリーン化、高度化及び化合物の機能化

〔研究代表者〕韓 立彪（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕韓 立彪（環境化学技術研究部門、他1

〔研究内容〕

本研究では、古典的な手法に取って代わる、高効率的な触媒法による C-P 結合の精密構築法を開発するとともに、これを用いる新規なリン系機能性材料の合成とその応用を検討する。このような研究は、今まで殆ど行われてこなかった。従って、本研究は、金属触媒を用いる有機リン類の精密合成法の確立と豊富な資源量を有するリン系材料の開発・利用の前進に先導的な役割を果たすものと期待される。

16年度では、安価なプロパルギルアルコール類とジフェニルホスフィンオキシドを用いるリン (P(O)) 置換共役ブタジエン類の新規合成法を検討したところ、室温下、等モル量の2-メチルー3-ブチン-2-オールと  $\text{Ph}_2\text{P}(\text{O})\text{H}$  の混合物が  $\text{Ph}_2\text{P}(\text{O})\text{OH}$  の共存下 THF 中で、一気に脱水生成物のリン (P(O)) 置換共役ブタジエンを高収率で与えたことを見出した。同反応には、 $\text{Ph}_2\text{P}(\text{O})\text{OH}$  の添加が必須である。また、プロパルギルアルコールとして三級のは効率よく進行したのに対して、一級や二級のものからは対応する置換共役ブタジエン類が得られなかった。更に反応機構を詳細に検討したところ、ニッケルと  $\text{Ph}_2\text{P}(\text{O})\text{OH}$  の作用により、プロパルギルアルコールが先ずエンイン類に変換され、これが  $\text{Ph}_2\text{P}(\text{O})\text{H}$  と反応して最終生成物のリン (P(O)) 置換共役ブタジエン類を与えたことを明らかにした。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕プロパルギルアルコール、触媒、リン置換共役ブタジエン類

〔研究題目〕均一粒径を持つ極微細気泡生成技術の開発

【研究代表者】竹村 文男

【研究担当者】竹村 文男

【研究内容】

本研究は超音波によって均一に気泡が生成するメカニズムを明らかにし、どういった条件で均一な気泡が生成できるかを検討することが目的である。極微細気泡生成メカニズムの解明においては、超音波照射によって気液界面に生じる表面張力波が分裂することにより極微細気泡が生成している可能性が高いことから、表面張力波形状の時間変化や波長との関係について詳細に測定した。実験では、アクリル試験槽内に超音波振動子および針形状を持つマイクロシリンジを導入し、アクリル槽内に導入した試験液体中で超音波を発生させ、定在波を作った。マイクロシリンジからマイクロシリンジポンプを用い、流量計で流量を調整しながら液体に導入された微量ガスに超音波を付与し、均一極微細気泡を生成した。その結果、気泡生成には粘性の影響が大きいことがわかった。一方、気泡分裂現象は撮影した画像より軸対称に近い流れとなっていることから、分裂現象を数値的に解析することを試みた。この分裂過程の基礎的現象である表面波の振動状態について境界要素法を用いて解析し、ワークステーション上で計算を行った。その結果、気泡分裂過程がポテンシャル流れを仮定することで表現できることがわかった。

【分野名】環境エネルギー

【キーワード】気泡、超音波

【研究題目】気泡微細化沸騰とミニチャンネルを活用した高性能冷却システム開発のための基礎研究

【研究代表者】庄司 正弘

【研究担当者】竹村 文男、巖子 翔、丹下 学（技術研修生、東京大学）、佐々木 一裕（技術研修生、芝浦工業大学）、高木 周（東京大学）、渡辺 誠（東京大学）

【研究内容】

小型で高効率、高性能な冷却デバイス開発を目指し、気泡微細化沸騰の未解決の諸問題について基礎的研究を行なうという研究目的を達成するため、基礎実験1として「加熱細線を用いたブール沸騰実験」を行っており、これまでにサブクール度による限界熱流束の変化を調べ、その上限が数 MW/m<sup>2</sup>にも及びこと、マイクロバブルの大きさは概ね数十ミクロンであり、サブクールの増加と共に小さくなり、高サブクール度（40度以上）ではほぼ10ミクロン程度になること、高速ビデオにより気泡微細化の過程を観察して、その発生メカニズムはキャビテーション方式でなく、気泡の界面の不安定化、気泡部分の一部離脱から生じていること、沸騰音圧を測定し、3つの周波数域にピークがあり、その周波数が1次気泡の蒸発と凝縮、マイクロバブルの発生に関連したものである

ことを明らかにした。また、基礎実験2として矩形流路内の強制流動サブクール沸騰の実験、つまり、矩形ミニチャンネルの1面を加熱面とし他の3面を断熱状態に保ち、チャンネル内にサブクール水を流したときの熱流束および流れの圧力低下を測定している。実験パラメタはサブクール度とチャンネル高さとしたが、これまでにサブクールをほぼ一定に保ち、チャンネル高さを200 μm から1mmまで変化させて、その影響を見た。その結果、平均熱流束が最高で約7MW/m<sup>2</sup>を得、またチャンネル長さが適当長であるときは、圧力損失は水単相の場合と大差ない状態が実現できることを見出した。この結果、気泡微細化沸騰とマイクロチャンネル構造体を用いて高性能で高効率な冷却デバイスを実現できる可能性があるとの結論を得て、現在はそれを発展させたより現実的な系での実験研究を行っている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】気泡微細化沸騰、ミニチャンネル、流動沸騰

【研究題目】ゲイト・モーフィングによる不整地2足走行の研究

【研究代表者】梶田 秀司

【研究担当者】梶田 秀司

【研究内容】

多様な環境における脚ロボットの歩行と走行をロバストに制御するため「ゲイト・モーフィング」と呼ぶ新しいコンセプトに基づく制御法を研究し、不整地路面上での時速5km 以上の走行実現を目指す。初年度は走行制御の基礎実験と基礎理論の構築を行う。

走行制御の基礎実験として、身長127cm、体重31kg、全12自由度の人間型2足ロボット HRP-2LR を用いて走行、横走行、うさぎ飛び、片足飛び（けんけん）などの動作を実現した。実現された走行動作は接地期0.3s、空中期0.06s、平均速度0.58km/h であり、床面に凹凸の存在しない平地上で実験を行った。走行の高速化をはかるため、HRP-2LR の足部にバネを挿入する効果についてシミュレーションを行い、適切なバネ定数を決定した。これをもとに走行中にはバネによるエネルギーの吸収・開放を行い、歩行中には通常の足部として機能するメカニズムを設計・試作し、HRP-2LR に装着する改造工事を行った。

ゲイト・モーフィングによる走行安定化制御の基礎的な解析として、目標軌道の時間スケール変化によるダイナミクスへの影響をシミュレーションにより検討し、適切な時間スケールによって有望な制御性能を得られる見通しを得た。また、人間型の走行ロボットにおける足首の制御論的な意味を考察するため、簡略モデルを用いて出力零化に基づく走行制御系を設計し、上半身の姿勢変化による速度制御、足首の構造によるエネルギー効率の違いをシミュレーションにより検討した。この結

果、足部なしの点接触の走行に比較して、足部を持ったロボットのほうがエネルギー効率に優れていることが示された。

〔分野名〕 知能機械学・機械システム

〔キーワード〕 2足ロボット、走行、安定化制御

〔研究題目〕 把握を利用したヒューマノイドによる移動機能の実現

〔研究代表者〕 原田 研介

〔研究担当者〕 原田 研介、横井 一仁、松本 吉央  
(奈良先端大)

〔研究内容〕

従来、2足歩行ロボットの研究は、平面上での歩行に関して重点的に行われてきた。それに対して、アームも有するヒューマノイドロボットでは、足裏と床面との接触以外に、アーム先端に備えられたハンドによる環境とのインタラクションも積極的に活用できる。本研究では、ヒューマノイドロボットにとって従来は困難であった環境における移動を、ハンドが環境を把握することにより実現することが目的である。より具体的には、(1)ハンドが環境と接触したり把握する場合のロボット全体の安定性(2)新しい移動形態の実現、ならびに(3)移動機能を実現するためのハンド機構について研究する。

平成16年には、ハンドによる把持とロボット全体の安定性の間の依存関係に着目し、ZMPの解析をした。手先が環境と接触しない場合、ZMPが足裏支持領域の凸包に含まれる限り、ロボットは転倒せずに歩行を継続することが可能であるが、この概念をハンドが環境を把握する場合に拡張した。ロボットをテーブルの上に置かれた質点としてモデル化し、このモデルに対してハンド部を追加することで、ハンドの把握力とZMPの関係を明確に示した。

また、シミュレーションのための動力学計算ソフトとして、OpenHRPを用い、ヒューマノイドロボットが手摺を掴むことで大きな段差を上るシミュレーションや実験を行った。その結果、ハンドで環境を掴むことで、ロボットが安定性を増し、より容易に段差を上ることが可能であることが示された。さらに、多様な形状の環境を把握可能にするために設計する、多自由度ロボットハンドの第一回目の試作を行った。このハンドは、高トルクを発生可能であり、手をつく動作が実行可能である。平成17年は、16年の研究を更に進めているところである。

〔分野名〕 知能機械学・機械システム

〔キーワード〕 ヒューマノイド、把握、安定性、ハンド

〔研究題目〕 金属/無機ナノヘテロ界面の化学反応機能のメカニズムに関する研究

〔研究代表者〕 香山 正憲

〔研究担当者〕 香山 正憲、秋田 知樹、田中 真悟、  
田中 孝治、岡崎 一行、市川 聡

〔研究内容〕

本研究では、金属/無機ナノヘテロ界面の触媒機能を解明するため、Au/TiO<sub>2</sub>系や貴金属/酸化物系の表面・界面の原子配列や電子状態を、電子顕微鏡観察・表面科学実験・第一原理計算の三者の連携により詳細に検討する。今年度は特に界面 stoichiometry の効果について検討した。①電顕観察では、Au/CeO<sub>2</sub>系の高分解能 TEM 観察を行い、優先方位関係の存在など興味深い現象を見出した。また、Au 薄膜を TiO<sub>2</sub>(110)面に真空蒸着した試料の界面構造を TEM 観察し、TiO<sub>2</sub>(110) || Au(111)の領域が多く存在することを見出した。②Au/TiO<sub>2</sub>系の電子線ホログラフィー法観察では、析出沈殿法で Au 粒子を TiO<sub>2</sub>に担持させた場合、Au の平均内部ポテンシャルの粒子サイズ依存性が観察され、強い界面相互作用を示唆する。一方、真空蒸着法で作成した場合やグラファイトへの担持では強い相互作用は見られず、強い相互作用は界面 stoichiometry の効果と考えられる。③環境化学技術研究部門(前田泰研究員ら)と共同で Au/TiO<sub>2</sub>(110)系の走査トンネル顕微鏡観察を行った。stoichiometric な(1x1)表面上に比べ、Ti-rich な(1x2)表面上の方が、Au 粒子は小さいサイズで高密度に分散する。これは Au が TiO<sub>2</sub>表面の non-stoichiometric な部分と強い相互作用を持つためと推定される。④界面 stoichiometry 効果を直接的に探るため、TiO<sub>2</sub>(110)表面への各種貴金属原子層吸着構造の第一原理計算を行い、Au が non-stoichiometric な TiO<sub>2</sub>表面と強い相互作用を有すること、stoichiometric な表面とはほとんど相互作用しないことが判明した。この結果は実験をよく説明し、Au/TiO<sub>2</sub>系の特異触媒機能の起源と関係すると考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノ触媒、電子顕微鏡観察、第一原理計算

〔研究題目〕 水素化脱硫触媒の XAFS 及び IR 同時測定による in-situ 多次元構造解析

〔研究代表者〕 阪東 恭子(環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 今村 元泰、一國 伸之(千葉大)、  
久保田 岳志(島根大)

〔研究内容〕

H16年度は、高エネルギー加速器研究機構物質構造研究所放射光科学研究施設の XAFS 測定用ビームラインにおける、ガス流通反応条件下での in-situ IR および XAFS の同時測定のために、(1)新規ポータブル IR 測定装置の構築、(2)ex-situ モードにおける IR および XAFS の同時測定の試行を行った。

(1)では、大型放射光施設における XAFS の測定のための分光系機器はレイアウトが固定され、さらに、測定用セルをセットできるスペースも制限されているため、IR 測定を XAFS 測定に組み込むためには IR 測定のレ

アウトが可動式であり、且つ IR 光を X 線と重ならないようにサンプルに照射しそれぞれの吸収を測定する事ができるようにする必要である。そこで、本研究では、IR 光を干渉計本体より光ファイバーで取り出し検出器部分も IR 本体と分離させ、任意のレイアウトで IR 吸収が測定できるシステムを構築した。また、XAFS 測定中は、放射線被爆をさけるため測定室内に滞在する事が出来ないため、IR の制御もすべて遠隔で出来るようにした。

(2)では、前項により構築したシステムを用いて、軽油脱硫反応用触媒である  $\text{Al}_2\text{O}_3$  担持 Pt 触媒を還元後 CO を吸着させたときの、Pt 上に吸着した CO による IR 吸収スペクトルと Pt 金属クラスターによる Pt L<sub>III</sub>-edge XAFS スペクトルの同時測定を試みた。そこで、IR と XAFS を同時に測定する場合のサンプル量の最適値、アラインメント条件等に関する知見を得る事が出来た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】その場測定、XAFS、IR、脱硫、Pd-Pt 触媒

【研究題目】ホタルのルーツを求めた中国雲南省の発光甲虫生態調査

【研究代表者】近江谷 克裕

【研究担当者】近江谷 克裕、藤森 一浩、大場 信義  
(横須賀市自然・人文博物館)

【研究内容】

目標：

発光甲虫はホタル科、ヒカリコメツキ科、ホタルモドキ科、イリオモテボタル科の4科より構成される陸棲の発光生物である。ホタルは世界各地に棲息、その地域、その種ごとに適応進化していると考えられ、種によって異なる発光パターンや発光色によってコミュニケーションを取り、種の保存が行われている。本研究では中国雲南省地域がホタルのルーツであるとの仮説をたて、検証することを目的に「ホタルのルーツを求めた中国雲南省の発光甲虫生態調査」と題し、中国雲南省のホタルの生態調査、発光行動観察及び採取を行う。

研究計画：

本研究では中国雲南省のホタルの生態調査、発光行動観察及び採取を計画する。雲南省は中国最南部に位置し、昆明を中心とした温暖な地域から、北西部の寒帯地域、そして南部の亜熱帯地域を含むが、本計画の調査対象地域は昆明を中心とした温帯地域及び南部、南西部亜熱帯地域である。試料を採取、整理及び保存、遺伝子の抽出、遺伝子解析及び組織の観察等を行い、さらにそれらのデータを基に多様性の解析を行う。

成果：

平成16年6月、雲南省南西部を中心に保山からミャンマー国境付近さらに楚雄市周辺を調査し、イリオモテボタル *Ragophthalmus ohbai* の近縁種の可能性が高い発

光甲虫を見つけた。それ以外にもヒメホタルに近い種或いは半水棲ホタル等約15種のホタルを確認した。サンプルはそれぞれアルコール保存、また、一部の遺伝子抽出、また乾燥標本作製、保存した。現在、イリオモテボタル近縁種のミトコンドリアゲノム DNA 全配列の解析を開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】発光甲虫、分子進化、中国雲南省

【研究題目】完新世における琵琶湖水位変動の復元

【研究代表者】小松原 琢 (地質情報研究部門)

【研究担当者】小松原 琢

【研究内容】

琵琶湖の水位変動に関しては考古学・地質学・歴史学などさまざまな分野から研究がなされてきたが、未だに統一的な見解が得られていない。その原因としては琵琶湖西岸断層帯をはじめとする湖周辺の活構造の運動によって局所的な地殻変動が生じることや、調査手法によって古水位復元の時間的・空間的分解能が異なることが大きいと考えられる。

報告者は、琵琶湖博物館および滋賀県埋蔵文化財保護協会と共同で琵琶湖周辺のボーリングデータを収集し地殻変動区を設定した上で、各地殻変動区を代表しうると考えられる内湖周辺においてコア試料を採取し、肉眼観察による堆積環境の推定と年代測定に基づく旧汀線高度の時代的変遷を解明することを試みた。

その結果、堆積物供給量の小さい残丘によって閉塞された内湖では古代～中世にかけての水位上昇が認められることが明らかになった。一方、堆積物供給量の多い河川下流近傍に位置する内湖では湖水位上昇に伴って速やかな堆積作用が行われる一方で、湖水位低下の影響が現れにくく、弥生時代中期ないし縄文時代前期の水位上昇に関する資料はえられたものの、古代～中世の水位上昇の記録は読み取りがたいことが示された。

以上から、琵琶湖のような地殻変動と気象変動および流出河川の河況等の複雑な要因が関与し、かつ短周期の水位変動が生じる湖沼の水位変動の復元には、より多面的なアプローチが必要なことが改めて認識された。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】琵琶湖、水位変動、地殻変動

【研究題目】表面プラズモン励起増強蛍光分光法で観測する超薄膜表面での分子認識過程

【研究代表者】田和 圭子

【研究担当者】田和 圭子、田中 睦生、窪山 典人

【研究内容】

目標：

本研究は、超薄膜におけるオングストロームレベルの変化が測定可能な一連の表面プラズモン分光法 (SPR) を用いて分子認識過程や超分子薄膜構造を明

らかにしようとするものである。金基板表面に生体適合性材料でもあるオリゴエチレングリコール (OEG) 鎖の自己組織化単分子膜を作製し、この超薄膜と  $\alpha$ -シクロデキストリン ( $\alpha$ -CD) とのこれまでにない超分子形成「ロタキサン超薄膜」を構築することを目指す。また、OEG 鎖末端にアゾベンゼン誘導体を化学修飾し、CD とのロタキサン形成の光制御を試みる。

研究計画：

OEG 鎖末端を4-メチルアゾベンゼンで修飾した OEG 鎖長の異なる化合物 MeAzoPEGn (n=6, 10, 16) を合成し、形成されるロタキサン超薄膜の構造とその光制御について、構築した SPR および表面プラズモン励起蛍光分光 (SPFS) 装置を用いて詳細に調べる予定である。

成果：

MeAzoPEG6, 10, 16の超薄膜と  $\alpha$ -CD とのロタキサン超薄膜形成をそれぞれ確認することができた。OEG 鎖長に依存して、形成されたロタキサン超薄膜の膜厚が変化するため、とりこまれた CD 分子数が鎖長によって異なることが明らかとなった。さらに UV 光照射下では、ロタキサン形成が阻害されること、またプソイドロタキサン形成後の UV 照射は、リンスによる解離を抑制し、一部ロタキサン形成を保持することがわかったが、これについて鎖長依存性はほとんど認められないこともわかった。

【分野名】 ライフサイエンス、ナノテク・材料・製造

【キーワード】 自己組織化膜、分子認識、超分子、光制御、表面プラズモン分光法

【研究題目】 グルタミン酸輸送タンパク質 (EAATs) の制御分子開発

【研究代表者】 茂里 康

【研究担当者】 茂里 康

【研究内容】

目標：

グルタミン酸輸送蛋白質 (EAATs) はグルタミン酸を除去し、グルタミン酸による神経伝達機能をオフする機能を有している。EAATs の特異的な基質としては D-アスパラギン酸がよく用いられるが、サブタイプ選択的な阻害剤等は知られていない。そこで、サブタイプ特異的な阻害剤の分子設計。CI-成分に特異的な阻害剤開発のためのスクリーニング系の開発と阻害剤探索を行う。

研究計画：

EAATs の生理的なメカニズムは、基質取り込みと連動している成分と基質取り込みとは連動しない成分 (CI成分) の大きく二つの異なる成分から構成されている。両成分はどちらもグルタミン酸依存性であるため、グルタミン酸結合部位と競合するような制御分子を開発しても、両成分を区別できる可能性は低い。つまり CI

成分の阻害物質探索のためには純粋に CI成分をモニターするような新たなアッセイ系の開発が必要である。

成果：

CI成分が多い EAAT4, 5を用いて、CI成分特異的なアッセイ系を立てることとした。発現確認するために、EAAT4, 5の C 末端ペプチド断片に対するポリクローナル抗体を作成した。また EAAT4, 5を fusion させた融合蛋白質を構築した。また EAATs にホモロジーの高い中性アミノ酸トランスポーターASCT1, 2の発現用クローンの構築を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 グルタミン酸、トランスポーター、阻害剤

【研究題目】 永久磁石とスマート流体を用いた省電力型電磁軸受の開発と評価

【研究代表者】 是永 敦 (先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 佐々木 信也、間野 大樹

【研究内容】

本研究は、電気粘性流体をすべり軸受の潤滑剤として使用し、電場及び磁場を印加することによって軸受に制御性をもたせ、外部信号で軸受特性を制御することによって機械システムの性能を向上させることを目的としている。全体の目標は、電気粘性流体軸受到に電場を印加する場合と磁場を印加する場合の特性を把握した上で、省電力でより大きな負荷容量を得られる軸受ならびに信頼性の高い軸受を実現することである。本年度の計画は、軸受特性評価試験装置を用いて、電気粘性流体軸受到に電場を印加する場合に効果的な電極の配置を明らかにすること、併せて磁石の配置の検討を行い、省電力型電磁軸受の設計指針を確立することである。まず、すべり軸受の軸受全周または部分的に電圧を印加したときの軸心位置・摩擦トルク・圧力分布を測定し、軸心位置を任意に制御する方法を示すとともに、効率的に摩擦トルクを低下させる方法を実験的に明らかにした。次に、軸受の一部をグランド電位として、軸受内で電圧を印加したときにも、軸をグランド電位にしたときと同様に摩擦トルク低減効果があることを明らかにした。また、磁場印加効果については、ネオジウム永久磁石を円錐面上に配置して、摩擦力低減効果を検討した。その結果、磁石同士の間隔が極めて重要なパラメータであることを明らかにした。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 液晶系電気粘性流体、永久磁石、軸受

【研究題目】 出芽酵母と分裂酵母をモデルとした細胞極性の制御機構の解析

【研究代表者】 藤田 篤

【研究担当者】 藤田 篤

### 〔研究内容〕

モデル生物として広く用いられている分裂酵母と出芽酵母を使って、細胞内における極性の制御機構を明らかにすることを目標として研究を行った。出芽酵母の窒素源飢餓時に見られる擬菌糸様の形態変化では、細胞が一方方向へ伸長する特異的な極性成長を示す。過剰発現により、窒素飢餓時の酵母細胞が寒天培地中へもぐり込むのではなく、培地の表層に拡大していく現象を強く誘導する因子 Sfg1を見いだした。この因子の発現により非常に大きな擬菌糸コロニーが形成される。この因子のシグナル伝達経路上の位置付けについて検討を行い、Ras2の下流に位置することを明らかにした。過剰発現により、分裂酵母の細胞伸長方向に影響を及ぼす因子を探索した。PB1 domain を含む新規因子は、Two-hybrid 解析の結果、Scd2の PB1 domain と相互作用し、Scd1のそれとは相互作用していなかった。この因子の遺伝子破壊は致死ではなく、また、細胞の極性等にも変化は見られなかった。分裂酵母の Mid2欠損変異株では、Old End 側からしか細胞が伸長しないが、これに CK2 (旧名カゼインキナーゼ II) のβサブユニットを過剰に発現させると、New End 側からの細胞伸長が誘導されることを見いだした。細胞伸長時の観察から、野生型株に比べ、比較的早い時期から、New End 側からの伸長が起こっていることが明らかとなった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 分子生物学、酵母

### 〔研究題目〕 形態と姿勢を再現する手のデジタルモデルの研究

〔研究代表者〕 河内 まき子

〔研究担当者〕 河内 まき子、持丸 正明、  
宮田 なつき

### 〔研究内容〕

手で操作する工業製品は多く（携帯電話、リモコンなど）、それらを使用者層の手の形態変異に合わせて設計する必要があるにもかかわらず、手の形態変異と姿勢に関する知見・データはあまり蓄積されていない。それは、解剖学的基本肢位における寸法や形態データだけでは、製品設計の役に立たないためである。そこで、個人差が大きな手の多様な姿勢での形態をデジタルモデルとして合成するために、以下の研究を行った。(1)手の形態の個人差を表現する代表形態の生成：日本人成人男女103名につき82項目の寸法を計測し、これらのもつ情報を因子分析法 (varimax 回転) によって圧縮した。関節部の頑丈さに関する第1因子と指の長さに関する第2因子の得点をもとに被験者103名の散布図を描き、この95%を中にふくむような確率楕円を計算した。Bittner らの提案する方法を用いて、分布の中心の1体および分布の周辺 (95%確率楕円上) の8体の代表形態がもつべき寸法を算出した。また、(2)で作成した基本モデルの寸法を、

計算した9体の代表形態それぞれの寸法に一致させることにより、分布の中心と分布の周辺にいる9体の代表形態の3次元モデルを作成した。(2)関節回転中心位置の決定：関節角度が異なる複数の姿勢で手の MRI 計測をし、骨の形はかわらないという仮説のもとに、近位の骨を重ね合わせ、遠位の骨が回転するときの回転中心を決定した。この方法で、ある個人の医用画像から、回転中心位置を上記方法で決定したリンク構造と表面形状をもつ手の基本モデルを作成した。

(3)以前の研究で取得された27名分の手の X 線写真を用いて、手の骨長間のアロメトリを調べた。小指の中節骨が極端に短い例が3名おり、これらを除くと指の長さは手の長さに対してアイソメトリの関係にあることがわかった。(4)手の各節にマーカをつけて、直径の異なる複数の円筒を持つときの手の姿勢を計測した。運動データから計測された被験者のリンク構造を決定する方法を開発し、また計測しなかった条件での手の姿勢を推定する方法を開発した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 手、三次元形状モデル、関節中心

### 〔研究題目〕 四次元 MRI 画像への骨モデルマッチングによる手の関節構造・骨皮膚相対変形の解明

〔研究代表者〕 宮田 なつき

〔研究担当者〕 宮田 なつき、河内 まき子、  
持丸 正明、太田 順 (東京大学)

### 〔研究内容〕

生きた人間の手指が運動する際の構造的な特性は、定量的には明らかになっていない。本研究では、生きた人間の手が運動する際の、関節回転軸や関節中心位置という関節構造と、骨に対する皮膚変形量を、複数姿勢で撮影した三次元医用画像への標準的な骨モデルのマッチングにより定量的に明らかにする。平成16年度は、MRI 計測によるデータ収集を開始するとともに、必要な構造データを導出するための基本手法を構築した。

まず、データ収集活動として、日本人被験者計5名の MRI 計測を行った。姿勢変化時の骨格構造の各関節における挙動を明らかにするため、一人の被験者につき、手のひらを自然に開いた姿勢と、直径の異なる3種類の円筒を握る姿勢の、計4姿勢計測した。その際、姿勢変化に伴う皮膚変形情報を取得するため、球形のビタミン剤をマーカとして皮膚表面に貼付した。

関節構造の解明に関して、骨モデルマッチングによる骨格位置姿勢の半自動的同定のための基本手法を構築した。骨モデルは、MR 画像から手作業で骨格領域を抽出し、作成した。また探索領域の性質が複雑で、位置姿勢の探索対象となる手骨が19個と多いことから、オペレータがインタラクティブにおおよその初期位置に置き、収束計算によって詳細位置を自動的計算することにした。

初期位置の指定については、MR データをボリュームレンダリングで表示した画面上で少数の特徴点を指定することで、インタラクティブに骨モデルの探索初期位置を設定するインターフェースを実装した。詳細位置は、サーフェスマッシュモデルに含まれるボクセル値の総和が最大化する姿勢を収束計算で求めることにした。

皮膚変形に関して、姿勢変化に伴う皮膚変形記述手法を考案した。皮膚は連続しているため、各マーカは近辺の複数の関節から姿勢変化の影響を受けることになる。そこで、各マーカが属する骨を決め、その骨に対する3次元相対位置変化として記述することにした。基本技術として、各骨に解剖学的に妥当で被験者同士の比較の可能な座標系の設定方法を提案した。最初の一人分については、慣性主軸と ISB の定義により設定し、二人目以降については、Iterative Closest Point Method を用いて座標系をコピーする手法を提案した。

【分野名】情報通信

【キーワード】ハンド、MRI、皮膚変形、関節構造

【研究題目】骨吸収防止のための組成物及び人工骨材料

【研究代表者】伊藤 敦夫（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】伊藤 敦夫、十河 友（人間福祉医工学研究部門）

【研究内容】

本研究の目標は、Mg 含有リン酸三カルシウム (MgTCP) を、骨粗鬆症予防薬または改善薬、あるいは骨吸収を防止する人工骨材料として利用できるよう、その特性を明らかにすることである。当該年度は Mg 含有量 0-10mol% の範囲での MgTCP の溶解度積を求めた。リン酸三カルシウム (TCP) または MgTCP は加水分解するために、溶解度は TCP/リン酸水素カルシウム、TCP/リン酸8カルシウムのシンギュラーポイント近傍で測定した。すなわち、Mg 含有量の異なる MgTCP を合成し、ポリエチレン容器内の 0.08M 酢酸-酢酸ナトリウム緩衝液 (pH5.5) に投入して、攪拌しながら3ヶ月間放置し、ICP で Ca、P、Mg 濃度を測定した。溶解実験は空気中で行った。MgTCP の溶解度積 (Ksp) を既報の方法で計算した後、得られた Ksp 値から逆計算で pH5.0 から pH7.4 までの溶解度を逆計算した。3ヶ月放置後の MgTCP、TCP 粉末は X 線的には TCP または MgTCP 相であった。pKsp と Mg 含有量 M (mol%) との間には  $pKsp = 29.041 + 0.90467M + 0.18069M^2 + 0.025962M^3 - 0.00192M^4 + 0.000055199M^5$  なる関係があった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】人工骨、骨吸収、マグネシウム、溶解性

【研究題目】位置選択的抗体固定化法を利用した環境水中の多種汚染物質の同時センシング

【研究代表者】下坂 琢哉

【研究担当者】前田 恒昭、内山 一美（首都大学東京）、中釜 達朗（首都大学東京）

【研究内容】

本研究では PDMS 製マイクロチャンネルを反応場に用い、安価な使い捨てタイプの酵素反応を利用するセンサとしての可能性を検証した。またマイクロチャンネルの機能集積化を目的として、光架橋剤と結合させた機能性タンパク質（酵素）をレーザーによって位置選択的にチャンネル内壁へ固定する手法（光固定法）を導入し、反応場の耐久性や分析系集積化の可能性などについても検討した。

流路が深さ50μm、幅1mm、長さ40mm のポリスチレン製マイクロチップを用いた。西洋わさびペルオキシダーゼ (HRP) 及びアルカリフォスファターゼ (ALP) を光架橋剤である ATFB-SE で予めラベル化した。まず ATFB-HRP を流路に導入し、He-Cd レーザー光を照射し、照射位置に HRP を固定化した。ATFB-HRP を流去、洗浄後 ATFB-ALP を同様に流路に導入後、光照射により別の場所に固定化した。固定化の評価は、HRP・ALP によりそれぞれ Amplex Red→蛍光性 Resorufin、FDP→フルオレセインを生成する酵素反応により行った。両酵素とも失活せずに光照射位置に精密に固定化できることがわかった。次に PDMS マイクロチップを用い予め BSA を吸着させたチップ表面に光固定化法によりグルコースオキシダーゼ (GOD) 及び HRP をそれぞれ固定化した。これによりグルコースセンサが実現できた。本センサは数秒以内に測定可能で、0~128μM の間で良好な直線性が得られ、検出限界は 0.2μM まで達成した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】マイクロチップ、位置選択的固定化、タンパク質

【研究題目】記憶と情動の関係における海馬-扁桃体-前頭前野回路機能の研究

【研究代表者】瀧田 正寿（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】瀧田 正寿（人間福祉医工学研究部門）

【研究内容】

ラットの作業記憶と情動記憶における、海馬、扁桃体、前頭前野間の連絡の役割を比較することを研究目的とする。海馬-扁桃体、海馬-前頭前野、扁桃体-前頭前野の繊維連絡は主に同側性であり、神経細胞特異的な損傷を示すイボテン酸を脳半球非対称性に注入する時、非損傷側に残るもう一方が各々の脳領域機能を行動上補償し、領域間の機能的連絡は遮断される。この操作が遅延選択反応と条件性恐怖反応へ及ぶ効果を明らかにし、引き続き、両側の海馬、扁桃体、前頭前野を対象に、領域の個別損傷の効果を明らかにして、機能的連絡と領域機能の関係を解析する。そして、遅延選択反応と条件性恐怖反

応に伴う海馬-扁桃体間、海馬-前頭前野間、扁桃体-前頭前野間神経回路の伝達効率の調節を、一領域の電気刺激に应答する他領域の神経活動反応より明らかにする計画である。

成体の雄性ラットを用い、(遅延選択課題・恐怖条件づけ課題) × (海馬-扁桃体路・海馬-前頭前野路・扁桃体-前頭前野路+各両側部位) × (損傷群・偽手術群+電気生理実験)を対象として段階的に実験を実施した。学習・記憶と情動の間の関連性を解析するため、寡動性を行動指標として条件付け恐怖の解析を行い前頭前野(頭蓋のプレグマ縫合を基準に前方3.2mm、横0.8mm、深さ3.5mm)の神経伝達機能を同時計測した。対照群との比較より、この領域が認知行動と情動への二重調節を担うことが示唆された。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 学習、記憶、情動、海馬、扁桃体、前頭前野、神経可塑性

[研究題目] 堆積物による地磁気エクスカージョンの詳細な研究

[研究代表者] 小田 啓邦

[研究担当者] 小田 啓邦

[研究内容]

地球磁場逆転を用いたいわゆる古地磁気層序学の適用できる分解能を超えて詳細な年代の推定を可能にするために、地磁気エクスカージョンの年代および実態を明らかにすることを目的とする。そのために、現状で報告されているエクスカージョン記録のうち、データ数が多く客観的な対比が可能なブルネ正磁極期(過去78万年)のものに限って100以上の文献から整理を行い、全体の総括を行った。その結果、おおよそ23のエクスカージョンが存在すること、そのうち18については複数の地域で信頼できる記録が得られることが判明した。全部で23のエクスカージョンのうち20個に関して、ODP Site 983の相対磁場強度変動曲線の極小値との対応が見られ、地磁気エクスカージョン発生時に地球磁場強度が小さくなっていることが確認された。Worm (1997) が指摘したエクスカージョンと氷期-間氷期サイクルとの相関については、エクスカージョンの数が氷期-間氷期サイクルの数を上回っていることから、特に明確な相関性はない可能性が高い。また、バイカル湖の Ver96-2、St7の u-channel 試料について古地磁気・岩石磁気データの deconvolution 解析を行った。年代推定値は171-200ka (Iceland Basin エクスカージョン) に相当し、エクスカージョン最中に相対磁場強度も弱くなることが確認された。さらに、IMAGES による MD982185およびMD982195コア試料のエクスカージョンに相当する複数の層準から1cm 間隔の古地磁気試料を採取した。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 地磁気エクスカージョン、ブルネ正磁極

期、相対磁場強度

[研究題目] 大規模波動によって生じる土砂移動の現地調査と水理実験に基づく検証

[研究代表者] 七山 太

[研究担当者] 七山 太

[研究内容]

本邦の沿岸沖積低地において、古津波や台風等の大規模波浪に伴う土砂移動の事例を詳細に調査し、大規模波動に伴う沿岸浸食や陸上および浅海底への土砂移動の輸送プロセスのモデル化を目的として、3ヶ年計画で本研究計画を開始した。本年度の研究対象は、北海道東部太平洋沿岸域の浜中町霧多布湿原と釧路市春採湖に分布する1843年天保津波、1952年十勝沖地震津波、1960年チリ沖地震津波、17世紀の巨大津波によるイベント堆積物とし、以下の手順で実施した。まず、当該地域の20世紀における津波浸水災害に関する文献検索を実施し、津波に伴う土砂移動がどのように生じたかを詳細に調べた。これに基づき、現地調査を実施した。霧多布湿原においては、汀線から直交する方向に調査測線を引き、検土杖でのイベント堆積物の空間的分布状況を詳細に調べた。その後、各測線上の代表的な地点において大型定方位試料採取を実施した。春採湖においては、厳冬期に湖面が氷結することを利用して氷上に測線を設定し、大口径のシンウォールサンプラーを湖底に押し込む方法で、定方位試料採取を実施した。剥ぎ取り転写法と軟 X 線写真を用いて、イベント堆積物の堆積構造の検討を行った。これによって、遡上流と戻り流れのイベント性の区分、ならびに湖沼流入型と湿原遡上型の2つのタイプの堆積相を認定することが出来た。さらに、粒子組成や粒度組成の検討も実施し、大規模波動に伴う沿岸浸食や陸上および浅海底への土砂移動の輸送プロセス、堆積プロセスをより詳細に復元し、その定量的モデル化を試みる予定である。

[分野名] 地質・海洋

[キーワード] 春採湖、霧多布湿原、巨大津波、津波堆積物、古地震学、千島海溝

[研究題目] サンゴ白化現象に伴う骨格記録の解析と過去の高水温イベントに関する研究

[研究代表者] 鈴木 淳

[研究担当者] 鈴木 淳、川幡 穂高、蓑島 佳代、井上 麻夕里、吉永 弓子、高岡 光枝、外西 奈津美

[研究内容]

1998年夏、琉球列島など国内のサンゴ礁の広い範囲において観察史上もっとも大規模なサンゴの白化現象が発生した。本研究では、サンゴの白化に際して骨格にはどのような記録が残るか、また、1997-98年のような大規模な白化現象は過去にも起きていたかどうか、を明らか

にする。初年度にあたる平成16年度は、「白化現象の骨格記録パターンの解明」と「長尺サンゴ試料に過去の白化記録が存在するかどうか」を中心に検討した。

まず、1997-98年に白化を呈したサンゴ群体（Porites 属）について、骨格中にどのような白化現象の記録を留めているかどうかを検討した。試料として、この白化現象直後に琉球列島石垣島およびその他の海域にて採取された複数のサンゴ群体を用いた。骨格について成長軸方向に0.2mm 間隔で微小サンプリングを行い、得られた骨格粉末の酸素、炭素同位体比を測定した。その結果、酸素同位体比には白化イベントに対応して大きなシフトが認められた。このシフトは骨格の成長が一定期間停止していたことを示すものと考えられる。

また、1997年以前に、サンゴの成長に何らかの異常を伴うイベントがあったかどうかを検討するために、大型ハマサンゴ群体より採取された柱状試料を分析した。石垣島東岸の安良崎沖のチャンネル部には、3つのハマサンゴ属の群体が融合した複合コロニーが存在し、1998年の大規模白化イベントに際し、一つの群体は白化を呈し、隣接する2つの群体は白化を起こさなかったことが確認されている。この白化を呈した群体および白化しなかった群体の双方より採取された試料について、過去20年間の記録を分析したところ、1998年以前に白化起源と思われるような酸素同位体比プロファイルの変形は見られなかった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】サンゴ、骨格、白化、温暖化、酸素同位体対比

【研究題目】古海洋環境変遷に関連した円石藻（石灰質ナノ化石）の化石化過程の研究

【研究代表者】田中 裕一郎

【研究担当者】田中 裕一郎、嶋田 智恵子、矢羽 悠子

【研究内容】

石灰質の殻を持つ円石藻（石灰質ナノ化石）に着目して、浅海層、中層や深海層のセジメントトラップの試料について、各深度の季節変化に伴う円石藻群集の変化を明らかにし、沈降過程に伴う群集の変移を明確にする。さらに、古海洋環境の復元のためにトラップ試料に見られた群集から海底表層堆積物の遺骸群集との相互関係を明らかにすることを目的とする。そのため、シャツキーライズ近海に設置された深度約1000m、2500m と約4000m の深度のトラップ試料について、円石藻のフラックスと構成種の季節変化を分析した結果、浅層トラップは、円石藻フラックスのピークは、1998年12月および1999年1月であったのに対して、深層トラップは、1999年5月～6月と1998年11月にピークがみられた。一見すると両トラップの円石藻フラックスの変動パターンは、逆相関をしていた。一方、各トラップの円石藻群集パター

ンは、比較的類似しており、浅層と深層との間で粒子の移流が考えられるものの、その群集としては、表層海域を反映した結果であった。また、シャツキーライズ海底表層堆積物における石灰質ナノ化石群集解析では、炭酸塩の溶解に強い寒冷種の頻度がトラップ試料での頻度より10倍近く増加していた。さらに、この海域で最も産出量の多いものの、溶解に弱い種はトラップ試料に比較してその割合が減少していた。一方、温暖種は、比較的保存状態はよく、トラップ群集とほぼ同様の占有率であった。

【分野名】地質・海洋

【キーワード】円石藻、炭酸塩、化石化、古環境

【研究題目】相対論的高強度レーザーによる超強磁場発生とエネルギー輸送に関する理論モデルの構築

【研究代表者】加藤 進

【研究担当者】加藤 進

【研究内容】

本研究では、高強度レーザー光を高密度プラズマに照射した場合におけるレーザー磁場強度に匹敵する準静的超強磁場の発生機構と、その強磁場のレーザー光の吸収およびプラズマ中へのエネルギー輸送に対する影響を理解するための理論モデルを構築する。相対論的高強度レーザーによって発生する準静的超強磁場はその空間位置がレーザー浸入領域にあるという特徴を持つ。このため、レーザー光の吸収に表面磁場が直接関与する。すなわち、レーザーとプラズマとの相互作用領域と、発生する磁場の領域を分離して考えることができないため、現象が強い非線形性を持つ。

相対論的高強度レーザーとプラズマの相互作用に潜む非線形性を記述するモデルによる本質の抽出を試みる手助けとするため、2次元の相対論的電磁粒子シミュレーションコードを開発した。また、高エネルギー密度電子によるプラズマ表面における磁場発生に関する理論を簡易モデルを用いることにより構築した。開発したシミュレーションコードを用いて理論の適用範囲と問題点を明らかにした。その結果、自発的に発生した磁場に捕捉される電子に条件があることがわかった。また、発生する磁場強度および範囲のパラメータ依存性を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超強磁場発生、超臨界密度プラズマ、高強度レーザー、高エネルギー電子、エネルギー輸送

【研究題目】厚さが数分子層以下の有機半導体層における電界ドーピング効果の分光学的測定

【研究代表者】池上 敬一

【研究担当者】東京海洋大学・海洋工学部 大貫 等

### 〔研究内容〕

電界ドーピング現象を理解する礎を提供する目的で、金属／絶縁体／半導体／金属という平行4層構造のモデルに、簡単化のための種々の近似を適用して上で、フェルミ分布とガウスの法則とを連立方程式として解析的に解いた。その解にラングミュア・プロジェクト (LB) 膜を半導体層及び絶縁体層として用いた場合に想定される物性常数を代入し、振る舞いを調べた。その結果、半導体層の膜厚と伝導帯の状態密度の両方が極端に小さい場合には電界ドーピング現象に非線形性が生じるものの、蓄積層の厚さが膜厚に比して十分小さいという状況は保持されると期待されることがわかった。

一方、電界ドーピング効果の分光学的測定を行うため、フーリエ変換赤外分光光度計の改造を行った。その装置を用い、ガラス基板上の金蒸着膜上に半導体 LB 膜、絶縁体 LB 膜、導電性 LB 膜を順次積層した試料に対し、金蒸着膜と上部電極である導電性 LB 膜との間に電圧を印加する前後のスペクトルを測定し比較した。しかし、現在のところは半導体層であるアルキル置換 TCNQ の LB 膜に対する電界ドーピング効果の分光学的検出には至っていない。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 有機薄膜トランジスタ、電界ドーピング、赤外反射吸収分光法、LB 膜

### 〔研究題目〕 液状分子吸着による硬度低減効果を利用したセラミックス表面せん断加工の基礎研究

〔研究代表者〕 加納 誠介  
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 加納 誠介

#### 〔研究内容〕

炭化タングステンをを用い液状分子 (アルコール類やエステル類) による表面硬度低減効果によって表面せん断除去加工を行うための基礎的研究を実施し、スクラッチ試験による液状分子塗布表面の表面破壊状況、清浄炭化タングステン表面への液状分子の吸着状態、単純切削試験による液状分子塗布表面の加工状態を明らかにする。

このため、液状分子塗布による表面硬度低減や一軸荷重による圧縮除去加工における結果をもとに、これを表面せん断除去加工のための基礎的研究としての1次元除去加工として、平成16年度には、スクラッチ試験による液状分子塗布表面の表面破壊測定を実施するとともに、清浄炭化タングステン表面への液状分子の吸着状態分析一部を実施した。平成17年度には引き続き清浄炭化タングステン表面への液状分子の吸着状態分析を実施するとともに、単純切削試験による液状分子塗布表面加工を実施する。

平成16年度にはスクラッチ試験による液状分子塗布表面の表面破壊試験において、これまでに表面硬度の低減

効果が認められた液状分子と市販の加工液をそれぞれ塗布し、荷重や加工深さ、引っかかり抗力等の関係を調べた。その結果、無塗布試験片では加工痕周辺に破壊が認められたが、液状分子や市販の加工液を塗布した表面では、ほとんど破壊は起こっていなかった。液状分子と市販の加工液を比べると、いずれも潤滑の効果が大きく液の種類による明確な差は見られなかった。清浄炭化タングステン表面への液状分子の吸着計測では、レーザー照射後の表面が大気に触れることを避けるため、表面に液を塗布した後にレーザーの照射を行い、液に変化が出るかどうかを調べたが、変化はなかった。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 炭化タングステン、液状分子、表面せん断除去加工

### 〔研究題目〕 デュアルセンシング FBG 計測システムを用いた複合材料の健全化評価

〔研究代表者〕 津田 浩

〔研究担当者〕 津田 浩

#### 〔研究内容〕

近年、電磁波障害を受けないことや小型・軽量なことから光ファイバセンサが構造体の健全性評価センサとして注目を集めている。本研究では光ファイバセンサの一種である FBG を用いて一つのセンサでひずみと超音波の二つの物理量を計測するシステムを開発し、そのシステムを用いて複合材料の衝撃試験における動的ひずみの計測、ならびに衝撃試験後の衝撃損傷を超音波検査する。従来、ひずみ計測はひずみゲージを用いて行い、超音波検査は圧電超音波センサを用いて行ってきた。本システムの適用により一つのセンサでひずみ計測から超音波検査まで行うことができ、健全性評価システムの簡素化を実現することができる。これまでにハードウェアとして同システムの構築、ならびに衝撃試験機の設計を完了した。また実験としては FBG センサのグレーティング長と超音波波長との関係が応答信号波形、ならびに感度に及ぼす影響を評価した。超音波波長がグレーティング長の2倍以下になったとき、超音波検出感度が極めて低下することを実験的に明らかにした。今後、これらのシステムを用いて複合材料の衝撃損傷時のひずみ計測、ならびに超音波検査試験を行う予定である。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 衝撃損傷、複合材料、ひずみ計測、超音波計測、非破壊検査

### 〔研究題目〕 ドメイン制御による非鉛系圧電セラミックスの設計とアクチュエータ応用に関する研究

〔研究代表者〕 王 瑞平

〔研究担当者〕 下條 善朗、他 (職員1名、他1名)

## 〔研究内容〕

センサ、アクチュエータ等に多用されている圧電材料は現在、PZTをはじめ鉛酸化物が主流である。圧電材料の低環境負荷化をめざして非鉛系圧電材料の探索を進めた。タンタル酸ナトリウムカリウムを母材として II 族・IV 族金属酸化物を添加し、放電プラズマ焼結法で合成したセラミックス試料において、相対密度が高く、PZT に匹敵する圧電特性を持つ試料の作製可能性を示した。また、非鉛系圧電セラミックスの設計指針をまとめるために、誘電率の温度依存性の結果から相図を作成した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕圧電材料、アクチュエータ、低環境負荷電子材

## —大学等発ベンチャー創出支援—

〔研究題目〕イノベーション創出事業費

〔研究代表者〕三宅 正人

〔研究担当者〕三宅 淳、玉井 宏紀、佐々木 智恵

〔研究内容〕

本研究開発は、骨再生促進のための創薬ターゲットを高速・大規模にスクリーニングする技術を提供することを目的とし、ゲノムデータベース上の未知遺伝子が間葉系幹細胞におよぼす影響を、遺伝子発現プロファイルを指標にハイスループットで評価するためのキット・システムを開発する。ハイスループット化のために、多種レポーター遺伝子の間葉系幹細胞への導入と、導入した遺伝子発現挙動の網羅的なモニタリングに適した細胞アレイ型のスクリーニングシステムと解析ソフトウェアを開発する。平成16年度は最終年度として、開発した細胞アレイ型スクリーニングシステムとソフトウェアを用いて株化乳癌細胞の増殖を抑制する効果が期待できる標的の探索を行った。その結果、株化乳癌細胞の増殖を支配している2つのパスウェイが明らかになり、そのパスウェイ上に位置する4つの標的（内1種類は既知）が明らかになった。得られた標的の機能を RNA 干渉により抑制すると癌細胞の増殖が実際に抑えられたことから実用性が確認できた。本研究成果に基づいたベンチャー企業を設立し、本事業を完了した。本ベンチャー企業は上記技術を用いて新しい創薬標的を探索し、製薬企業とともに新しい医薬品の開発に取り組むことを目指している。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕骨再生、細胞アレイ、創薬

## —構成労働科学研究費補助金—

〔研究題目〕3D サウンドを利用した視覚障害者のための聴覚空間認知訓練システム

〔研究代表者〕関 喜一（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕関 喜一（人間福祉医工学研究部門）、佐藤 哲司（国リハ学院）

## 〔研究内容〕

目標：

視覚障害教育・リハビリテーションにおける、聴覚空間認知、即ち、音を手がかりに自動車や建造物などの物体の存在を知る技能を獲得させるための訓練システムを、3D サウンド技術を用いて開発することを目的とする。

研究計画：

前年度の音響システムのハードウェアの構築とカリキュラムの原案の作成に引き続いて、平成16年度はカリキュラムのソフトウェア化と被験者試験を行う。

成果：

前年度の成果である3D サウンドシステムに、頭部位置センサを装備した訓練システムを構築した。また、仮想訓練環境や訓練カリキュラムについては ML 化を行った。磁気による6自由度位置センサを用いて被訓練者の頭部位置を計測することによって、頭部が動いた場合、仮想環境の音像の相対位置をその逆方向に移動する制御を行うことにより、あたかも絶対位置が固定された環境の中に自分がいるかのような没入感を作り出すことができた。これにより、被訓練者が自分の頭部の動きによる周囲の音の聞こえ方の変化を学習することが可能となった。仮想訓練環境と訓練カリキュラムは、独自の XML 型式により、音源、道、壁、目印（ランドマーク）について記述した。また、視覚障害教育・リハ関係の現場に対して音響訓練に関する実態調査を実施した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕視覚障害、リハビリテーション、聴覚、3D サウンド、バーチャル・リアリティ

〔研究題目〕リサイクル品・廃棄物処理工場での粉塵爆発災害の防止に関する研究

〔研究代表者〕荷福 正治

〔研究担当者〕藤原 修三、堀口 貞茲、荷福 正治、シ ril・パール、羽鳥 真紀子、八島 正明、山隈 瑞樹、竹内 学

〔研究内容〕

本研究は、家電製品のリサイクル工場、廃棄物処理工場で近年頻発している粉塵爆発災害を防止することを目的とし、そのための基礎資料を提供しようとするものである。資源の有効利用や環境保全の見地からリサイクルや廃棄物の処理が行われているが、その過程で可燃性の粉塵やガスが発生し、これらが何らかの原因で着火し、爆発災害に至る事例が頻発し、従業員への人的被害や工場施設の損害のみならず、リサイクルや廃棄物処理にも大きな影響がでており、その安全確保は大きな社会的要請となっている。これらの観点から、粉塵・ガス混合気の爆発のしやすさの評価・検討、粉塵・ガス混合気の爆発強度の評価・検討、粉碎等による静電気危険性、着火源の形成・観測、破碎・粉碎工程における粉塵爆発災害防止対策等の検討・解明を行い、粉塵爆発災害の防止を

目指した。

本年度の研究の結果、以下のことが分かった。リサイクル品や廃棄物の処理工程、特に、冷蔵庫処理工程ではポリウレタン粉塵の発生に加え、断熱材発泡ガスが放出され、粉塵爆発を促進する危険がある。発塵空間の酸素濃度を12.5%程度、相対湿度を約90%以上にすると爆発抑制に効果的である。ハイブリッド混合気では相乗効果によって爆発性（燃焼性）が大となる。粉砕等では特に機器や作業者が帯電しやすいので、静電気を発生しにくい部品や構造を採用するべきである。各種ポリマーの中でエポキシは激しく燃焼し、燃焼後の残渣も少ない。TSC 測定、TSCD 測定により破碎・粉砕工程で粉塵に生じた電荷量を見積もることができる

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リサイクル、廃棄物、粉塵、爆発

【研究題目】マイクロアレー、プロテインチップを活用した、ヒト正常神経細胞を用いた薬剤安全性評価システムの開発（H14-トキシコ-003）

【研究代表者】金村 米博

【研究担当者】角田 達彦、岡野 栄之、伊藤 允好、三木 直正、山崎 麻美

【研究内容】

従来、一般的に薬剤の神経組織に対する副作用、および催奇性などの安全性の評価は、実験動物個体、もしくは細胞を用いて行われてきた。しかし、薬剤の薬理作用の発現、分解・代謝方法、副作用には、生物種差が存在し、ヒトに対して安全な薬剤開発のためには、ヒト細胞を用いた有効な評価系の確立が望まれるところである。加えて、ヒトゲノム情報を駆使し、遺伝子・タンパク質の分子レベルで薬剤の安全性評価を行うためにも、ヒト細胞を用いた評価系の構築は有効であり、その研究開発は社会的急務である。そこで、本研究開発は、ヒト神経幹細胞、あるいはそこから人為的に分化誘導したヒト神経・グリア細胞を、*in vitro* 評価用基準細胞として用いる投与薬剤の遺伝子・タンパク質発現におよぼす影響を、包括的に解析する手法を確立させ、それを駆使したヒト中枢神経細胞・組織に対する薬剤の副作用、催奇性を効率的、客観的にスクリーニングする、高感度安全性評価システムの開発を目指した。さらに、遺伝子素因の異なるヒト神経系細胞における薬効の差異の判定を行い、遺伝的多型情報に基づく、ヒト神経系の副作用予測システムを構築することを目指し、研究開発を行った。

今年度はプロジェクト最終年度であり、使用細胞の選定、マイクロアレー解析方法、評価方法、プロテオーム解析方法、評価方法に十分な成果を上げることができ、ヒト正常神経系細胞（GFAP 陽性細胞）を用いた薬剤安全性評価システムを構築することが達成できたと考える。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】神経細胞、トキシコゲノミクス、ヒト細胞

—廃棄物処理等科学研究費補助金—

【研究題目】研磨スラッジ産業廃棄物の再資源化及び利用技術に関する研究

【研究代表者】松崎 邦男

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】花田 幸太郎、初鹿野 寛一、清水 透、鳥阪 泰憲、加藤 正仁

【研究内容】

産業廃棄物として処理されているステンレス系研磨スラッジについて、精製処理技術、プラズマ溶射法による粉体化技術、再溶解技術の開発を行い、有効な再資源化技術を確立することを目的とする。また、粉末成形法及び粉末射出成形法による研磨スラッジの成形技術の開発を行うとともに、金型部品等の試作・試験を行い、研磨スラッジの利用技術を開発する。

今年度は水洗、乾燥の適切な方法により研磨スラッジの研削液の含有量を0.8wt%以下にすることができた。また、真空加熱脱脂により、300℃以上で研削油を分離回収することができた。前年度作製したプラズマ溶射処理装置を用いて、研磨スラッジより平均粒径30μmのステンレス球状粉末を15kg/hrで作製することが可能になった。さらに、作製条件により100nm~10μmの微細な粉末を得ることもできた。球状化し、磁力選別により砥粒を除いた粉末を用いてMIMにより成形した試料では90%以上の密度が得られ、強度も市販のステンレス粉末を用いた試料と同程度であることから、MIM用原料として有用であることが分かった。また、熱間圧延により研磨スラッジを固化成形した試料では、1100℃での熱処理により延性が改善し、1000℃以下では硬さを改善することができた。この改善は相変態に起因していることが分かり、この変態を利用することで素材の機械的特性を制御できるものと考えられる。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】粉末冶金、リサイクル、廃棄物

—助成金（その他）—

【研究題目】自然界の適応淘汰に学ぶ比較蛋白質設計

【研究代表者】小池 英明

【研究担当者】Lester Clowney、鈴木 桂子、高野 祥代

【研究内容】

四十億年の進化の結果、自然界は氷点付近から100度を超える広い温度範囲に適応した蛋白質を作り分けてきた。この壮大な時間をかけた自然界のアミノ酸改変に学び、立体構造の系統的な比較に基づいて、耐熱化に関わる普遍的な原理を明らかにする。さらに、その原理を耐

熱化に応用する新技術を開発することを目標とした。

中等度の好熱性（75度で生育）を持つ古細菌由来の転写因子タンパク質 TBP の立体構造を X 線結晶構造解析法により決定し、既に決定されていた超好熱性および常温性の生物種由来の同じタンパク質の立体構造と系統的に比較した。その結果、生育温度と高く相関して、高い生育温度のタンパク質ほど、その内部を構成するアミノ酸の疎水性が高くなる一方で、表面の親水性が増すことを明かにした。

ここで明らかにしたタンパク質の耐熱化要因の一般性を検討した。超好熱性（80度以上で生育）および常温性双方の種に由来する、立体構造が既知のタンパク質5種を、前年度までに開発した手法により立体構造およびアミノ酸配列を比較し解析した。その結果、生育温度と相関して蛋白質内部を構成するアミノ酸の疎水性が高くなる一方で、表面の親水性が増す傾向が全般に見られた。この傾向は単量体で機能する蛋白質の方が、多量体で機能するものより高かった。このことは、本研究で見出した要因が広い蛋白質の耐熱化に適用できることを示唆している。これらの結果に基づいて、タンパク質一般を耐熱化するための方法を提唱した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、耐熱性、改変、立体構造

【研究題目】イオンチャネル疾患の診断、治療のためのペプチドの探索と高機能化技術の開発

【研究代表者】木村 忠史

【研究担当者】稲垣 英利、久保 泰

【研究内容】

チリアンコモンタランチュラ (*Grammostola spatulata*) の毒腺より mRNA を抽出、cDNA ライブラリーを作製しクローンの塩基配列を決定した。その結果、既知のものを含み数十種の毒遺伝子を得た。これらのうち数種を昆虫細胞発現系において発現させることを試みている。また、天然のスキヤフォールドを利用し、立体構造のホモロジーモデリングにより蛋白質相互作用部位を予測し、同部位に進化工学的に変異を導入し特異性を変化させる系の構築を開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生物毒、ペプチド、進化工学

【研究題目】ポリマー反応場を利用した新規エコプロセス、エコマテリアル製造プロセスの開発（三井化学研究助成金）

【研究代表者】藤田 賢一（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】村木 孝仁、櫻井 貴之

【研究内容】

本研究ではポリマーの特徴を生かした新規ポリマー固定型有機金属触媒として、ポリマーの疎水的性質に基づく水中有機合成用新規耐水性触媒やポリマー空間をリビング重合反応場とする新規重合開始剤の開発を目指し、

新規ポリマー支持体として樹木状高分子の dendrimer に着目した。特に有機金属触媒を dendrimer のコア部に固定化することにより、dendrimer の世代伸長に伴う dendrimer 効果が期待されるため、本研究では dendrimer コア部での均一系触媒や重合開始剤の固定化に基づく新規触媒活性を検証した。

金属トリフラートをビピリジン配位子内包型 dendrimer に固定化した新規 dendrimer 型ルイス酸触媒を用いた水中での炭素-炭素結合生成反応では、dendrimer の世代伸長に伴い化学収率が向上することを見出した。また dendrimer 固定型金属アルコキシドを新規重合開始剤として用いることにより、 $\epsilon$ -カプロラクトンの開環重合が円滑に進行し、さらに dendrimer の世代伸長に伴いポリ ( $\epsilon$ -カプロラクトン) の分子量分布の低下が観測され、生分解性ポリエステル製造を効率的に行う重合開始剤の新規設計指針が明らかになった。

【分野名】ナノテク、材料・製造技術、環境・エネルギー

【キーワード】dendrimer、均一系触媒、重合開始剤、生分解性ポリエステル

【研究題目】層状複水酸化物とのナノコンポジット化によるプラスチック難燃化の基礎研究

【研究代表者】日比野 俊行

【研究担当者】日比野 俊行、大矢 仁史、西須 佳宏

【研究内容】

プラスチックに用いられる臭素系難燃剤は、ダイオキシン発生懸念から、その代替剤開発が望まれて久しい。本研究では、層状複水酸化物 (LDH) をプラスチックとナノレベルで複合化することによってポリマーの諸特性を落とすことなく、LDH が広い温度領域で熱分解によって水を放出する特長を利用して難燃化を図るための基礎検討を行った。具体的には、ナノレベルで複合させるために、層状化合物である LDH を、層間で剥いだナノシート状態にする技術の基礎検討、および水溶性ポリマーとの複合化と評価方法の基礎検討を昨年度に引き続いて行った。本年度は、アミノ酸含有 LDH がホルムアミド中でデラミネーションすることにより LDH がナノシートに転化したことを、デラミネーション前後の電子顕微鏡および原子間力顕微鏡観察で確認した。複合化初期検討では、アラニン含有する LDH を用いて水溶性ポリマーと溶液中で混ぜ合わせて作製した複合物を用いて検討を行ってきた。X 線回折分析からは、LDH がポリマー中に目視レベルで均一に分散されると X 線回折ピークが殆ど現れないことを確認していたが、より直接的な評価法として複合物断面の電子顕微鏡観察等のための試料調整法を調査し、凍結切断法等が有効であるとの方向性を見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】難燃剤、層状複水酸化物、プラスチック、

ナノコンポジット、代替剤

〔研究題目〕長期使用体内埋設型補助人工心臓の実用化に関する研究開発

〔研究代表者〕森 敏夫

(株)ミスズ工業 先端技術部 部長)

〔研究担当者〕(株)ミスズ工業 森 敏夫、  
ものづくり先端技術センター加工技術研究チーム 清宮 紘一 他10名

〔研究内容〕

体内埋設型補助人工心臓の量産時に、チタン製部品の研磨時間を従来方式の手磨きの1/10以下に短縮し、バラツキのない安定した品質を確保するため、産総研オリジナルの電解砥粒研磨技術を用いた自動研磨技術を開発することを目的とする。前年度の基部、ケーシング、翼の主要3部品についての手動式電解砥粒研磨実験と全自動研磨装置の試作に引き続き、本年度は、タッチセンサー方式により工具径、工具長を計測して工具摩耗を補正した位置制御技術を開発した後、5部品についての全自動電解砥粒研磨実験を行った。電解砥粒研磨後の表面粗さは0.2~0.3  $\mu$  mRa レベルで、後工程のパレル研磨により要求仕様の0.1  $\mu$  mRa 以下に到達できる。現在の5部品合計研磨時間は、手磨きの1/4程度であるが、量産開始が想定されている2年後の時点までに1/10以下に短縮することは、問題なく実現可能と考えられる。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕人工心臓、チタン、電解砥粒研磨、自動研磨、研磨時間

〔研究題目〕ブロードバンドネットワークのための次世代磁気光学素子

〔研究代表者〕Zayets Vadym

〔研究担当者〕安藤 功兒

〔研究内容〕

材料および素子構造の抜本的な見直しにより、現在の素子コストの大半を占める組立てプロセスを必要としない革新的な磁気光学素子を実現することを目標とする。具体的には、従来の酸化物系磁気光学材料に代えて、半導体基板上に成長可能な半導体系の新磁気光学材料を用いることにより、レーザなどの半導体光素子と一体的な集積化が可能な導波路型磁気光学素子の実証を成功させる。

本年度は、(Cd, Mn) Te 磁気光学導波路を450℃付近の温度で熱処理することにより、98%以上の高いモード変換効率が得られる波長幅を従来の5倍である15nm以上に拡大できることを見出した。この熱処理により導波路の光伝播損失も0.5dB/cm 以下に低下し、800deg/dB/kG 以上の磁気光学性能指数を得ることに成功した。さらに、この磁気光学導波路を用いて光アイソレーション比の評価を行い、20dB 以上の性能を得る

ことに成功した。

また (Cd, Mn) Te を用いる非相反位相シフト型光アイソレータの理論的な設計も行った。その結果、Mn 濃度が10%以上異なる2層コア構造導波路を用いた場合には130deg/cm 程度、(Cd, Mn) Te で覆われた (Ga, Al) As 導波路構造を用いた場合には60deg/cm 程度の非相反位相シフト量が期待されることが明らかになった。

以上の成果は、世界的にも高い注目を集め、4件の国際誌上における論文発表と共に、4件の国際会議の招待講演も行った。また日本応用磁気学会優秀研究賞を受賞した。1件の特許出願も行った。

〔分野名〕情報通信分野

〔キーワード〕磁気光学素子、光アイソレータ、希薄磁性半導体

〔研究題目〕塗布光分解法によるエピタキシャル酸化物膜の低温成長

〔研究代表者〕土屋 哲男

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕山口 巖、K. Daoudi

〔研究内容〕

ペロブスカイトマンガン酸化物は、強誘電性、磁気抵抗効果など多種多様な機能を有するので、その薄膜化によるデバイスへの応用が期待されている。しかしながらペロブスカイト酸化物の結晶成長には700℃以上の高温熱処理を必要とするので、シリコンデバイスに組み込まない問題がある。本研究では、塗布光分解法によるエピタキシャルペロブスカイトマンガン酸化物の低温製膜法を確立することを目的とした。紫外レーザー光による金属有機化合物の光化学反応を利用して500℃以下の低温で赤外線センサなどのエピタキシャル薄膜を作製する塗布光分解法を開発し、低温成長の最適化とそのキャラクターゼーションを行った。高感度赤外線センサ製造法に関する研究では、低温エピタキシャルランタンストロンチウムマンガネート ( $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ) 膜の特性を制御するため照射条件の最適化を行った (NEC との共同研究)。また、膜の断面を高分解能透過電子顕微鏡により詳細に調べ、基板界面からの結晶成長やレーザー波長による面内配向依存性を明らかにした。一方、焦電体を用いた赤外線センサ開発では、エピタキシャルチタン酸ジルコン酸鉛 ( $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ ) 膜が室温照射で得られ、その強誘電特性は、 $2Pr=52 \mu\text{C}/\text{cm}^2$  を示した。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕エキシマレーザー、低温成長、LSMO、PZT

〔研究題目〕実時間 Linux 向き組込用並列分散計算システムの実用化研究

〔研究代表者〕関山 守 (バンチャー開発戦略研究センター)

〔研究担当者〕 関山 守、戸田 賢二、中島 俊夫、  
金広 文男

〔研究内容〕

本研究は、産総研で開発された Linux ベースの実時間 OS である ART-Linux をネットワーク応用を含む組込機器の制御用 OS として実用化することを目指したものである。研究成果は、ART-Linux を組込機器で利用するためのハードウェアプラットフォーム及びその開発環境の構築、実時間 MPI の開発、実時間イーサネットの開発である。これらの研究には論理プログラマブルデバイス (FPGA) を活用しており、プロセッサを含むハードウェアのレベルから変更や検証が可能な実時間 OS を搭載できる並列分散処理可能な高性能なハードウェア/ソフトウェア開発環境を確立できたことが本研究の主要な成果である。本研究で開発のサポートを行った並列分散処理に対応した FPGA のボードは、組込機器開発をはじめ広い用途が期待できるものであるため、産総研の FPGA 関連の知財をもとに本年度設立したベンチャー企業から発売した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 実時間、Linux、組込、並列分散

〔研究題目〕 高異方性ナノプロセスを用いた極微細ダブルゲート MOSFET の開発

〔研究代表者〕 昌原 明植

〔研究担当者〕 清水 貴思、松川 貴

〔研究内容〕

目標：

新規なプロセス、材料、物性評価技術の統合により、高性能かつ低消費電力なダブルゲート MOSFET を開発する。具体的には、新規提案の3次元の加工が可能な高異方性ナノプロセスを用いて、従来の微細加工技術ではなし得なかった縦型極狭 Si チャネル極微細ダブルゲート MOSFET 作製技術を開発する。さらに、独自に開発する高品質な La 系高誘電率 (high-k) ゲート絶縁膜を適用した、高性能かつ低消費電力な high-k ゲート縦型ダブルゲート MOSFET を実現する。

研究計画：

垂直方向と水平方向を独立に制御可能な高異方性ナノウェットプロセスを用いて、短チャネル効果にも強く低消費電力な縦型 DGFET の開発を行い、また同時に、DGFET 構造に将来のゲート絶縁膜として期待される換算膜厚2nm 相当の La 系 high-k ゲート絶縁膜を導入することで、漏れ電流が極限まで抑えられた高性能 high-k DGFET の開発する。さらに、多機能走査型プローブ顕微鏡による微細チャネル内不純物分布の評価を行う。

成果：

新規なイオン照射減速エッチング法を用いて、12nm 厚という極めて薄い縦型チャネルを有する縦型 DG MOSFET の作製に成功した。作製した縦型

DG MOSFET が n-ch、p-ch 共に理想限界に近い S 係数を有することを確認した。また開発した縦型 DG MOSFET への高誘電率ゲート絶縁膜および金属ゲート電極の導入を目的として、縦型チャネル上への Ru/La 系酸化物双方の均一堆積を可能とする in-situ All CVD プロセスを開発した。多機能走査型プローブ顕微鏡を用いて、縦型極薄チャネル中の nm スケールでの不純物分布解析に成功した。チャネル厚が薄層化するにつれ、注入した不純物数が減少することを実験的に明らかにした。さらに、デバイス作製後にしきい値調節可能な4端子縦型ダブルゲート MOSFET の開発に成功し、片側ゲートの電圧制御により、Vth が可変であることを確認した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 イオン照射減速エッチング、低消費電力

〔研究題目〕 Co-Ni-Al 系強磁性形状記憶合金による磁場駆動型アクチュエータ材料の開発

〔研究代表者〕 及川 勝成

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 及川 勝成、崔 予文

〔研究内容〕

Co-Ni-Al 系 B2強磁性形状記憶合金は、延性に優れることおよびマルテンサイト変態点、磁気変態点が $-150^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ と幅広く制御できることが特徴である。本研究では、Co-Ni-Al 系 B2合金の線材及び板材を作製し、マイクロ組織制御による特性改善により飽和変位量の大きく、応答速度に優れた安価な固体アクチュエータ材料開発を目的とする。本年度は Co-Ni-Al 系  $\beta+\gamma$  強磁性形状記憶合金で、組成、温度を最適化することにより、冷間加工と時効熱処理を繰り返し、板厚300ミクロンの薄板を作製することに成功した。また、Co-Ni-Al 系  $\beta+\gamma$  強磁性形状記憶合金の制振特性に及ぼす  $\gamma$  相分率および  $\beta$  結晶粒径の関係について調査を行った。その結果、 $\gamma$  相分率が少ないほど、また、 $\beta$  相の結晶粒径が大きいほど制振性に優れることが明らかとなった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 形状記憶合金、強磁性、アクチュエータ材料

〔研究題目〕 シリコンナノ粒子精密連続合成のためのマイクロ空間プロセスの開発

〔研究代表者〕 中村 浩之

〔研究担当者〕 中村 浩之、金丸 茂

〔研究内容〕

反応温度・時間などの反応条件の制御性が高く、しかも連続合成が可能なマイクロリアクターを用いて、毒性の低いナノ粒子の合成を粒径制御しながら連続的に行う方法を開発する事を目的として研究を行った。本年度は、

より再現性が高く高収率でシリコンナノ粒子を合成する方法を探索し、さらに、更に、この研究を始めたモチベーションである毒性の低いナノ粒子として、カルコパイライト系半導体蛍光ナノ粒子の開発を進めた。シリコンナノ粒子の合成法として、高温・高圧条件下で有機シリコン化合物の熱分解によりシリコンを得る、マイクロソルボサーマル法を用いた。その結果、同法を用いた際に、原料として用いるシリコン濃度を高めることにより、合成中のシリコンの酸化の影響を抑えることが可能になり、高い生産量で再現性高く、一次粒子径が数10nm程度のシリコンナノ粒子の合成を行うことができた。一方で、有機金属錯体の熱分解という簡単な方法により、カルコパイライト化合物であるCuInS<sub>2</sub>系ナノ粒子の合成を試みた。高沸点有機溶媒中での銅及びインジウムのアミン錯体とジエチルジチオカルバミン酸亜鉛の反応により、量子収率5%程度のZnS-CuInS<sub>2</sub>ナノ粒子の合成が可能であることを示した。更に、ZnS原料の添加量を制御することにより、550-800nmまでの広範囲で蛍光波長を制御することを可能にした。その収率は70%と高く、我々が以前開発したマイクロリアクターシステムを用いて10g/dayの生産に目処をつけた。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 マイクロリアクター、ナノ粒子、製造プロセス、Si、ZnS-CuInS<sub>2</sub>、複合粒子、量子ドット

【研究題目】 排水処理のための可制御高効率ソノケミカル反応装置の開発

【研究代表者】 安井 久一  
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 辻内 亨、小塚 晃透、飯田 康夫、  
他外部研究員2名

【研究内容】

近年、排水中の内分泌攪乱物質、いわゆる環境ホルモンが大きな環境問題となっている。本研究においては、排水中の内分泌攪乱物質等の汚染物質を、超音波を用いて分解する技術の開発を目標とした。液体に強力な超音波を照射すると、キャビテーションと呼ばれる気泡の発生現象が起こる。発生した気泡は、超音波の作用により潰れ、その際に瞬間的ではあるが気泡内部が数千度数百気圧以上の高温高圧となり、気泡内部の水蒸気が熱分解し、OHラジカル等の強力な酸化剤が生成する。その酸化剤により、汚染物質が分解できる。本研究では、そのような超音波を用いた反応装置、いわゆるソノケミカル反応装置の高効率化に取り組んだ。そして、超音波振動子を、反応容器の底面と側面に配置し、直交する超音波を重畳させることで、従来知られていたソノケミカル反応効率を上回る反応効率を実現した。さらに、複数の超音波振動子を一つの面内に固定する場合、別々の振動板に固定するよりも、一枚の振動板に固定した方が、液体

中で反応に寄与する領域が広くなり、反応効率が高くなることも明らかにした。さらに、超音波の連続照射よりも間欠照射の方が、超音波の伝搬を阻害する大きな気泡の生成を防ぐことができ、液体中で反応に寄与する領域が広がることも明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 超音波、キャビテーション、ソノケミストリー、気泡、OHラジカル、分解

【研究題目】 環境中微量有害ナノ物質のイオン化制御による高分解能計測・抑制法の開発

【研究代表者】 瀬戸 章文  
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 石川 仁、矢部 明、櫻井 博

【研究内容】

環境中に存在するナノスケールの微量有害物質のイオン化過程を制御し、大気圧下において高感度、高分解能で分離・計測する手法の開発を行った。流体シミュレーションを用いた計測装置の最適化設計により、従来12%程度が限界であった分離分解能をこれまでに5%以下まで高分解能化することに成功し、最終目標をクリアした。この装置は大気イオンクラスター計測装置として、連携企業から製品化されている。また、微細電極を用いた低温プラズマによる気体及び微粒子状微量物質に対する新規高効率イオン化手法を開発し、上記計測装置のインターフェイスとして組み合わせた。さらにこのイオン化法を揮発性有機化合物(VOC)のプラズマ分解にも応用した。トルエンに関して、ガスクロマトグラフィー質量分析装置の濃度変化を計測し、イオン化素子の作動によって最大で98%以上の低減効果が得られた。これらは媒体ガス(空気)中の酸素がプラズマによって活性(原子状酸素)化し、ベンゼン環を分解したものと考えられる。また、溶液中の微量物質に関しては、静電スプレー法による大気圧イオン化手法との融合により、種々のイオン性有機化合物の検出に成功した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオンクラスター、揮発性有機化合物、モビリティ計測

【研究題目】 重度難聴者のための骨導超音波補聴器の実用化開発

【研究代表者】 中川 誠司(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 中川 誠司、外池 光雄、山口 雅彦、  
添田 喜治、藤坂 洋一、伊藤 一仁、  
岡本 洋輔、神原 文  
(人間福祉医工学研究部門)

【研究内容】

目標:

従来の補聴器を使用しても聴覚を回復することができない重度難聴者は、日本国内に約85,000人存在するとい

われている。重度難聴者に残された聴力回復のための唯一の手段は人工内耳であるが、皮下への埋め込みを必要とするうえ、必ずしも十分な性能を有しているとは言えない。一方、骨導（骨伝導）にて呈示された周波数20kHz以上の高周波音（骨導超音波）であれば、聴覚健全者はもとより、重度感音性難聴者であっても知覚することができる。本研究では、骨導超音波を利用した、重度難聴者用の新型補聴器の開発を行う。

研究計画：

聴覚心理的手法によって、骨導超音波補聴器の最適化に不可欠な基礎的聴覚特性や音声聴取特性を調べる。また、それらの成果を用いて信号処理方式に改良を施した骨導超音波補聴器を試作し、その性能を音声聴取試験によって評価する。

成果：

骨導超音波においては、低域（125-250Hz）の周波数分解能が気導音よりも有意に劣ることや、時間分解能は気導音のそれと遜色がないことを明らかにした。また、骨導超音波の音声明瞭度を調べ、骨導超音波の異音傾向（ある音韻を別の音韻と誤って聴取してしまう傾向）を明らかにした。これらの知見を基に、携帯型骨導超音波補聴器の試作を行った。実用的（胸ポケットに収納可能）な小型化と柔軟な信号処理機能を達成している。試作器を用いた聴取試験の結果、重度難聴者の約半数が何らかの音声を知覚可能、3割程度が単語の同定を可能という、画期的な成果を得ることができた。本研究によって、骨導超音波補聴器の実用化に目処がつけられる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 骨導、超音波、重度難聴者、補聴器

〔研究題目〕 光応答性表面を用いたセルマニピュレーションシステムの開発

〔研究代表者〕 須丸 公雄（バイオニクス研究センターバイオナノマテリアルチーム）

〔研究担当者〕 金森 敏幸、高木 俊之、大井 克秀、枝廣 純一、多田 裕一  
（職員2名、他3名）

〔研究内容〕

当助成金では、光を使った全く新しい細胞操作技術を提案し、実用化に向けた研究開発を進めてきた。本開発技術は、独自に開発した細胞培養基材が、光照射に応答してその細胞接着性を大きく変化させることに基づく。この基材上で培養された生細胞のうち、光が照射された領域にあるものは、この基材によって下からしっかりと「つかまれる」。その結果、基材表面を低温で洗い流す操作によって、これらの細胞は基材表面に残る一方で、それ以外の細胞はほぼ完全に除かれる。

我々は、光応答性分子と機能性ポリマーの組み合わせの探索を行い、光によって細胞接着性が著しく変化する

培養基材表面の開発に成功した。この基材表面に生きた動物細胞を一様に播種し、しばらくインキュベータ内で静置した後、光応答性ポリマー材料の特性変化を誘起する光で局所照射を行うと、その領域のみで細胞接着性が大きく亢進する。その後の冷却・洗浄操作によって非照射領域のほとんどの細胞が除かれるのに対して、照射領域では多くの細胞が残存することが確認された。光照射によって亢進した細胞接着性は、別の波長の光を照射でリセットされ、同様の細胞接着操作を繰り返し行うこともできる。さらに、光照射・冷却・洗浄を含む一連の操作の後も、細胞が十分な活性を維持し、正常に増殖することを確認し、これまでに線幅200 $\mu\text{m}$ で細胞をパターンニングできることを実証している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 光異性化分子素子、細胞パターンニング、刺激応答性高分子、細胞接着性制御

〔研究題目〕 術中MRIと内視鏡のリアルタイム画像統合技術

〔研究代表者〕 山内 康司（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 鎮西 清行、小関 義彦  
（人間福祉医工学研究部門）

〔研究内容〕

目標・計画：

MRI（磁気共鳴画像）による誘導を必要とする低侵襲手術において、MRIと硬性内視鏡の同時観察を可能にする能動的でリアルタイムな画像統合・提示技術を研究・開発する。内視鏡はMRI対応性のあるマニピュレータによって操作され手術者の見たい部位に正確・安定に位置決めされる。位置決め情報とMRI断層像上の座標系を相互参照することで、内視鏡画像とMRIは計算機上で統合され手術者に提示される。

成果：

経鼻腔脳外科手術を臨床ターゲットとし、MRI下手術に対応した内視鏡、その内視鏡を装着した状態でMRIガントリー内にて位置方向を操作する内視鏡操作ロボット、MRI画像と内視鏡との座標系を対応・統合提示するための座標系の一致・画像提示システムをそれぞれ開発した。内視鏡と内視鏡操作ロボットに関してはMRI対応性を確認し、ロボットに関しては狭隘なガントリー内での動作確認と精度確認を行い、いずれも臨床環境に十分な結果が得られた。座標系の一致と画像提示に関しては、光学式位置計測、およびボリュームレンダリングと動画像の合成表示手法を開発した。最終的なシステム統合と総合評価の結果当初の目標を達成したことを確認した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 MRI、内視鏡、ロボット、手術

**〔研究題目〕** 光コンポーネント間の多自由度完全自動調芯

**〔研究代表者〕** 村川 正宏

**〔研究担当者〕** 村川 正宏、野里 博和、緑川 裕輝

**〔研究内容〕**

本研究開発は、現在では技術者の経験と勘に頼っている光コンポーネント間の多自由度の接合工程を自動化及び短縮化し、これにより光通信部品の低コスト化、高信頼化を実現する。この接合工程は、精密位置合わせ（調芯）工程とその後の接着工程からなる。これらの自動化のために、人工知能の探索手法を用いた自動調芯アルゴリズム及び最適な接着方法を研究開発し、このアルゴリズムにより制御される精密自動調芯システムの開発を行う。この技術により、光ファイバ、多芯光デバイス、非球面レンズ、レーザーダイオード、フォトディテクタ等の複数の光コンポーネントを短時間で自動的に調芯、接合することが可能となり、高機能的な光通信部品を低コストで提供できるようになる。昨年度までに構築した光導波路用6自由度自動調芯システムによる実験の結果、従来は熟練者が時間をかけて（おおよそ30分～1時間程度）行っていた調芯（入光側2自由度、出光側3自由度、合計5自由度）を、進化型計算と山登り法を組み合わせることにより5分程度で完了することに成功した。機械系の剛性を高めた場合、3分程度に短縮できる目処が立った。また、光導波路の接合工程までを考慮した自動調芯手法を提案し、調芯システムに接合システムを追加構築しその有効性を実証した。さらに、本研究で開発した調芯アルゴリズムが、光ファイバの調芯のみならず、レーザ光軸の多目的自動調整にも有効であることを示した。昨年度開発済みの4自由度自動調整システムを用いて、従来は難しかったレーザ光の位置と角度の2目的を、短時間で自動調整することに成功した。

**〔分野名〕** 情報通信

**〔キーワード〕** 光ファイバ、遺伝的アルゴリズム、自動調整

**〔研究題目〕** 高温触媒体により生成された水素／重水素ラジカルを用いた SiC MOS 界面及び SiC 酸化膜の高信頼性化技術

**〔研究代表者〕** 先崎 純寿

**〔研究担当者〕** 加藤 智久、福田 憲司

**〔研究内容〕**

**目標：**

本研究では、高温触媒体への接触分解によって生成される反応性に富んだ水素／重水素ラジカルを用いた SiC MOS 界面及び SiC 酸化膜中欠陥の終端処理の低温化を第1の目的とする。水素／重水素ラジカルは、原子状態であるので非常に反応性に富み、処理温度の低温化が図れる。また、欠陥終端種として重水素を用いることにより、SiC MOS 界面特性及び SiC 酸化膜絶縁耐圧を劇的に

向上させ、高信頼性 SiC 酸化膜形成技術の実現化を第2の目的とする。

**研究計画：**

高温触媒体を用いて生成された水素／重水素ラジカルを用いた低温（500℃以下）水素重水素ラジカル照射による SiC 酸化膜の長期信頼性の向上を図る。加えて、SiC デバイス特性の劣化を引き起こす転位欠陥を低減させた高品質 SiC 基板を用いることにより、さらなる SiC MOS 特性の向上を試みる。

**成果：**

水素ラジカル照射により、500℃の低温処理でも SiC 酸化膜の信頼性が向上することを確認し、11 MV/cm の絶縁破壊電界強度及び10年間以上の絶縁破壊寿命を有する高信頼性 SiC 酸化膜形成技術を確立した。また、重水素ラジカル照射においても水素ラジカル照射と同様に500℃の処理温度で界面準位密度の低減に効果があることを確認した。さらに、転位欠陥密度の低い高品質 SiC 基板上に SiC 酸化膜を形成することにより、SiC 酸化膜の信頼性を向上させることに成功した。

**〔分野名〕** 環境・エネルギー

**〔キーワード〕** 炭化珪素、水素／重水素ラジカル、酸化膜絶縁破壊

**〔研究題目〕** 種々の炭化水素燃料を有効利用するスマート固体酸化物デバイスの基礎技術開発

**〔研究代表者〕** 堀田 照久

**〔研究担当者〕** 堀田 照久

**〔研究内容〕**

ナノ～ミクロンレベルで構造が制御された金属メッシュ／酸化物接触界面における炭化水素改質・酸化反応の解析をおこない、金属と酸化物のどのような特性がこれらの反応に効果があるのかを明らかにする。これにより、炭化水素を直接導入して作動する固体酸化物燃料電池（SOFC）や改質器、メンブレンリアクターなどの固体酸化物デバイス高性能化のための最適金属／酸化物の組み合わせを提案する。サブミクロンレベルに制御された各種メッシュ及びストライプ形状金属電極を酸化物上に作成し、電極／電解質界面でのメタンの分解反応、およびそれに伴う各種ガスと電極、電解質との反応性を明らかにした。安定同位体ガスを反応系内に導入し、“凍結状態”の各種イオンの分布を2次イオン質量分析計（SIMS）や表面分析装置（SPM）で明らかにし、金属／酸化物の最適組み合わせを解明した。さらにスマートデバイスの試作として、小型個体酸化物燃料電池を制作し、液体炭化水素燃料であるオクタン（C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>）の直接導入・発電に成功した。達成した最高出力は800℃で0.15Wcm<sup>-2</sup>であり、当初目標を達成した。

**〔分野名〕** 環境・エネルギー

**〔キーワード〕** 金属メッシュ／酸化物界面、燃料電池、改質器、表面分析

**〔研究題目〕 実用燃焼炉最適化に向けた高度燃焼制御  
基盤技術の開発**

〔研究代表者〕 北島 暁雄

〔研究担当者〕 赤松史光（大阪大学）、飯塚 悟、  
国吉 ニルソン（大阪大学）

**〔研究内容〕**

本研究は、実用燃焼炉における高度な燃焼制御技術構築のための基盤的研究である。環境負荷低減技術の基礎研究として、すすやダイオキシン類などの有害燃焼排出物の生成と深い関連が指摘されている多環芳香族物質（PAH）生成機構と燃焼状況との詳しい関係を解明し、生成抑制技術基盤の確立を目指す。また、高エネルギー変換技術の中核と目される高温空気燃焼について、実機流れ場を考慮した高強度乱流条件における詳細な燃焼特性を解明し、燃焼制御最適化の為の基礎知見を蓄積する。得られたデータを基に、実炉への応用を念頭においた適切な燃焼モデルを構築し、最終的に実機燃焼制御パラメータ最適化のための知見を取得する。本年度は、laminar diffusion flamelet (LDF) モデルが適用できる燃焼領域において生成・排出される PAH やすすの生成挙動を詳細に解明するため、従来、その存在が炭化水素系排出物の生成に重要な役割を果たすと考えられてきた C2不飽和炭化水素を燃料として用いた場合の PAH 生成挙動に関する実験を行った。具体的にはエチレンを燃料気体として用い、拡散燃焼における LDF 制御パラメータの変化が PAH 生成挙動に与える影響を解明するとともに、飽和炭化水素を燃料に用いた場合の実験結果と詳しい比較検討を行い、PAH 詳細生成機構の構築に極めて有用な基盤的知見を得ることに成功した。特に、新しい知見として、エチレン燃料を用いた場合、飽和炭化水素燃料を用いた場合と比較して、PAH やすすの生成予測に広く用いられている HACA 機構以外の生成機構により PAH 生成が支配される燃焼条件が、顕著に広がっていることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 多環芳香族物質・拡散燃焼・高温空気燃焼

**〔研究題目〕 廃電気・電子機器リサイクルのための選  
択粉碎・容易分離技術の開発**

〔研究代表者〕 古屋伸 茂樹

〔研究担当者〕 松田 聡、遠藤 茂寿

**〔研究内容〕**

本研究では、廃プリント基板や家電シュレッダーダストに含まれているプラスチックと金属の耐衝撃性が異なることに着目し、材質ごとに砕成物粒子のサイズに顕著な差違を与えることができ、後段の選別工程を簡略化すると同時に粉碎工程そのもののエネルギー効率を改善可能な高効率選択粉碎技術の開発を目的とする。複数の操作条件とその組合せをリアルタイム制御可能な衝撃粉碎

システムを製作し、様々な運転モードでの破壊挙動を追跡することにより、選択粉碎効果を極大化する運転制御方法を明らかにする。

前年度までに製作した衝撃粉碎システムの粒子供給部（砕料連続投入機構の取付）及びケーシング部（スクリーン開度及びライニングプレート形状の変更）を改造し、コンデンサ・抵抗等の小型電子部品を実装した状態の廃プリント基板、及び家電シュレッダーダストを対象として衝撃粉碎試験を実施した。衝撃速度、スクリーン開度等の制御条件の最適化を進めた結果、各砕料について金属-非金属間の選択粉碎効果が拡大した。粉碎-分級処理によって砕製物に含まれる有価金属を分離回収する場合、紙フェノール基板（TV 用基板）の粉碎では、ニュートン分離効率が約50%（従来比約2倍）に、金属回収率90%の場合の金属品位が約50wt%（従来比+25wt%）にそれぞれ上昇した。ガラスエポキシ基板（PC 用基板）の粉碎では、ニュートン分離効率が約60%（従来比+10%）に、金属品位が約70wt%（従来比+20wt%）に上昇した。また、家電シュレッダーダストの粉碎では、分級-粉碎-分級処理により樹脂回収率94%で樹脂品位約97%となり、粉碎と分級処理のみによる代替燃料化の可能性を見出した。さらに、粉碎時の瞬間消費電力を測定した結果、本研究で開発した粉碎方法が粉碎時消費電力の低減に有効であり、特に PC 用基板の粉碎においては最大約4割の消費電力を低減できる可能性を見出した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 廃電気・電子機器、リサイクル、選択粉碎、金属回収

**〔研究題目〕 ゲノム情報を利用したヒト由来タンパク  
質の効率的生産のための新規酵母発現系  
の開発**

〔研究代表者〕 佐原 健彦

〔研究担当者〕 佐原 健彦、合田 孝子

**〔研究内容〕**

目標：

ヒト由来の細胞膜や細胞外に分泌されるタンパク質の多くは、創薬研究において重要視されているにもかかわらず、従来のタンパク質発現系では発現が困難な場合が多い。本研究では、酵母を宿主とした従来の膜・分泌タンパク質発現系において用いられてきた分泌シグナル配列よりも優れた分泌能力を示す分泌シグナル配列を、酵母ゲノム情報を利用することで同定し、これらタンパク質のより高効率な発現系を開発することを目的とする。

研究計画：

酵母ゲノム中にコードされている膜タンパク質及び分泌タンパク質に存在することが考えられる分泌シグナル配列を評価することで、従来の酵母発現系において利用されていた分泌シグナル配列よりも優れた分泌シグナル

配列を見出す。

成 果：

酵母ゲノム情報から、約1,000種類の膜タンパク質及び分泌タンパク質遺伝子を抽出し、各遺伝子にコードされているタンパク質において、膜貫通部位予測及び分泌シグナル配列予測プログラムを用いて、それぞれの膜貫通部位及び分泌シグナル配列の予測を行った。得られた結果に基づき、有望な分泌シグナル配列約400種類を選抜した。これら約400種類の分泌シグナル配列をコードする各遺伝子領域を、当研究室で開発した酵母低温発現系及び分泌型ルシフェラーゼを用いたアッセイ系の技術を利用したレポーターベクターに導入し、酵母を宿主とした分泌シグナル配列ライブラリーを構築した。本ライブラリーを酵母の通常培養温度及び低温で培養を行い、各分泌シグナル配列の分泌能力の評価を行った結果、従来の酵母発現系において用いられてきた分泌シグナル配列よりも、優れた分泌能力を示す未利用な分泌シグナル配列を同定することができた。また、低温条件下においても、優れた分泌能力を示す分泌シグナル配列についても同定することができた。

さらに、見出した分泌シグナル配列を酵母低温発現系に導入し、ヒト由来分泌タンパク質の発現を試みたところ、従来の分泌シグナル配列を用いた場合よりも高効率に本タンパク質が分泌発現されることを確認した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酵母、タンパク質発現、分泌シグナル配列

【研究題目】 ホスホロイル基の高分子骨格への直接導入による有機材料の耐燃化

【研究代表者】 韓 立彪（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 韓 立彪（環境化学技術研究部門）、他2

【研究内容】

高分子・プラスチックの製品化過程において、耐燃化（難燃化）が必須である。現在は、難燃剤を高分子に混ぜるなどをして、製品の耐燃性を高めている。この目的に使われる難燃剤は、世界では108万トン／年（日本では15万6000トン／年）にも上っている。ハロゲン系難燃剤は古くから使用されてきており、高い難燃効果を示すが、製品の廃棄処理過程からダイオキシンが発生するため、その使用が規制され、難燃剤のノンハロ化が世界の流れとなっている。現在、ノンハロ環境対応型難燃材料の開発が盛んに行われている。

リン系難燃剤は、環境対応型難燃材料の一つとして注目されている。現在、この目的に各種リン酸エステル、含リンポリオールなどが用いられている。しかし、これらのリン系難燃剤は、①液状タイプのものが多いため製品の機械的強度、耐衝撃性を低下させてしまう。また、②容易に加水分解するため、製品の耐水性に問題がある。特に絶縁性が求められる電気、電子材料には使用できな

い。さらに、③低分子のリン化合物を高分子類に練り合わせて使うため、これらリン化合物が徐々に放出し、環境ホルモン汚染公害を引き起こすことが懸念される。

ホスホロイル基を化学結合で高分子骨格に直接導入できれば、リン化合物の加水分解などによる環境への放出の恐れがなくなり、現行リン系難燃剤が抱える種問題が克服される。これにより、強く求められている新規なノンハロ環境対応型難燃剤の創出につながる。

16年度では、高含リンポリマーの新規合成法の開発を行った。二つの P(O)H 基を有するリン化合物とジイン類との付加重合とビニルホスフィンオキシドの触媒的重合法を見出し、高含リンポリマーの合成に成功した。UL-94実験からこれらのポリマーは高耐燃性を有する。更に、ビニルリン類の新規効率的なエポキシ化について検討し、エポキシ系高分子の耐燃化処理などに使用可能なエポキシリン類の高効率的触媒的合成法を開発した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 難燃剤、リン化合物、耐燃性、環境対応

【研究題目】 ホスホロイル基の高分子骨格への直接導入による有機材料の耐燃化

【研究代表者】 韓 立彪（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 韓 立彪（環境化学技術研究部門）、他2

【研究内容】

高分子・プラスチックの製品化過程において、耐燃化（難燃化）が必須である。現在は、難燃剤を高分子に混ぜるなどをして、製品の耐燃性を高めている。この目的に使われる難燃剤は、世界では108万トン／年（日本では15万6000トン／年）にも上っている。ハロゲン系難燃剤は古くから使用されてきており、高い難燃効果を示すが、製品の廃棄処理過程からダイオキシンが発生するため、その使用が規制され、難燃剤のノンハロ化が世界の流れとなっている。現在、ノンハロ環境対応型難燃材料の開発が盛んに行われている。

リン系難燃剤は、環境対応型難燃材料の一つとして注目されている。現在、この目的に各種リン酸エステル、含リンポリオールなどが用いられている。しかし、これらのリン系難燃剤は、①液状タイプのもので多いため製品の機械的強度、耐衝撃性を低下させてしまう。また、②容易に加水分解するため、製品の耐水性に問題がある。特に絶縁性が求められる電気、電子材料には使用できない。さらに、③低分子のリン化合物を高分子類に練り合わせて使うため、これらリン化合物が徐々に放出し、環境ホルモン汚染公害を引き起こすことが懸念される。

ホスホロイル基を化学結合で高分子骨格に直接導入できれば、リン化合物の加水分解などによる環境への放出の恐れがなくなり、現行リン系難燃剤が抱える種問題が克服される。これにより、強く求められている新規なノンハロ環境対応型難燃剤の創出につながる。16年度では、高含リンポリマーの新規合成法の開発を行った。二つの

P(O)H 基を有するリン化合物とジイン類との付加重合とビニルホスフィンオキシドの触媒的重合を見出し、高含リンポリマーの合成に成功した。UL-94実験からこれらのポリマーは高耐燃性を有する。更に、ビニルリン類の新規効率的なエポキシ化について検討し、エポキシ系高分子の耐燃化処理などに使用可能なエポキシリン類の高効率の触媒的合成法を開発した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】難燃剤、リン化合物、耐燃性、環境対応

【研究題目】液相レーザーアブレーション法によるフラットパネルディスプレイ用酸化物極微ナノ粒子およびナノコンポジットの低コスト製造技術の開発

【研究代表者】佐々木 毅（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】佐々木 毅

【研究内容】

レーザーアブレーションを気相中ではなく液相中を行うことによって、複雑な真空装置を必要とせず、マイルドな条件で非常に簡便な装置によって、ナノ粒子や有機無機ナノコンポジットといったナノ構造体を連続大量合成が可能で低コスト製造技術の開発を目指し、フラットパネルディスプレイ用材料に要求される電磁波や紫外線、赤外線等の特定波長の光を遮蔽する機能や、高屈折率性を付与する機能をもつ酸化物極微ナノ粒子を探索調製し、そのナノコンポジット化について検討を進めている。今年度は特に、紫外線遮蔽材料として有望な酸化亜鉛ナノ微粒子について検討を進めた。亜鉛金属板を各種の界面活性剤水溶液中でアブレーションして酸化亜鉛ナノ微粒子を作成し、その光学特性を評価した。両イオン性界面活性剤であるラウリルジメチルアミノ酢酸ベタイン水溶液中で形成された酸化亜鉛ナノ微粒子は、イオン交換水中で作成したナノ微粒子に比較して、その平均粒径は小さくまたサイズ分散も狭かった。さらに、このナノ微粒子から観測される蛍光発光スペクトルは、表面欠陥が関与する緑色発光は全く観測されずに酸化亜鉛のエキシトン発光である紫外発光のみが観測された。一方、陰イオン界面活性剤であるアルキル硫酸ナトリウム水溶液中でアブレーションすると、特定のアルキル鎖長を有する水溶液中でのみ酸化亜鉛あるいは水酸化亜鉛の層（Zn-O層）と界面活性剤分子の層が交互に積層した新規な層状有機/無機ナノコンポジットが形成された。このナノコンポジットは酸化亜鉛ナノ微粒子とほぼ同じ紫外蛍光発光特性を示す事が明らかになった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】液相レーザーアブレーション、ナノ粒子、酸化亜鉛、光学特性

【研究題目】低温ラジカル活性化による炭化水素の気相選択酸化反応プロセスの開発

【研究代表者】三村 直樹（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】三村 直樹、宋 朝霞、坪田 年、伊達 正和

【研究内容】

触媒表面でのラジカル活性化と、気相空間内での連鎖反応の組み合わせによる選択酸化反応システムを構築し、高難度選択酸化反応である酸素とプロピレンのみを原料とするプロピレンオキサイド合成を効率的に進行させることを目指した。ラジカル発生に好適な触媒の開発においては、チタン以外の新たな高活性成分の探索を行った。さらに、表面活性化に適した条件と、連鎖反応が効率的に起こる条件は異なることから、各条件をそれぞれ独立して制御することにより高い収率、選択率で目的生成物を得るために、反応条件制御が可能なラジカル生成反応装置を設計、製作することも計画した。

反応活性のスクリーニングでは、周期表に従い、毒性の少ない安全な元素を中心にスクリーニングした結果、酸化チタン上回る活性でラジカルを発生するモリブデン酸化物を見出し、この反応の特徴である触媒層後方にある空間の効果も確認された。空間効果より、従来の酸化チタンと同様に、目的生成物であるプロピレンオキサイドが連鎖反応を経由して生成するメカニズムを推定した。詳しく反応解析を行い、温度、圧力、原料ガス組成の影響を調べた。ラジカル生成反応装置については、反応器の形式等の設計の検討を行い、技術課題を抽出し、制作時の問題点などを検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ラジカル、プロピレンオキサイド合成、選択酸化反応

【研究題目】Point-of-Care 超並列バイオチップを目指した高感度集積型蛍光検出モジュールの研究開発

【研究代表者】亀井 利浩

【研究担当者】亀井 利浩、板谷 太郎

【研究内容】

目標：

Point-of-care 高速バイオ分析チップを実現する。

研究計画：

a-Si:H フォトダイオードの作製プロセスを確立し、光学干渉フィルターのモノリシック集積に成功し、基本的な動作を確認する。

成果：

a-Si:H フォトダイオードの作製プロセスを確立し、光学干渉フィルターのモノリシック集積に成功し、基本的な動作を確認した。

【分野名】情報通信

【キーワード】非晶質半導体、フォトダイオード光検出

器、キャピラリー電気泳動、マイクロマシニング

**〔研究題目〕量子化学グリッドASP実証実験**

**〔研究代表者〕** 西川 武志 (グリッド研究センター)

**〔研究担当者〕** 西川 武志

**〔研究内容〕**

計算科学分野では流通プログラムを利用して誰でも簡単にシミュレーションができるようになった。しかし所望の結果を正しく、効率良く得るには計算機やその分野の専門知識と十分な経験を持つことが必須である。

本プロジェクトでは、これらの専門知識と経験をグリッド技術を用いて広く安全に知的財産権を保護しながら共有する仕組みを開発する。その成果として初心者や非専門家が計算機シミュレーションを実行する際のコスト低減や適用範囲拡大の実現を目指す。完成したシステムの実用性を高めるためにシステム開発段階から利用者の意見を取り入れて改良を行うためにASPを構築し実証実験を行い、専門家の知識と経験を収集するだけでなく、初心者の行いがちな失敗経験も収集し、収集した失敗例に対応する事を目指す。情報公開共有機能としてはインターネット上の掲示板類似のシステムを構築し、実証実験参加者が気軽に意見交換を行えることを目指す。

本プロジェクトの目標達成後には、すぐに使えるグリッドASPのワークフレームと量子化学の知識経験のデータベースが提供され、第三者が入手して量子化学グリッドASPをサービスする事が可能になる。一般的なアプリケーションについては、グリッドASPのワークフレームと情報公開共有機能を使ってスケジューリングに必要な知識と経験を蓄えることが可能となり、蓄積した知識と経験を使って量子化学グリッドASPと同等のアプリケーションの入力ファイルに応じたジョブスケジューリングが可能となる。プロジェクト初年度内に実証実験サイトを運用できるところまで、情報公開共有、ASP構築のための機能の開発を行った。

**〔分野名〕** 情報通信

**〔キーワード〕** 量子化学、グリッド、ASP、ポータル、データベース

**〔研究題目〕石英ガラスのレーザー光化学加工による高機能微細デバイス作製技術の開発**

**〔研究代表者〕** 川口 喜三 (光技術研究部門)

**〔研究担当者〕** 川口 喜三、新納 弘之、佐藤 正健、奈良崎 愛子

**〔研究内容〕**

石英ガラスは光透過性等の多くの優れた特性を持ち、その微細加工はハイテク産業の要素技術として極めて重要であるが、石英ガラスは硬くて脆いため微細加工が困難である。本研究課題の目標として、以下の2つを据えた。

1. 当チームで独自に発明し、多くの長所を有するレーザー光化学加工法 (LIBWE 法) による石英ガラスの微細加工技術を、加工速度の向上、加工サイズの大規模化等により、産業応用に耐えうる加工技術として確立する。

2. 本加工法により、高効率なバイオ分析マイクロチップに利用されるマイクロ流体デバイスを作製する。さらに、石英ガラス製鋳型を用いて熱エンボス法等の転写加工法により高分子材料の表面微細加工を行い、マイクロデバイスの作製と特性評価を行う。

平成16年度において、動的結縁位置補正技術の駆使、レーザー照射条件の最適化等により、レーザー光化学加工法 (LIBWE 法) の要素技術として単年度目標の大面積微細加工 (5cm 角)、高速加工 (従来比3倍)、マイクロ高アスペクト比加工 (アスペクト比5) を達成した。特に、深さ420ミクロン (アスペクト比60) の深溝加工を約5分という短時間で実現した。本加工は、保護膜を必要とする従来の強酸やプラズマでのエッチング法では実現が不可能であり、画期的な成果である。さらに、本加工法の効果的応用例となる高効率バイオ分析用マイクロ流体デバイスを作製する上で必要な要素技術として、マイクロビーズの高密度配列、固定化を達成した。

**〔分野名〕** 融合的・横断的・統合的分野

**〔キーワード〕** 石英ガラス、光化学微細加工法、レーザーアブレーション、表面機能化素子、マイクロ流体デバイス、高分子転写加工

**〔研究題目〕CFRP構造体の全方位損傷モニタリングシステムの開発**

**〔研究代表者〕** 遠山 暢之

**〔研究担当者〕** 遠山 暢之、松田 弘文、飯島 高志

**〔研究内容〕**

本研究は、ガイド波に対して指向性を有する圧電超音波センサを開発し、CFRP積層板上の一箇所に配置した指向性センサからなるアレイセンサを用いることで、外部衝撃荷重および損傷等の音源位置標定を行うことが可能な構造ヘルスマニタリングシステムを新たに開発することを目標としている。本年度の計画としては、まず10~100kHzの低周波板波に対して指向性を有する圧電センサ形状の最適設計・性能評価を行うことおよび本圧電センサ一個を用いた一次元音源位置標定を行うための信号処理技術の開発を行うこととした。板波の理論分散曲線から導出した波長を基にして、圧電センサの形状設計および性能評価を行った結果、顕著な感度指向性を有していることが確認できた。さらに複数の本センサからなる放射状アレイセンサを構築することで、一箇所に配置した本アレイセンサのみで、容易に板波の入射角度を評価する手法を新たに開発することができた。さらに、低周波板波の顕著な分散性およびウェーブレット変換を利用した信号処理を行うことで、音源-センサ間距離

(一次元音源位置標定)を一箇所に配置した圧電センサのみで定量評価する手法も新規に開発した。本年度に開発した上記二つの技術を融合することで、上述した目標の達成に目処をつけた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】複合材料、圧電材料、非破壊検査、ガイド波、アコースティックエミッション

#### 【研究題目】高ステージインターカレーション反応系大容量キャパシタ炭素電極の開発

【研究代表者】羽鳥 浩章

【研究担当者】児玉 昌也、山下 順也、袴田 隆宏

【研究内容】

本研究開発においては、次世代高効率自動車に必要な高性能電力貯蔵デバイスとして、大電流充放電が可能で、繰り返し充放電において極めて長寿命であるというキャパシタ本来の特性を損なうことなく、革新的な高エネルギー密度をもつハイブリッドキャパシタを開発することを目的として研究開発を行う。窒素ドーブカーボン多孔体をはじめとする低温処理（非晶質系）多孔質炭素電極を開発し、これを電気二重層（非ファラデー反応）と高ステージインターカレーション反応（ファラデー反応）の複合反応系正極材料として、リチウムイオン／黒鉛系のファラデー型負極反応と組み合わせたハイブリッドキャパシタを設計し、大容量かつ長寿命なキャパシタデバイスの開発を目標に検討を行う。

本年度は、ハイブリッドキャパシタに有望な正極材料として、メラミン樹脂やシアネート樹脂を出発原料として、窒素原子が炭素原子を一部置換した構造の窒素ドーブカーボン多孔体を得た。汎用樹脂であるメラミン樹脂から得られるカーボンエアロゲルは炭素化収率が低いという欠点はあるものの、窒素含有量と比表面積は製造条件により容易に制御可能であり、初年度の目標としていた窒素含有量15wt%以上、比表面積1200-1500m<sup>2</sup>/gを達成することができた。また、窒素ドーブカーボンのインターカレーション特性を調べるための実験条件の確立と、特性比較のためのデータ取得を目的に、まずは窒素を含まないカーボンである熱処理コークスへのアニオンのインターカレーション反応を解析し、炭素構造とインターカレーション反応との相関関係を考察した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】キャパシタ、インターカレーション、リチウム、ハイブリッド、窒素ドーブ

#### 【研究題目】バイオディーゼル副産物からの高効率水素・エタノール生産に関する研究

【研究代表者】柳下 立夫

【研究担当者】柳下 立夫、江口 陽三、市川 理恵、土居 恵美

【研究内容】

本研究の目的は、水素生産菌であり、高収率エタノール生産菌でもある *Enterobacter aerogenes* 等を用いて、バイオディーゼル副産物であるグリセロールから高効率に水素およびエタノールに変換する技術を開発することにある。

平成16年度では、*Enterobacter aerogenes* を用いた回分培養にて、培養液の pH、初期グリセロール濃度を変えたときの水素、エタノール収率を比較した。そして最適条件で水素発酵を行わせると、水素収率、エタノール収率はそれぞれ1.05、1.0mol/mol glycerol であった。

また生物電気化学的水素生産では、2種類の電子伝達剤を試したところ、0.98mol/mol glycerol の水素収率が得られた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素生産、グリセロール、バイオディーゼル、水素、エタノール、生物電気化学的水素生産

#### 【研究題目】超極細探針による低侵襲遺伝子導入技術の開発

【研究代表者】中村 史

【研究担当者】中村 史

【研究内容】

目標：

本研究開発では、細胞に対して低侵襲な針状材料を開発する。遺伝子を針に安定に固定化し、針の挿入時間のみ遺伝子を発現させることで、高精度な遺伝子発現解析技術を確認することを目標とする。また、単一細胞を用いた薬剤評価技術の開発を目的とする。

研究計画：

乳がん細胞 MCF-7に遺伝子を導入するために最適な形状を有する針を作製する。共有結合による固定化を検討し、挿入時間のみ遺伝子を発現させる技術を開発する。乳がん細胞を用いた針挿入による遺伝子導入操作方法を確立する。また、乳がん細胞のエストロゲン枯渇状態を維持し、遺伝子導入を行う。エストロゲン応答因子 ERE を含むプロモーター領域と緑色蛍光たんぱく質 GFP を接続しレポーター遺伝子を構築する。また、このレポーター遺伝子のエストロゲン応答の評価を行う。

成果：

乳がん細胞 MCF-7に遺伝子を導入するために先鋭化 AFM 探針（ナノニードル）の最適な形状を検討した。挿入確率は200nm の針で91±5%、400nm で74±6%であった。針の膜通過までの圧入距離は、200nm の針で1.0±0.8μm、400nm で2.1±2.5 μm であり、通過までの距離も200nm の針は短いことが判明した。

MCF-7を用いたナノニードル挿入による遺伝子導入操作方法を確立した。遺伝子発現成功率は、コーティング無しの培養ディッシュでは15%だったのに対して、フィ

プロネクチンコートディッシュでは50%に上昇した。

エストロゲン応答因子 ERE を含むプロモーター領域と GFP を接続しレポーター遺伝子をコードしたプラスミド pEREGFP9を構築した。エストロゲン拮抗阻害剤である ICI 182,780を10 $\mu$ M 添加し、エストロゲン応答を調べた結果、pEREGFP9導入細胞では74 $\pm$ 5%の蛍光強度の減少が認められた。本プラスミドをナノニードルを用い単一の MCF-7に導入したところ、エストロゲン応答を観察することが可能であった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ナノ針、遺伝子導入、GFP、乳がん細胞、エストロゲン、低侵襲、細胞操作

【研究題目】ナノ構造表面制御による長寿命・低消費電力フィールドエミッションディスプレイ技術の開発

【研究代表者】長尾 昌善

【研究担当者】金丸 正剛、池田 伸一、長尾 昌善

【研究内容】

目標：

低コスト・大面積・低消費電力の自発光型フィールドエミッションディスプレイ実現のために、大面積化も可能な TFT（薄膜トランジスタ）一体型フィールドエミッタアレイ（FEA）を新たに開発し、フラットディスプレイを試作する。

研究計画：

TFT と FEA を一体形成するための作製プロセスを開発し、TFT 一体型 FEA を試作し、ディスプレイとして使用できる特性を有するかどうか確認する。試作した TFT 一体型 FEA を真空パッケージするための手法を確立する。

進捗状況：

TFT 一体型 FEA の設計・試作を行い、FEA を制御するに十分な性能の TFT を実現でき、それにより FEA の放出電流を完全にコントロールできることを実証できた。TFT 一体型 FEA をマトリクス状に配置したアクティブマトリクスデバイスを試作し、真空チャンバ内ではあるが動作に成功した。

新たにチップ管を必要としない真空パッケージング手法を開発し、FEA の特性劣化が起きないことを確認した。本パッケージング手法で作製した封止パネル内で HfC 被覆 FEA 単体の寿命特性を測定し、1000時間以上大きな劣化無く動作することを確認した。

【分野名】情報通信

【キーワード】自発光ディスプレイ、フラットパネルディスプレイ、フィールドエミッタ

【研究題目】ナノパーツを用いる高機能マイクロポーラス材料の設計手法の開発

【研究代表者】池田 拓史

【研究担当者】池田 拓史、横山 敏郎

【研究内容】

本研究は、新規なマイクロポーラス材料を合成することを念頭に、Open Framework 構造である層状・紐状珪酸塩が有するゼオライト骨格との構造類似性に着目し、それらをナノレベルで構造制御されたナノパーツとして用い、トポタクシーな微細孔構造に変換するという相転移に似た手法の提案実証を行う。結晶構造解析と計算シミュレーションを駆使し、ナノパーツの構造的特徴を分類するとともに、構築可能な微細孔構造の予測を行いながら、構造変換手法を検討する。ナノパーツ探索を同時に進め高機能マイクロポーラス材料の明確な設計手法として確立させることを目指す。本研究は、産業分野で必要とされる機能と低コストを両立させた新規マイクロポーラス材料開発のための基盤的な設計指針を与えるものである。

本年度はまず、我々が見いだした層状珪酸塩 PLS-1（Pentagonal cylinder-Layered Silicate）を脱水重縮合反応させてつくるゼオライト CDS-1について、その縮合反応の最適化を検討した。そこで、PLS-1に酸処理を施したものについて固体 NMR で局所構造の変化を調べたところ、シリカ表面のシラノール基が大幅に増加することが分かった。またシラノール基を増加させることで、脱水重縮合反応を短時間に効率的に起こさせることができることを見いだした。第2に、ナノパーツから作られるゼオライトの利用範囲を拡げるために PLS-1への Al 骨格置換を試み成功した。Si/Al=70程度まで Al を添加することで、Al-PLS-1の合成に成功し更にそれを脱水重縮合反応させて Al-CDS-1を得ることができた。簡単な反応実験から、分子サイズの選択性が確認された。第3に、有機アミンを含まない Si、O、Na の単純な組成からなる層状珪酸塩 ilerite について、幾つかの低有機分子をインタカーレーションし、ナノパーツである層状シリカ骨格の積層周期および構造の安定性について調べ、複数の新しい構造に変化することが分かった。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】新規ゼオライト、層状珪酸塩、ナノパーツ、構造解析、シミュレーション、構造予測

【研究題目】力検知自己発光型透明ハイブリッド材料の開発

【研究代表者】今井 祐介

【研究担当者】徐 超男、古賀 淑哲、田中 直子、百田 理恵、江藤 智美

【研究内容】

応力発光とは、材料が外部から加わる応力に応じて、主に可視域に発光する現象をいう。我々は、世界で初めて、弾性変形領域で可逆的に強い応力発光を示す無機材料を見出し、種々の応用を検討している。本研究では、

応力変化を直接光信号に変換し、可視化することのできる応力発光無機材料を利用したセンサ材料の開発を目的として、応力発光無機材料と透明性高分子材料とナノメートルレベルで複合化する技術を開発し、加工性に優れた透明な応力検知自己発光型ハイブリッド材料とすることを旨とする。本年度は、高温マイクロ噴霧合成法を用いて、100nm 程度の平均粒径を有する SAOE ナノ粒子の合成を試みた。キレート試薬である EDTA 等を原料溶液に添加し、pH を中性付近に調製したものを原料溶液とすることにより、100nm 程度の粒径を保ちつつ、単斜晶系の結晶構造を有し、高輝度に発光する SAOE ナノ粒子の合成条件を見出した。また、SAOE ナノ粒子の表面をピロリン酸等の無機りん酸化合物で処理することにより、耐水性の向上を試みた。条件を最適化することにより、独立した粒子形状を保ちつつ表面を均一にコーティングしたナノ粒子の合成条件を確立した。コーティングされた SAOE-P ナノ粒子は、優れた耐水性を示し、発光特性の低下も見られなかった。さらに、メンブレンフィルタを用いて、SAOE-P ナノ粒子の水分散液から、平均粒径93nm の粒度分布の狭い SAOE-P ナノ粒子を取り出すことに成功した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 応力発光、無機-有機ハイブリッド、透明性樹脂、表面修飾

【研究 題目】 表面処理による高分子材料へのアパタイト形成能の付与

【研究代表者】 大矢根 綾子

【研究担当者】 大矢根 綾子、横山 敬郎、笠原 麻由美

【研究 内容】

目 標 :

表面にアパタイト層を形成させた高分子材料は、人工骨、組織再生用スキャットホルド、経皮デバイス等の生体材料として有用である。昨年度は、種々の高分子基板表面にアパタイト層を形成させるための簡便な処理手法を確立した。本年度の第一の目標は、アパタイト層と高分子基板間の接着強度を高めるための指針を明らかにすることである。第二の目標は、高分子基板表面のアパタイト層内にタンパク質を担持させるための手法を確立することである。

研究計画 :

昨年度開発した表面処理手法を用いて、種々の高分子基板表面にアパタイト層を形成させ、同アパタイト層と高分子基板間の接着強度を評価する。表面処理条件を様々に変化させ、アパタイト層と高分子基板間の接着強度を高めるための指針を明らかにする。また、昨年度開発した表面処理手法を応用して、細胞接着活性を示すラミニンを担持させたアパタイト層を高分子基板表面に形成させる。

成 果 :

酸素プラズマ処理やアルカリ溶液処理によって、高分子表面の官能基密度、及び表面粗さを増大させると、アパタイト層-高分子基板間の接着強度を高めることができた。また、昨年度開発した表面処理手法を応用して、高分子基板表面にラミニン担持アパタイト層を形成させることができた。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノマニファクチュアリング、アパタイト、高分子、表面処理、リン酸カルシウム、複合体

【研究 題目】 赤外光照射による高分子・液晶膜の分子配向制御技術開発

【研究代表者】 物部 浩達

【研究担当者】 物部 浩達

【研究 内容】

目 標 :

赤外光照射による円盤状液晶分子の配向変化挙動のメカニズムと分子を配向させるための条件を明らかにすることによって、この現象を利用した高分子・液晶膜に対する新しい精緻な分子の配向制御の技術を確立することを目的とする。

研究計画 :

赤外光照射による液晶分子の配向挙動の解析を行い、照射光の偏光や入射方向と分子の再配向方向との関係を調べるとともに、照射エネルギー密度依存性を観察し、投入熱量と配向変化挙動との相関を解明する。

成 果 :

偏光赤外レーザー光照射による円盤状カラムナー液晶分子の配向挙動について、照射光の偏光方向および入射方向とカラムナー液晶分子の再配向方向との関係を検討を行った結果、照射赤外光の偏光方向に対し液晶分子内の照射光の波長を吸収する赤外振動遷移モーメントの向きが直交する（吸収しない方向へ向く）ことがわかった。また、従来配向変化が確認されていた自由電子レーザーによる赤外光照射だけでなく、差周波固体赤外レーザーによる照射によっても同様に分子配向制御が可能なることを見出した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ディスコティック液晶、赤外、配向制御

【研究 題目】 AFM 機構を用いたナノメータスケール機械加工システムの開発

【研究代表者】 芦田 極（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 芦田 極

【研究 内容】

ナノメータスケールの機械加工現象を直接観察することを目的として、SEM 試料室内に内蔵可能なナノ加工システムを構築した。本システムでは、AFM 機構に高

剛性の加工用カンチレバーを装着することで、ナノスケールの切込みによる極微小切削を実現している。システムの構築に際しては、市販の AFM システムを用いずに、加工システムとしての制御性を考慮し、オリジナル設計により製作した。

また、本システムのキーデバイスである加工用カンチレバーについて、これまで用いていたシリコンカンチレバー先端に単結晶ダイヤモンドの砥粒を固定する方式に加え、シリコンの異方性エッチングを用いて作製したモールド型と CVD ダイヤモンド薄膜を用いた切れ刃一体成形の新たな作製手法を考案した。そして、これらの先鋭化手法について、FIB 加工機を用いた方法及び機械研磨による方法を検討した。

さらに、ナノスケール機械加工における特性を解明するために、単結晶シリコン表面及び金属ガラス表面にナノ加工を行い、加工によって生じる加工変質層について、断面 TEM 観察と表面分析による基礎的な解析や、アルカリ溶液やフッ酸等を用いた化学的特性を調べた。その結果、加工条件や溶液によって溶解特性が異なることを見だし、その特性を生かした3次元微細構造のナノフアPLICATION手法を開発した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 AFM、ナノスケール機械加工、ナノフアPLICATION

【研究題目】 中空軽量部品の革新的圧縮成形技術の研究開発

【研究代表者】 大橋 隆弘

【研究担当者】 大橋 隆弘、徳永 仁史、篠崎 吉太郎

【研究内容】

軽量構造部品製造の切札とされる従来のハイドロフォーム法では成形困難な難成形材質や厚肉の中空部品について、高精度成形が可能な「ロストコア側方押し出し」を開発している。「ロストコア側方押し出し」とは、中空材料に除去可能なコアを充填し側方押し出し鍛造（圧縮成形）することで中空軽量部材を製造する加工法である。通常のパルジ加工で行われる内圧によるハイドロフォーム変形（主に板厚ひずみを拡管に転じさせるパルジ変形）ではなく、材料を側方方向へ押し出すことで拡管を起こす（主に子午線ひずみを拡管に転じさせる）変形メカニズムを採用している。これにより難成形材・肉厚部材であっても低い加工力で拡管成形でき、拡管比（限界）も通常のパルジフォームと比べ非常に大きくなる。この「ロストコア側方押し出し」について、充填物を変え数値解析と実験を行い、変形メカニズムの解明を進めた。また、フィッティングや中空ギア形状の成形について研究開発した。連携企業において当該シーズを利用した中空構造の変速機シャフトの量産・実用化に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 軽量部材、中空部品、側方押し出し、パル

ジ加工

【研究題目】 空気の浄化・減菌のためのナノケージセラミック由来活性酸素利用システムの開発

【研究代表者】 西岡 将輝

【研究担当者】 西岡 将輝、濱川 聡、我妻 成秋

【研究内容】

シックハウスや院内感染など、空気中に浮遊する有害物質・細菌を起源とする健康被害は大きな社会問題となっている。研究代表者らは、ナノケージセラミック膜からの活性酸素発生技術を研究シーズとして有している。これは、活性酸素の一つである酸素負イオン ( $O^-$ ) を安定に閉じ込めることができるナノケージセラミック  $12CaO \cdot 7Al_2O_3$  に電圧を印加することで、気相中に制御性良く選択的に活性酸素を生成する技法である。この手法を用いた、空気中有害物質の浄化・無害化手法を開発することが本研究の目的である。

本年度は、シックハウスの原因物質である VOC（揮発性有機溶媒）の代表化学種である、トルエンおよびアセトアルデヒドに関して、酸化分解の諸特性（分解温度、組成、副生物など）を調べた。VOC 類の分解にはこれまで  $400^\circ\text{C}$  以上が必要であったが、 $12CaO \cdot 7Al_2O_3$  を吸着材として用いることで、室温での除去法を見いだした。しかも簡易な操作（短時間の昇温操作）で吸着した VOC 類を  $CO_2$  として処理でき、吸着剤の再生が可能であることを見いだした。

【分野名】 環境保全技術

【キーワード】 活性酸素、揮発性有機溶媒、VOC、促進酸化法（AOP）、アセトアルデヒド、マイエナイト、吸着剤

【研究題目】 貴金属リサイクルのための新規金属分離回収プロセス開発

【研究代表者】 成田 弘一

【研究担当者】 田中 幹也、坂本 大輔

（埼玉県産業技術総合センター）

【研究内容】

目標：

現在、湿式法による貴金属の分離精製は溶媒抽出法を用いたプロセスが主流となっているが、使用抽出剤の安定性及び貴金属に対する分離特性が不十分なこと、さらに多量の有機溶剤の使用など問題点は多い。そこで本テーマでは、安定で貴金属に対し優れた抽出性能を有する抽出剤を導入した溶媒抽出法に、新規分離法である溶媒含浸繊維法を組み込んだプロセスの開発を目指す。

研究計画：

溶媒抽出法に関しては、酸に対して安定な疎水性分離試薬（アミド化合物）を合成し、それを用いて酸溶液からの貴金属の抽出分離特性を明らかにする。得られた結

果を基に、各貴金属に対し選択性の高い分離試薬を決定する。溶媒含浸繊維法では、まず強酸に対して安定である繊維を選定し、それをを用いた溶媒含浸繊維の貴金属に対する分離性能評価を行う。これらの知見より実プロセスへの適用を想定した分離条件を決定する。

成 果：

*N,N'*-ジメチル-*N,N'*-ジ-*n*-オクチル-チオジグリコールアミド (MOTDA) をカポックを主成分とする繊維に含浸させ、白金族金属及びベースメタル混合溶液からの金属吸着試験を行ったところ、パラジウムに対し高い選択性が得られた。また、MOTDA の含浸容量及びパラジウムの吸着速度ともに、含浸樹脂を使用するよりも含浸繊維の方が優れていることが分かった。金に対する抽出剤としてモノアミド化合物による実験を行った結果、白金族金属及びベースメタルからの分離及び金の抽出容量・逆抽出に関し優れた性能を示した。さらに、数種類のモノアミド化合物による抽出実験から、カルボニル炭素に結合した側鎖が短いと抽出率は高いが、第三相を形成しやすいという結果が得られた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 貴金属、溶媒抽出、溶媒含浸繊維

【研究 題目】 感染症診断用マイクロ流体チップの開発

【研究代表者】 宮崎 真佐也

【研究担当者】 宮崎 真佐也

【研究 内容】

本研究の最終目標は、医療分野で問題となっているウイルス感染の迅速な検知を行うためのマイクロ流体デバイスを開発することにある。本提案では、我々の開発したマイクロリアクター製造技術、および DNA 分析技術を組み合わせ、臓器移植時の免疫抑制剤投与時あるいは HIV 等による免疫力低下時に生じるサイトメガロウィルス感染を標的として、血液等から得られるサンプル中のウィルス由来標的遺伝子を迅速に分析するマイクロフローチップを開発する。本年度は、感染症診断システムの中核となる、遺伝子分析チップ部分の最適化に力点を置いて研究を行った。その結果、チャンネル形状の最適化を行うことが出来た。また、機械加工とドライエッチングで作製したチップでの測定結果から、チャンネル表面の粗さが分析に影響することがわかったのに加え、表面修飾したチップでの測定結果から、表面の性質やチップの材質よりもむしろ表面粗さを抑える方が精度良く分析するのに重要であることがわかった。このチップによるサイトメガロウィルス遺伝子の PCR 反応液を用いた測定を行ったところ、PCR 反応液を直接分析に用いた場合と精製した DNA を用いた場合では大差ない精度で分析できた。このことからチップに前処理・増幅機能を導入する事により、我々の方法でも増幅物を精製することなく、直接分析を実現できる可能性が示された。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 マイクロチップ、感染症、臨床検査

【研究 題目】 クラスレート水和物の結晶構造多様性を  
利用した省エネルギー天然ガス貯蔵・輸  
送技術に関する研究

【研究代表者】 大村 亮

【研究担当者】 竹谷 敏、内田 努 (北海道大学)、  
堀 彰 (北海道大学)

【研究 内容】

本研究は、クラスレート水和物の結晶構造の多様性に着目してハイドレートをを用いる天然ガス貯蔵・輸送技術の高度化・最適化のための基礎研究である。具体的には、天然ガス+水系に分子径0.8nm 程度の物質 (大分子ゲスト物質) を加えることで生成する構造 H ハイドレートは生成分解圧力がメタンハイドレートと比べると1-2 MPa 低いため、その積極的な利用によってハイドレート製造・輸送・貯蔵プロセスの低圧化を期待することができる。しかしながら、構造 H 水和物のガス包蔵密度や大分子ゲスト物質の化学種の影響などが十分に解明されていない。本研究では、構造 H ハイドレートのガス包蔵密度の実測と新規な大分子ゲスト物質の探索、構造 H ハイドレートの生成成長機構の解明に関する研究を実施して、効率的な構造 H 生成手法を検討する。

本年度は、新規ゲスト物質の探索、構造 H 水和物の結晶成長機構解明、および水和物の安定性を評価するための分子軌道計算手法の開発を行い、以下のような成果を得た。相平衡測定と X 線回折解析による新規ゲスト物質の探索では、エーテル系2種類 (メチル基を有する環状エーテル、3-メチルテトラヒドロピランと2-メチルテトラヒドロフラン) など計3種類の物質が構造 H 水和物の大分子ゲスト物質となることを明らかにした。

結晶成長機構の解明については、水 (液相) + 大分子ゲスト物質 (液相) + メタン (気相) の三相界線 (ここが構造 H 水和物生成に必要な3種類の物質が相互接触する箇所であり、最も優先的に水和物結晶が生成・成長する場所であると考えられる) を有する系における結晶成長観測実験を実施し、三相界線が優先的な結晶成長サイトではなく、大分子ゲスト物質の液相と接する水+メタン界面に沿って二次元的 (面状) に水和物が成長することを明らかにした。このことから、大分子ゲスト物質の吸着したメタン+水界面の面積を大きくとれるような流体操作による水和物生成方法が、高速生成が求められる産業プロセス上は有効であると考えられる。

分子軌道法を用い計算研究では、既に相平衡条件が知られている構造 H 水和物について凝集エネルギー (ポテンシャルエネルギー) 計算を行い、この計算値と相平衡条件について良好な相関が見られることを確認して、新規大分子ゲストの探索にこの計算方法による予測が有効な手段となりうることを示した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

〔キーワード〕 クラスレート水和物、ガスハイドレート、エネルギー貯蔵・輸送

〔研究題目〕 有機 EL ディスプレイ用燐光材料の迅速探索システム

〔研究代表者〕 今野 英雄（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 今野 英雄

〔研究内容〕

有機 EL ディスプレイは、次世代のフルカラーフラットパネルディスプレイの有力候補であり、携帯電話やデジタルカメラなどで製品化がすでに始まっている。今後、有機 EL が広範な表示素子として採用されるためには、耐久性や発光効率などのさらなる改善が必要とされている。一方で、近年になって、有機 EL 用の発光材料として燐光材料を用いると、発光効率が従来よりも3~4倍も向上することが報告され、注目を浴びている。しかし、これらの燐光材料については様々な製造法が提案されているが、多段階プロセスが必要、反応時間が長い、複雑な精製プロセスが必要、収率が低いなどの問題があり、現在までに実用的な合成法は開発されていなかった。そこで本研究では、燐光型有機 EL の実用化の鍵を握る燐光材料の開発を迅速化するために、マイクロ波を用いた燐光材料の迅速探索システムを構築することを目的としている。平成16年度は、2-フェニルピリジンに置換基を導入した有機配位子を用いて合成法の検討を行い、2-フェニルピリジンと同様に目的のトリソルトメタル化イリジウム錯体が、収率良く合成できることを見出した。また、新規青色燐光材料の開発を行い、リン配位子を有する新規イリジウム錯体が THF 中で青色発光性を示すとともに、その発光特性はリン配位子の電子的・立体的因子に強く依存することを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 有機 EL、マイクロ波、合成、発光材料、イリジウム

〔研究題目〕 超高速化学合成プロセス創製に向けた超臨界流体制御技術の開発（NEDO 産業技術研究助成事業費助成金）

〔研究代表者〕 相澤 崇史

〔研究担当者〕 金久保 光央、川波 肇、松嶋 景一郎（北海道立工業試験場）、増田 善雄、佐藤 修

〔研究内容〕

自然界に大量に存在する水や二酸化炭素を超臨界状態として機能化して利用するプロセスは、環境調和型プロセスとして注目を集めている。特に高温・高圧条件（400℃、40MPa）の超臨界水は、無触媒かつ秒オーダーの反応時間でカプロラクタムの合成が達成されるなど有望な結果が得られている。しかし、高温反応のため副反応を抑えられず、プラント化の障害となっており、革

新的生産プロセス実現のためには、目的物を選択的に合成するための精密に制御された反応場を提供が必要である。そこで、本研究課題では、超臨界流体場の基質導入・混合状態を把握し、反応器の最適化及びコンパクト化を行う。即ち、反応場可視化観測システムを開発し、世界初の超臨界水の反応混合部の直接観測を行い、流れ・伝熱のメカニズムを解明し制御法の確立を図る。さらに、それらの知見を用いて設計・開発された流通式反応器を用いて、有望な反応の探索と条件の最適化を行い、既存プロセスを凌駕する生産性を達成する反応の提案を行う。これにより、脱有機溶媒の環境調和型、酸触媒を不要とした省資源型、大きな反応装置を必要としないエネルギー最小型の次世代化学合成プロセスの提案を図る。

平成16年度は、流通式反応場観測装置を用いた超臨界水と常温水のT字混合部の観測を行い、内径2mm という管の中においても CFD 計算に重力を考慮した計算を行わないと正しい解析が行えないことを明らかにした。反応探索では、天然由来の化合物（アルギン酸）の加水分解反応にターゲットを移し検討を行い、超臨界水処理では、アルギン酸自身が効率よく加水分解され、グルコシド結合ばかりでなく、ヘキソース環も分解してしまうことがわかった。しかし、低圧低温の超臨界水条件で行うことで、グルコシド結合を選択的に分解できることを突き止めた。さらに、急速昇温反応装置の製作を行うと同時に、昨年度試作したマイクロ波急速加熱装置を用いて、Heck 反応をモデルとしたマイクロ波加熱効果の検証実験を行った。その結果、反応の転化率は通常加熱の場合と比較して短時間でも急速に増加し、約2倍近くも反応が進むことを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超臨界流水、反応場観測、反応場制御

〔研究題目〕 ソフト化学的合成方法による省エネルギー型ランプ用蛍光体微粒子の開発

〔研究代表者〕 西須 佳宏

〔研究担当者〕 西須 佳宏、秋谷 俊之

〔研究内容〕

制御性の高いソフト化学的合成法により、低消費エネルギー型のランプやディスプレイ等を用途とする高効率な蛍光体微粒子を開発することを目的とする。蛍光管等に用いられる蛍光体は、ガラス面に薄く塗布され、また散乱光である必要性等から通常は粉体状で用いられているが、従来法の蛍光体製造プロセスでは、不純物の混入や解砕時の結晶表面への傷（欠陥）、さらに組成・粒度・形状等の不十分な制御性が、機器使用時の潜在性能（輝度特性等）を抑制する要因となっている。そこで本研究では、合成過程に液相析出法等のソフト化学的手法を応用することにより、精密に組成や結晶構造を制御して、不純物の混入や結晶表面への欠陥を防止し、さらに形状や粒度を最適化して、輝度等の特性の高い蛍光体を

得ることを目指している。本年度は、ゲル燃焼法を用いて形状や粒子径などの形態を制御した蛍光体微粒子合成について検討した。対象としたのは主に母結晶をケイ酸塩やレアアースの酸化物、ホウ酸塩とし二価または三価のユーロピウムを賦活した蛍光体組成である。アミノ酸類等添加による反応促進作用や錯体やゲルの形成の効果を明らかにし、これにより簡便な方法で均質で分散性や結晶性の良好な蛍光体微粒子の合成が可能であることを明らかにした。また添加剤の添加率の制御によって、粒子径を制御できることを明らかにした。また、この他、種々のソフト化学的手法を用いて蛍光体微粒子の合成を行っており、一部の生成した蛍光体では色純度、発光強度共に高い値を示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】蛍光体、微粒子、液相法

【研究題目】非線形光学素子用カーボンナノチューブ素材の開発

【研究代表者】片浦 弘道

【研究担当者】片浦 弘道、宮田 耕充、上野 太郎

【研究内容】

目標：

ナノチューブに観測される可飽和吸収という非線形現象は、産総研が独自に見いだした物理現象であり、光通信技術を革新する可能性を秘めている。ただし、材料としてまだ十分に洗練されていない。そこで本研究課題では、1. 光酸化を利用して構造選択的精製を行うことにより、不要なナノチューブを除去し、素材の均一性をあげる。2. 誘電体をナノチューブに挿入することにより、ナノチューブにかかる局所電場を増強して、非線形効果を増強する。3. ナノチューブの集合状態や配向を制御した成膜技術の開発により、さらに非線形効果を増強する。という三点の改善により、閾値を実用レベルまで下げることが目標とする。

研究計画：

平成16年度は、主にバンドル制御、金属半導体分離精製を中心課題として研究を行った。

年度進捗状況：

アルコール CVD 法により、孤立ナノチューブを直接合成する手法を開発した。(特許出願) 直径選択的精製により、市販の HiPco ナノチューブの中から長距離光通信波長帯に光吸収を持つナノチューブだけを選択的に取り出し、当該波長域での可飽和吸収特性を飛躍的に改善した。(特許出願) ナノチューブに含まれる、金属ナノチューブと半導体ナノチューブの割合を変化させることにより、緩和時間の制御が可能になる。そこで半導体ナノチューブのみを選択的に燃焼させる技術を開発し、金属・半導体の割合を変化させることに成功した。(特許出願)

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノチューブ、非線形光学、光通信

【研究題目】人の社会的関係を考慮した情報提供に関する研究

【研究代表者】西村 拓一

【研究担当者】松尾 豊、中村 嘉志、藤村 憲之、Tom Hope

【研究内容】

目標：

本研究では、ユビキタス環境における各種センサ情報や情報家電における機器の情報を、人同士の社会的関係に関する情報と合わせて使い、ユーザへの情報提示や機器の制御を行う。そのための技術開発、プロトタイプ開発および実運用を目的とする。このため、「人同士の社会的関係の獲得に関する研究」および「人同士の社会的関係と位置情報を利用した情報支援に関する研究」の二つを進める。前者の研究成果を後者で活用する。

成果：

「人同士の社会的関係と位置情報を利用した情報支援に関する研究」では、参加者へユーザデバイス (IC カード) を配布するときに、信頼性を維持しつつ迅速に配布する手法を考案、実装した。また、テーブルタイプのマルチメディア記録ブラウザシステム「Tabletop Community」を開発した。さらに、ユーザデバイスの高機能化を考慮した基礎実験を行った。「人同士の社会的関係の抽出に関する研究」では、ローマ字表示の人物同士の人間関係を自動抽出する手法を研究、実装した。これらの2手法をともに、人工知能学会全国大会、Ubicomp2005用のシステムを開発し、評価した。

【分野名】情報通信

【キーワード】Web マイニング、ユビキタス、人間関係ネットワーク

【研究題目】光コムを利用したスーパーヘテロダイナミクス測長技術に関する研究

【研究代表者】鍛島 麻理子 (計測標準研究部門)

【研究担当者】松本 弘一

【研究内容】

メートルの定義 (周波数) にトレーサブルな、サブナノメートル分解能をもつ測長システムを構築し、半導体製造、CD 利用等の露光の位置決めや精密加工などの分野において不可欠な高精度な長さ計測に資するため、フェムト秒コムなどによる新しいレーザー干渉法を用いて、分解能50ピコメートル、不確かさ100ピコメートルの測長技術を開発する。

光源として、フェムト秒パルスレーザーにより形成されるコ光コムから、利用したい二周波 (波長) を取り出すため、ファブリーペロー干渉計などにより、スーパーヘテロダイナミクスに必要となる二周波を取り出す技術を取得する。この高周波ヘテロダイナミクス信号をダウンコンバージョン

ョンする技術を開発することによって、高分解能測長に必要な三周波数光源を完成させる。(1年目)この特殊な新しい周波数光源や位置制御素子などを用いて、改良された光ブーミング干渉技術(異なるバーチャル波長の比を利用して、光波干渉測長を微細化する)を構築する。

(2年目)さらに、干渉計を改良し、分解能50ピコメートル、不確かさ100ピコメートルの、実用的で高分解能測長システムを完成させ、新しい長さ標準体系の確立に寄与する。(3年目)

平成16年度においては、市販のフェムト秒パルスレーザー(繰り返し周波数;約50メガヘルツ)の特性を実験的に評価し、本システムに必要な二周波(波長)を選択するための方法に関して広く調査し、実用機製作のための設計を行った。

【分野名】標準

【キーワード】光コム、ピコメートル測長、光ブーミング

【研究題目】均一系触媒の耐水性化による新規水中触媒プロセスの開発とそのメンブレンリアクターへの展開

【研究代表者】藤田 賢一(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】村木 孝仁、櫻井 貴之、橋本 美香

【研究内容】

本研究は、水中での有機反応において反応促進の鍵となる“球状ミセル”をモデルとした球状ポリマーの中心部での均一系触媒の固定化による、耐水性ミセル型触媒の新規創製を目的とし、まず水中有機合成に適した新規ポリマー支持体として、内部は疎水性骨格で、最外殻に親水性官能基を導入した両親媒性層ブロックデンドリマーの有効性を検証した。その結果デンドリマー内部の構造としてはポリ(アリアルエーテル)デンドロンが相応しく、また最外殻官能基としては、トリエチレングリコール基等のポリエチレングリコール骨格が有効なことを見出した。そしてこれらの新規知見に基づき $\alpha$ -グリコール骨格や2,2'-ビピリジン骨格をコア部に有する配位子内包型両親媒性デンドリマーを新規開発した。さらにこれらを新規配位子として用いることによりミセル型ルイス酸触媒を新規調製し、これを用い Mannich 反応等の種々の炭素-炭素結合生成反応を行ったところ、水中でも良好な収率で目的とする反応が進行することを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ミセル、均一系触媒、触媒プロセス

【研究題目】光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムによる高性能な可視光応答型光触媒の開発

【研究代表者】佐山 和弘

【研究担当者】杉原 秀樹、小西 由也、荒井 健男

【研究内容】

二酸化チタンを超える活性を持つ高性能な新規可視光応答型の半導体光触媒を開発するため、独自の光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムにより多くの複合半導体の探索・評価を効率的に行う。本システムでは、汎用性の高い有機金属分解法などの半導体湿式調製法と自動分注装置および自動制御電気炉を組み合わせ、多種多様な複合半導体の微粒子や多孔質薄膜を高速自動合成する。さらにパターン塗布した半導体多孔質薄膜の光電流評価手法を利用して、半導体の電荷分離特性や反応基質分解活性・選択性などを高感度で高速自動評価する。見いだされた半導体光触媒の候補について調製法の最適化を行い、最終的に有害化学物質分解に対して市販光触媒よりも飛躍的に高い活性を示す可視光応答型光触媒の実用化を目指す。高速自動半導体探索装置システムの構成要素は、(a)半導体の湿式合成のための原料溶液、(b)高速自動分注装置、(c)混合溶液を高温加熱して半導体合成するための自動制御電気加熱部、(d)光触媒活性の自動評価解析装置からなる。本年度は、半導体を自動合成してライブラリーを作成するための(b)および(c)の設計開発を中心に行う。また(a)についても装置開発と平行して研究を進める。本年度は3ヶ月間であり、高速自動半導体探索装置システムに設計を重点に行った。自動分注装置に塗布機能を同時に持たせる方法や、焼成を繰り返すためのシステム設計・開発を行った段階である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】半導体、光触媒、光電極

【研究題目】高温環境でのダイレクトモニタリング用広帯域振動センサの開発

【研究代表者】田原 竜夫

【研究担当者】田原 竜夫、秋山 守人、野間 弘昭

【研究内容】

過酷環境に曝される部材のマイクロな損傷を検出し、機械的破損の予知や余寿命診断技術として活用できれば、各種プラント等における安全管理体制を、定期メンテナンス主体の「時間管理型」から使用部材の状態に応じた「状態管理型」へと転換できる。その結果、機械的破損を原因とする産業事故の防止、運用管理効率化、生産効率向上を図ることができる。このような革新的管理技術の実現には振動解析技術の利用が極めて有効であるが、高温環境で発生する高周波振動を検出できるセンサが存在しない。そこで、窒化アルミニウム(AIN)薄膜を振動検出素子とし、振動の検出から出力信号伝達にまで至る最適なパッケージ化を行うための総合的な研究を通じ、MHz 域までの広帯域振動を計測でき、800℃で1万時間の使用に耐える、新規な振動センサを開発する。

今年度は、検出器となる AIN 薄膜素子自体の圧電特性を評価し、十分な出力信号を得られる薄膜作製プロセ

スを確立するための研究に取り組み、従来を上回る圧電薄膜の形成に成功した。また、圧電薄膜素子の高温環境への適用性を明らかにするために100時間程度までの耐熱・耐環境性評価試験を実施したところ、800℃の不活性雰囲気中で保持した薄膜素子は、試験後にも圧電特性の著しい低下は見られないことが確認された。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 振動センサ、耐熱化技術、薄膜圧電体

〔研究題目〕 近接垂直ブロー型 CVD 炉を用いた炭化珪素の高速・高精度均一化エピタキシャル技術の開発

〔研究代表者〕 石田 夕起

〔研究担当者〕 三谷 武志、JungHeum Yun

〔研究内容〕

SiC 素子の普及促進のためには、現状最もコストを押し上げているエピ膜形成プロセスの高スループット化が必須である。本研究では、高品質 SiC 基板上に Si エピ成長なみの成長速度で、かつデバイス用ウェハとしての仕様を満足する膜厚・濃度分布を実現する SiC エピ成長技術、すなわち2インチ基板前面にわたって成長速度：100・m/h 以上、膜厚・濃度分布：5%以内の高速・高精度大口径均一化技術の開発を目標としている。本研究は今年度からのスタートである。それゆえ、本年度は既存の装置を2インチ基板用に改造し、高速大口径化の実験を行える体制を整えた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 高速成長、均一成長

〔研究題目〕 バイオマス由来燃料を用いた小型燃料電池の研究開発

〔研究代表者〕 藤原 直子

〔研究担当者〕 藤原 直子、山崎 眞一

〔研究内容〕

電子情報化社会の到来に伴い、利便性の高い安全なマイクロ電源が求められている。本研究は、バイオマスから得ることができ、環境および生体適合性の高い糖類、エタノール、アスコルビン酸などを燃料に用い、直接酸化して使用する固体高分子形燃料電池の開発を目的とする。

本年度は、糖類、エタノール、アスコルビン酸を燃料としたダイレクト燃料電池構成材料の選択に関して指針を得るため、各燃料化合物の電極酸化反応を評価し、高活性触媒の探索を行った。マルチチャネルの電気化学測定装置を使用して一度に複数の電極特性データを得る迅速評価手法を採用し、電解液中、金属触媒および錯体触媒上での各燃料化合物の電極酸化挙動について基礎データを取得した。その結果、グルコースやエタノールの酸化反応は、従来の固体高分子形燃料電池の条件である酸性電解液中に比べ、アルカリ電解液中で進行しやすいこ

とが分かり、アルカリ型ダイレクト燃料電池の可能性が示唆された。また、アスコルビン酸を燃料とした場合には、カーボン電極上でも酸化反応が進行し、燃料極に貴金属触媒を使用しない燃料電池を作製することが可能であった。さらに、高いアスコルビン酸酸化活性を実現するためのカーボン材料の処理方法を見出した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 固体高分子形燃料電池、バイオマス、電極触媒

〔研究題目〕 国際研究集会発表参加

〔研究代表者〕 山口 智彦

〔研究担当者〕 山口 智彦

〔研究内容〕

The Gordon Research Conference on Oscillations and Dynamic Instabilities in Chemical Systems 招待講演発表

ゴードン会議の冒頭講演。ナノテクノロジーの勃興により自己組織化が再び脚光を浴びるようになった。ナノテクノロジーの自己組織化に、非線形ダイナミックスの視点をもつ研究者はどのように取り組むべきか？ナノ粒子の階層的配列化、自己複製系とエントロピー生成、カーボン・ナノチューブ成長のモデルを事例として非線形ダイナミックス研究者に新たなフロンティアを提示した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 自己組織化、非線形ダイナミックス、カーボン・ナノチューブ成長

〔研究題目〕 鉄系廃棄物と鉄鋼副生有機物からのエネルギーと二酸化炭素回収に関する研究

〔研究代表者〕 幡野 博之

〔研究担当者〕 幡野 博之、松岡 浩一、森田 篤子

〔研究内容〕

地球温暖化問題を解決していく上で、二酸化炭素隔離が政策的に日本でも具体化する可能性が出てきている。そのため、化学ループ燃焼法のようにエネルギーペナルティーの無い燃焼技術が水素やメタンだけでなく様々な燃料に適用出来るようにすることは非常に重要な技術開発となる。

本研究では燃料源としてタールを含む COG などの鉄鋼副生有機物を対象として、エネルギー・酸素移動媒体として、鉄鋼生産工程や流通・加工過程で排出される粉鉄や切り屑などの再生処理が必要な鉄系廃棄物を用いることで、低コストで安全性が高く、燃料として適用範囲の広い媒体技術を開発し、二酸化炭素をエネルギーペナルティー無しに回収出来る技術を開発することを目的とした研究を実施する。

平成16年11月から研究がスタートし、600℃前後の低温条件でタールなどが二酸化炭素に転換できることを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 鉄系廃棄物、タール、化学ループ燃焼、  
二酸化炭素

〔研究題目〕 Ultra structural study of formation of the  
laminin-apatite composite layer

〔研究代表者〕 大矢根 綾子

〔研究担当者〕 大矢根 綾子

〔研究内容〕

目標：

研究代表者らはこれまでに、表面処理された高分子基板をラミニン含有リン酸カルシウム過飽和水溶液（LCP 溶液）中に浸漬すると、基板表面にラミニン担持アパタイト層が形成されることを示してきた。本研究は、LCP 溶液中における基板の表面構造変化、及び溶液の組成変化を調べることにより、上記ラミニン担持アパタイト層が形成されるメカニズムを明らかにすることを目標とする。

研究計画：

表面処理された高分子基板を LCP 溶液に種々の期間浸漬し、基板の表面構造変化を薄膜 X 線回折、X 線光電子分光分析、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡により調べる。また、溶液の元素濃変化を高周波誘導結合プラズマ発光分光分析、及び紫外・可視分光分析により調べる。

成果：

高分子基板の表面構造解析、及び LCP 溶液の組成分析の結果、ラミニン担持アパタイト層の形成メカニズムが以下の通り明らかになった。表面処理された高分子基板表面にはアモルファスリン酸カルシウム（ACP）が固定されている。LCP 溶液中においては、すべてのリン酸カルシウムの中でアパタイトが最安定相であるので、基板表面の ACP は LCP 溶液中で数時間以内にアパタイトの核形成を誘起する。一端アパタイトが形成されると、それは LCP 溶液中のアパタイト成分及びラミニン分子を取り込みながら、自発的にラミニン担持アパタイト層へと成長していく。この際、アパタイトの結晶成長と、結晶表面へのラミニン分子の吸着が同時に進行する結果、得られるラミニン担持アパタイト層中においてラミニン分子は、アパタイトの針状ナノ結晶よりなるマトリックス中に分子レベルで分散、担持される。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ナノマニファクチュアリング、アパタイト、結晶成長、ラミニン、過飽和溶液、ナノコンポジット

〔研究題目〕 光触媒環境浄化研究会 in 九州

〔研究代表者〕 谷 英治

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 谷 英治

〔研究内容〕

目的は、産業技術総合研究所の技術を核にして、本分野に関係の産・官・学の研究者を組織して光触媒技術の現状と今後の動向に関する内外の情報の交換、独自の研究成果の発表とピアレビューを積み重ねることによって、共同プロジェクトの提案に結びつけ、新産業創出を目指す。平成16年10月1日（金）に平成16年度の第1回の研究会を開催し、平成17年1月25日（火）に平成16年度の第2回の研究会を開催した。

平成16年度第1回研究会は、平成16年10月1日（金）15:00～17:00に産業技術総合研究所九州センター2階大会議室で行い、講演は、1)「水の完全分解光触媒の開発と可視光化の最近の動向」大分大学工学部応用化学科の西口宏泰氏、2)「表面傾斜構造からなる高強度光触媒繊維とその水処理を中心とした展開について」宇部興産株式会社研究開発本部機能材料部門長の石川敏弘氏の2名により行われ、参加者は約33名であった。

平成16年度第2回研究会は、平成17年1月25日（火）15:00～17:00に九州地域産学官交流センター1階会議室で行い、講演は、1)「酸化チタン光触媒の実用化と最新の研究動向」大阪府立大学大学院工学研究科の安保正一氏、2)「固定化光触媒の開発と応用」アンデス電気株式会社開発本部機能材料開発部の工藤武志氏の2名により行われ、参加者は約51名であった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 光触媒、環境、浄化

〔研究題目〕 鋳型非依存性 RNA 合成酵素の特異性切り替えの分子的基盤研究

〔研究代表者〕 富田 耕造

〔研究担当者〕 富田 耕造

〔研究内容〕

tRNA の3' 末端 CCA 配列（74-76の位置）は、tRNA の末端へのアミノ酸付加および蛋白質合成におけるリボゾームとの相互作用に必須である。CCA 配列は、CTP および ATP を基質として、CCA 付加酵素と呼ばれる鋳型非依存性 RNA ポリメラーゼによって修復、あるいは新規合成される。CCA 付加酵素が核酸の鋳型を用いずに定まった配列を定まったプライマーへ付加するメカニズムは未解決のままである。本研究において、我々は、*Aquifex aeolicus* 由来の酵素の結晶構造を、末端のアデノシンが欠けている tRNA および付加される ATP アナログと結合した状態で決定した。この構造は世界で初めての鋳型非依存性 RNA 合成酵素の三者複合体の構造を決定したものである。酵素は tRNA 分子のアクセプター・T ヘリックスを包み込むように結合している。触媒ポケットにおいて、ATP の塩基はそれに相補的なアミノ酸残基によって認識されており、また C75は ATP に隣接しており、それらの塩基部分は互いにスタッキング相互作用をしている。tRNA の C74-C75を認識する相

補的ポケットはヌクレオチドに対して蛋白質性の鑄型を形成しており、これは鑄型依存的ポリメラーゼによって用いられるヌクレオチドの鑄型を模倣している。我々の構造は、鑄型非依存性 RNA 合成酵素の分子的基盤を提示したのみではなく、核酸から蛋白質への機能移譲の進化的メカニズムを理解するうえで重要な知見を与えるものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 RNA 合成、鑄型非依存性

〔研究題目〕 中国科学院上海有機化学研究所研究者招聘

〔研究代表者〕 田口 洋一（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 大石 晃広、国岡 正雄、船橋 正弘、増田 隆志、中山 和郎、王 易

〔研究内容〕

化学・バイオつくば財団の藤井基金から助成を受け、中国科学院上海有機化学研究所の若手研究者である曹阿民教授と張兆國教授が国際会議のため来日する機会を捉えて、8月9日から12日まで、産業技術総合研究所に両教授を招聘した。産総研の関連グループの研究者と、それぞれの研究の将来展望や今後の研究協力について活発な意見交換を行った。また、8月11日には、産総研第5事業所6階会議室において、バイオマス由来生分解性プラスチックの研究及びロジウム触媒を用いた環化異性化反応についての両教授の講演会を開催した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、生分解プラスチック

〔研究題目〕 有害大気汚染物質の光触媒分解技術の開発

〔研究代表者〕 松沢 貞夫

〔研究担当者〕 松沢 貞夫、根岸 信彰、佐野 泰三

〔研究内容〕

自動車や各種事業所等の小規模発生源から排出される比較的低濃度の有害大気汚染物質を高効率、低コスト、かつ省エネルギー的に分解・処理するため、この目的を達成できる可能性の高い光触媒技術に基づく浄化方法を開発し、環境保全並びに企業活動等の円滑な推進に資する。具体的には、各種の汚染物質・化学物質の光触媒による分解性を評価し、表面改質など必要な高性能化を施すとともに、光触媒を固定化した浄化材料を開発する。この材料を用いて、太陽光利用の省エネルギー型浄化技術〔パッシブシステム〕及び小規模分散型発生源対応の浄化技術〔アクティブシステム〕の両方を開発する。分解性評価関係では、今回ピレンからの CO<sub>2</sub>生成について調べた。多環芳香族炭化水素の光触媒分解は、トルエンやキシレン等の1環芳香族炭化水素の分解に比べて非常に困難と考えられがちであるが、凝集していないフリーな状態ではそれほど困難ではないことがわかった。ま

た、長時間光照射を続ければ、最終的に CO<sub>2</sub>化することもわかった。日本側で合成した可視光応答型光触媒については、NO<sub>x</sub> の除去では他の触媒に優る性能があるが、アセトアルデヒドのような有機物では性能が低かった。理由を明らかにして本研究で合成した光触媒に改良を加えれば、VOC に対しても高性能が期待できる。台湾側で合成したものと結晶構造上の比較も行った。アクティブ式浄化システムについては、試験運転でいくつかの問題点が明らかになった。一方、パッシブ式装置の性能は高かったが、まだ実ガスで行われていない。結果が得られ次第、台湾側フィールド試験用浄化システムへの活用も行う。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 酸化チタン、TiO<sub>2</sub>、光触媒、空気浄化、大気汚染物質、VOC

〔研究題目〕 光周波数コムによる絶対周波数測定を用いたピコメートル不確かさの変位計測に関する研究

〔研究代表者〕 尾藤 洋一（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 尾藤 洋一

〔研究内容〕

ナノテクノロジーにおいて、微小変位（ $\mu\text{m}\sim\text{nm}$ ）の計測は重要な要素技術であり、分解能だけではなく測定精度に対する要求も年々高くなってきている。本研究では、光干渉計にレーザ周波数をロックし、微小変位に伴う光周波数変化を光周波数コムにより測定することにより、10  $\mu\text{m}$  程度の微小変位に対して100pm 程度の測定不確かさを実現することを目標としている。本手法においては、従来の光干渉計と違い、位相測定を行わないので、周期的な非線形誤差が発生せず、高精度な測定が可能である。さらに、光周波数コムによる光周波数測定を用いることにより、高精度かつダイナミックレンジの広い変位測定が可能となる。16年度（初年度）においては、ルビジウム安定化半導体レーザと電気光学変調素子を用いた実用的な光周波数コムを開発し、10<sup>-10</sup>以上の精度での光周波数測定装置を実現した。

〔分野名〕 標準

〔キーワード〕 ナノ標準、光周波数コム、微小変位

〔研究題目〕 位相制御光を用いた分子配向操作に関する研究

〔研究代表者〕 大村 英樹

〔研究担当者〕 大村 英樹

〔研究内容〕

気体や液体の計測において、分子の運動状態（並進、振動、回転）を単一化してやれば情報は飛躍的に増え、高度な計測が可能となる。研究者代表者は、世界に先駆けて位相制御光による量子干渉効果を用いた頭と尻尾を

区別した分子配向制御を実現し、この手法は物質の種類に依存しない適応範囲の広い汎用的な手法であることを実証した。

現在の実験装置では、分子の配向制御用光パルスと配向モニター用光パルスが同一となっている。そこで、分子配向制御の自由度を飛躍的に高めるために、分子配向制御用光パルスと分子配向モニター用光パルスを独立に操作することのできる光学システムを構築し、さらに汎用性のある分子操作技術に発展させることが目的である。

現有設備であるフェムト秒レーザーシステム（波長：800nm）から、3つの光パルス（分子配向制御用光パルス（800nm+400nm）、分子配向モニター用光パルス（800nm））を発生させ、分子配向制御用光パルスと分子配向モニター用光パルスの相互位相を20アト秒（ $10^{-18}$ 秒、光の1周期@800nmの1/100）の精度で制御できるマツハツェンダー型光干渉計を作製した。光干渉計の性能を損なう微弱な振動や、空気の揺らぎを極力抑えるための防振と揺らぎ除去機構を作製した。

作製した光干渉計によってこれまで配向操作の困難であった分子（臭化塩化エタン）の配向分子選択イオン化に成功した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 位相制御光、フェムト秒レーザー、分子配向、位相制御、両氏制御

〔研究題目〕 高温領域でのダイオキシン類生成機構の研究

〔研究代表者〕 畑中 健志

〔研究担当者〕 北島 暁雄、竹内 正雄

〔研究内容〕

工業炉や焼却炉等からのダイオキシン類排出抑制を、炉内での生成自体を抑制することで実現する燃焼技術の開発を目指して、高温の燃焼場でのダイオキシン類生成機構を解明する研究を行った。ダイオキシン類には数多くの異性体が存在するが、生成反応機構を解明するために詳細な分析を行って各異性体毎の生成挙動を調査した。

本年度は、二次燃焼炉出口に高温の温度保持部を設置した小型流動層燃焼装置を用いて、パルプ、小麦粉、木粉を基本組成として作製した組成の明確な模擬ゴミの燃焼実験を行い、高温の温度保持部からダイオキシン類のサンプリングを行って、その生成挙動を観察した。温度保持部を600℃から700℃とした場合、下流ほどダイオキシン類の総量が減少するとともに同族体分布は低塩化物側へ移行したため、脱塩素反応が起きていることが分かった。ここで各異性体の生成挙動を調査すると、PCDDではPCDFに比べて脱塩素反応が比較的多く起きているが、それと同時に排ガス中のクロロフェノール等の単環化合物の縮合による生成反応も、実験条件によっては無視できないことが分かった。またPCDFでは分解反応と同時に、未燃炭素等からの生成を示唆する結果が得

られた。高温の温度保持部ではダイオキシン類の分解反応と生成反応が併行して起きており、反応機構や温度、滞留時間への依存性がそれぞれの異性体で異なることが分かった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ダイオキシン類、生成機構、燃焼、異性体

〔研究題目〕 細胞内に硝酸性窒素を蓄積するイオウ酸化細菌を用いた硝酸性窒素除去技術の開発

〔研究代表者〕 左山 幹雄

〔研究担当者〕 左山 幹雄

〔研究内容〕

近年、細胞内に硝酸性窒素（ $\text{NO}_3^-$ -N）を高濃度（15-800mM）に蓄積する特異なイオウ酸化細菌（Nitrate Accumulating Sulfur Oxidizing Bacteria、NA-SOB）が、世界中の様々な水界生態系に広く生息しており、地球規模での窒素循環に対して大きな影響を与えていることが明らかになってきた。東京湾にも、堆積物表層にNA-SOBが高密度の微生物膜を形成しており、その特異な窒素代謝により東京湾全体での窒素循環や富栄養化の進行に大きな影響を与えていることが明らかにされつつある。本研究では、堆積物表面にNA-SOBの微生物膜が形成されている未攪乱堆積物コアを東京湾より採取し、それをそのまま実験室条件下で維持・培養できる実験系を開発する。そしてその実験系を用いて、NA-SOBの個体群動態及び窒素代謝メカニズムの解析を行い、それらを調節している環境要因を明らかにする。そしてそれらの知見にもとづき、NA-SOBを用いた排水中の硝酸性窒素の新たな生物学的除去技術を開発する。平成16年度は、 $^{15}\text{N}$ を用いてNA-SOBの窒素代謝メカニズムの実験的解析を行うとともに、NA-SOBによる $\text{NO}_3^-$ -N及び硫化水素（ $\text{H}_2\text{S}$ ）の除去に与える環境条件について検討を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 イオウ酸化細菌、硝酸態窒素、窒素循環

〔研究題目〕 オンサイト型土壤汚染物質高感度簡易測定法の開発

〔研究代表者〕 野田 和俊

〔研究担当者〕 愛澤 秀信、駒井 武、谷川 実

〔研究内容〕

トリクロロエチレン（TCE）等の揮発性有機化合物や重金属による土壤汚染実態を現場環境において、簡便かつ高感度に測定する簡易測定法の開発を目的とした研究を行う。ここでは、水晶振動子を利用した超微量天秤（QCM）技術を応用し、測定対象ガス濃度変化を水晶振動子の発振周波数変化に変換する技術を利用した簡易測定法を開発する。

今年度は、環境基準レベルの低濃度を測定可能とするために、トリクロロエチレン (TCE) を代表とする揮発性有機化合物の検知特性を明らかにした。この測定手法の基本原理は、シリカゲルに酸化鉛と硫酸を担持した酸化剤と測定対象ガスの TCE を反応させることによって HCl を発生させ、発生した HCl と水晶振動子の銅電極を化学反応させて重量変化を検知し、水晶振動子の発振周波数変化値に変換して測定するものである。

TCE を対象にした検知剤 (酸化薬剤) の検知特性を調査した結果、シリカゲルに酸化鉛と硫酸を担持したものの (配合比率1:4) を主成分とした酸化薬剤が最も良好な特性であることを明らかにした。さらに、最適な酸化薬剤量を調査した結果、TCE 標準ガス濃度 0.5、1.0ppm における薬剤量 0.1g、0.4g の最大発振周波数変化としては、0.1g を利用した場合が最も大きく変化した。

次に、測定温度に対する影響を調査した結果、温度が高いほど薬剤からの反応生成物としての HCl の発生量が多くなることを明らかにした。これから、測定温度を高くすることによって高感度化が容易であることが分かった。

TCE 標準ガスを用いて、各種ガス濃度に対する水晶振動子の発振周波数変化について相関関係を明らかにした。実験の結果、環境基準レベルは測定可能であることが分かった。

これから、このような簡易測定系でありながら、環境基準レベルの極低濃度を容易に測定可能な検知システムを開発することが可能であることが分かった。

【分野名】環境計測

【キーワード】トリクロロエチレン、水晶振動子、QCM

【研究題目】高温固体潤滑剤の開発とその高効率鍛造プロセスへの適用に関する研究

【研究代表者】北 英紀 (先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】吉田 克己、日向 秀樹、近藤 直樹、岡田 達也

【研究内容】

室温から高温域で低摩擦性を発現する固体潤滑剤、その金型表面への形成技術、及び自己潤滑性セラミックス型を開発する。開発の具体的な目標値としては、固体潤滑剤については室温から500℃までの温度域で固体摩擦係数が0.2以下、また自己潤滑性セラミックス型については摩擦係数0.2以下、強度1000MPa以上、型表面の粗さ0.3μm以下である。このために以下の研究開発を行う。

1) 高温固体潤滑剤の開発：室温から高温までの広い温度域で小さな固体摩擦係数を有する固体潤滑剤を開発し、その潤滑特性を明らかにするとともに、金型表面に自己潤滑層を形成するための技術を確立する。

2) 自己潤滑性セラミックス型の開発：十分な強度及び信頼性をもつセラミックスとするために必要な自己潤滑相粒子の形状や寸法、ならびに連続相となるセラミックス相の粒子形状等に関する構造制御を可能とするプロセス技術を開発した上で、得られた知見をふまえ高温鍛造用型を製作する。またその実証試験を実施する。

平成16年度においては、層状構造をもつグラファイト粉末に、ゾルゲル法により燐酸化合物を修飾する処理を行うことにより耐酸化性が著しく向上することを明らかにした。また自己潤滑性セラミック型については、Mo化合物が高温下での固体潤滑性に優れることに着目し、同化合物を機械的特性に優れた窒化ケイ素に分散した複合セラミックスを開発するとともに、同材料を使って型の製作を行った。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】固体潤滑剤、セラミックス、鍛造、ゾルゲル、摩擦係数

【研究題目】Synthesis and characterization of fluorinated amorphous carbon films by reactive magnetron sputtering

((財)日本科学協会海外発表促進助成)

【研究代表者】石原 正統

(ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】石原 正統、鈴木 雅裕、渡辺 俊哉

(三菱重工)、中村 挙子、田中 章浩、古賀 義紀

【研究内容】

ダイヤモンドライクカーボン (DLC) は省エネルギーの観点から摺動部材の耐久性を高める目的で近年実用化が進められている固体潤滑材の一つであり、機械分野のみならず、バイオなど様々な分野で使われはじめている。一方で、代表的な固体潤滑剤として二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>) がある。MoS<sub>2</sub>は真空中で優れた摩擦特性を示す材料として、主に真空摺動材として用いられているが、大気中では摩擦摩耗特性が悪化するという欠点がある。このように、固体潤滑剤は環境によって潤滑性能が異なり、大きな問題となっている。MoS<sub>2</sub>に代わる新規な固体潤滑剤の創製を目標とし、スパッタ法による DLC 膜へのフッ素導入により、様々な環境でも優れた摩擦特性を示す材料開発を行った。

膜中のフッ素量の増加とともに、硬度と弾性率は低下し、ダイヤモンド状の構造からポリマー状の構造へ変化することが分かった。また、精製水に対する接触角の測定結果より、フッ素量の増加とともに接触角は増大し、表面エネルギーが減少していることが分かった。乾燥空気中、高湿度雰囲気中、水中などの環境の中で、a-C:F膜は MoS<sub>2</sub>膜より低摩擦、低摩耗を実現し、各種環境下で優れた潤滑特性を持つ固体潤滑膜の創製に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料

【キーワード】 DLC 膜、フッ素添加、トライボロジー、特殊環境、スパッタ、表面エネルギー

【研究題目】 財団法人兵庫県国際交流協会、国際会議開催助成「International Workshop on Super-RENS, Plasmons, and Surface Recording Science & Technology (ISPS2005)」

【研究代表者】 富永 淳二 (近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】 富永 淳二

【研究内容】

近接場光応用工学研究センターでは、毎年、センターの研究成果の外部への発信と内外の関連研究者を招待したワークショップを開催している。ISPS2005は、1998年より次世代の超高密度光記録技術開発のためのワークショップとしてスタートし、今回で7回目の開催である。スーパーレンズと呼ばれる実用化に迫る次世代光記録ディスクを始めとし、局在プラズモン光と呼ばれる特殊な光の応用分野開拓としての光ディスク研究、さらには原子間力顕微鏡等を用いた最先端の原子レベルでのデータ記録技術が主な検討テーマである。H16年度からポスターセッションも新たに追加し、発表件数が前回の1.5倍となった。二つの異なる関連学会開催日程が重複するなど開催に不安もあったが、40名弱の参加者(内1/3が海外の大学、企業)があり、活発な討議が行われた。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 ナノテクノロジー、先進光技術、光ストレージ

【研究題目】 北部フォッサマグナ西縁、大峰帯に分布する前期更新世火砕流堆積物の放射

【研究代表者】 植木 岳雪

【研究担当者】 植木 岳雪

【研究内容】

本研究の目的は、長野県北部、北部フォッサマグナ西縁の大峰帯の層序を再検討し、北アルプスおよび松本盆地の形成と、糸魚川-静岡構造線の前期更新世の活動を高精度に復元することである。大峰帯の最上位は約165万年前の大峰溶結凝灰岩であるとされてきたが、代表者はその上位に堆積岩および数枚の火砕流堆積物を見いだした。その火砕流堆積物の年代を決定することによって、従来不明確であった糸魚川-静岡構造線の前期更新世の活動と断層周辺の地形を高精度に復元することができる。

平成16年度の研究計画は、長野県北部、美麻村および池田町において大峰溶結凝灰岩より上位の地層の記載を行い、溶結凝灰岩の放射年代測定と古地磁気を行うことである。年度内進捗状況については、すべての予定した研究計画を遂行でき、現在得られた結果の論文化を進め

ている。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 活断層、火砕流、地形発達

【研究題目】 千島海溝において周期的に発生する巨大地震津波イベントの発生年代と再来間隔特定

【研究代表者】 七山 太

【研究担当者】 七山 太

【研究内容】

2004年12月26日、スマトラ沖地震(M9.3)によって生じた巨大津波によって、インド洋沿岸域では大規模な沿岸土砂移動が起こったことが、地震後の現地調査の結果明らかにされている。これとよく似た堆積現象が、北海道東部太平洋沿岸の低層湿原地域においても9層認められており、これらは千島海溝で過去に生じたM8.5クラスの巨大地震によって繰り返しもたらされたものであることが、最近の我々の調査で既に明らかにされている。しかし、当地の沿岸湿原の成立は約4000年前程度であり、それ以前の状況は不明確なままであった。釧路市春採湖は北海道太平洋沿岸に分布する代表的な海跡湖であり、今から約3000年前(縄文時代晩期末)、海退に伴う湾口での漂砂堆積によって、最終氷期に河川によって下刻された浸食谷が、外海と隔てられて成立した沿岸湖沼と考えられている。前年度2月に、春採湖湖底から氷上ボーリングによって採取されたコアは、約9500年前～現在までの沖積層からなり、その主体を絞める珪藻質泥層中には、海成起源の碎屑粒子から構成される22層の津波痕跡の存在が確認された。これらは堆積学的手法を用いた詳細な解析により、千島海溝において400～500年周期で発生する巨大地震津波による痕跡と理解された。さらに、珪藻質泥層中に発達するラミナの解析により、最終イベントの発生年代が17世紀前期に特定出来ることが判明し、現在、古文書の記述との整合性を検討している。

【分野名】 地質・海洋

【キーワード】 釧路市、春採湖、巨大津波、津波堆積物、古地震学、千島海溝

【研究題目】 化学物質の安全性評価法に関する発達期の学習・記憶試験の開発(3)

【研究代表者】 瀧田 正寿(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 瀧田 正寿(人間福祉医工学研究部門)

【研究内容】

近年、少子化傾向が著しい一方、注意欠陥/多動性障害(ADHD)などに代表される子供の問題の報告は急増しており、国の将来を危ぶむ声がある。また、ADHD 比率の高い先進国を中心に、様々な摂取経路の想定できる化学物質が、子供の学習・記憶の発達に影響するのではないかと世界中で疑問と不安を生じている。化学物質の神経発達への影響を総合的に見直すことが社

会的に要請されて、米国環境保護庁（EPA）と経済協力開発機構（OECD）は、発達神経毒性テストガイドラインを近年制定し、発達期の学習・記憶検査実施の重要性を説いている。しかし、具体的な試験方法の記載がなく、検査現場は困惑している。若成熟動物を対象とする学習・記憶試験は多種多様開発されているが、限られた発達期間内に多数の検査と並行して実施できる信頼性のある学習・記憶試験はない。

本研究では、信頼性のある学習・記憶試験法の確立を目指し、前々年度より取り組んで試験法を開発した。さらに開発した試験法について、学習・記憶・情動と強く関わる前頭前野・海馬・扁桃体とその間の神経連絡（3部位3連絡）を機能不全にした実験群と偽手術群を対象（計12群）として試験法の検出能について検査した。昨年度（6群）と本年度（6群）を合わせた12群の結果から、機能不全効果の差異が簡便に検出され、各部位機能よりも脳部位間を連絡する神経投射機能の重要性が示唆され、本試験法が有望であることを認めた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 少子化、発達、学習、記憶、情動、注意

〔研究題目〕 準静的加圧による生体組織の粘弾性分布映像システムの開発

〔研究代表者〕 新田 尚隆（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 新田 尚隆（人間福祉医工学研究部門）

〔研究内容〕

目標：

臨床における触診のような準静的負荷を体表面に与えると、癌など疾病部では正常組織と異なる粘弾性が触知される。疾病部が深在する場合、それを同定するには粘弾性分布を得ることが有用であり、このためには体表を加振する手法が一般的であったが、患者に苦痛を与える。そこで本研究では、患者に苦痛を与えず、さらに診断能向上のために、準静的負荷の下で粘弾性分布を得、それを映像化する超音波システムの開発を行う。

研究計画：

1) 準静的負荷時でも評価が可能な粘弾性パラメータを決定する。2) 超音波を用いた、粘弾性パラメータ分布の映像法を開発する。3) 超音波診断装置とPCとを接続した粘弾性分布映像システムを試作し、性能評価する。

年度進捗状況：

1) 粘弾性パラメータの決定：準静的負荷時のヒステリシス特性に着目し、ヒステリシスループ面積を正規化したヒステリシスパラメータを導入した。2) 粘弾性パラメータ分布映像法の開発：組織を加圧・弛緩して内部に生じたヒステリシスループを、超音波と表面圧センサを用いて推定し、ヒステリシスパラメータを算出して映像化する手法を開発した。シミュレーションにより、内部の粘弾性分布が妥当に得られることを確認した。3)

システム試作：本手法を実装した超音波映像システムを試作し、ゼラチンファントムやブタ腎臓に適用した。本手法で得られたヒステリシスパラメータ値は、該当部位の切片に対する機械的な圧縮試験による結果とよく一致した。さらに、医師によるインフォームドコンセント後に取得された、ヒト乳房腫瘍のデータに適用した結果、従来の超音波像では不明瞭な腫瘍部が、本手法により明瞭化されることを確認した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 粘弾性分布、超音波、ヒステリシス、組織診断

〔研究題目〕 2つの機能性材料を融合したセンサアクチュエータシステムに関する研究

〔研究代表者〕 佐藤 宏司

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 宏司

〔研究内容〕

形状記憶合金は形状記憶効果と、超弾性効果をもっており、これまでにメガネフレームなどの構造体や、医療用カテーテル、マイクロマシンなどのアクチュエータに利用されている。変形量は大きい、応答速度が遅いという欠点を持っている。PZT等に代表される機能性セラミックス材料は圧電効果と焦電効果をもっており、超音波モータや加速度センサ、角速度センサ、焦電センサ等、幅広くセンサやアクチュエータに利用されている。しかし、その一方で、変位量や応答速度、動作温度範囲、信号出力等の欠点をもっており、これまで応用範囲は限られている。

本研究では形状記憶効果をもつNiTi合金の表面に水熱合成法で機能性セラミックスのPZT結晶層を成長させ、形状記憶効果、超弾性効果、圧電効果、焦電効果の複数の機能を融合させたデバイスの研究を行なう。複数の機能を融合させることにより個々の機能の高性能化を行い、また欠点を補い合うような新しいセンサ、アクチュエータシステムの開発を目指し研究を行った。直径150 $\mu$ mのNiTi合金表面に水熱合成法によりPZT薄膜を作製し、超弾性領域の5%の歪み変形を圧電薄膜から電気信号として検出することに成功した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 形状記憶合金、圧電材料、スマートストラクチャー、水熱合成法、圧電効果、焦電効果、形状記憶効果、超弾性効果、アクチュエータ、センサ

〔研究題目〕 霧多布湿原に記録された津波遡上履歴と遡上規模の解明

〔研究代表者〕 七山 太

〔研究担当者〕 七山 太

## 〔研究内容〕

北海道東部太平洋沿岸域は、千島海溝に面する本邦屈指の地震津波の多発地帯である。過去50年間だけを見ても、1952年十勝沖地震（Mt8.2）、1973年根室沖地震（Mt8.1）、2003年十勝沖地震（Mt8.0）といったマグニチュード8クラスの巨大地震が起きており、その都度多大な津波被害をもたらしてきた。しかし、北海道東部への和人の入植は歴史的に遅れていたため、同地域の19世紀以前の古地震・津波記録は皆無である。その一方で、本地域には縄文海進以降に生じた沿岸湿原や海跡湖が人工改変を被らないまま保存されており、同地域において津波堆積物に関する様々な研究が活発に行われてきている。本年度5月、北海道開拓記念館、浜中町教育委員会、霧多布湿原センターとの共同で、霧多布湿原の4地点において、大規模掘削調査を実施した。この結果、過去約4000年間に堆積した泥炭層中に10～100cmの層厚を持つ9層の津波堆積物が認定された。今回の調査で得られた津波痕跡のイベント層序は、樽前山や駒ヶ岳起源の広域テフラによって明確に対比可能であり、既存の北海道東部太平洋沿岸における津波堆積物のイベント層序とほぼ一致することが判明した。

〔分野名〕地質・海洋

〔キーワード〕浜中町、霧多布湿原、巨大津波、津波堆積物、古地震学、千島海溝

〔研究題目〕熱水性鉱物の化学組成変化を利用した鉱床探査法（元素比マッピング法）の開発

〔研究代表者〕村上 浩康

〔研究担当者〕村上 浩康

〔研究内容〕

鉱床母岩の元素変動を利用した探査法（鉱化作用を伴う変質帯をシャープに抽出できる定量的評価指標）の開発を目的として、鹿児島県菱刈町の菱刈鉱山本鉱床、山神鉱床、山田鉱床坑内や坑内ボーリングのコアに認められる鉱床母岩を対象として、帯磁率測定及び元素組成分析を行った。菱刈鉱床鉱脈群は菱刈下部安山岩類または四万十累層群砂岩泥岩互層を母岩とし、前者は安山岩及び凝灰角礫岩、後者は砂岩または頁岩から成る。今回採取した鉱床母岩には石英及びセリサイト／モンモリロナイトまたは緑泥石／モンモリロナイト混合層粘土鉱物が検出される。含金石英脈に近づくに伴い、鉱床母岩中には緑泥石やスメクタイト、混合層粘土鉱物などの熱水性鉱物が卓越するようになり、緑泥石は輝石を、混合層鉱物等は斜長石を置換している。鉱床母岩における帯磁率変化は凝灰角礫岩で最も顕著で、鉱脈近傍で極端な帯磁率の低下が認められる。母岩が安山岩では、鉱脈直近で帯磁率が低くなり、四万十累層群の場合は脈の有無にかかわらず帯磁率変化は殆ど認められない。従って、帯磁率による鉱脈探査は、帯磁率が元々高く、浸透性の高い凝灰角礫岩の場合に有効である。また、鉱床母岩を王水

によって溶解し、ICP-MSによりその溶離液の化学組成分析を行った。変質帯中のセリサイトなどの熱水性粘土鉱物や黄鉄鉱などの硫化鉱物に由来する K、Al や As が、斜長石に由来する Na や Sr などの元素が、含金石英脈に近づくにつれそれぞれ増加ないし減少する傾向が認められる。従って、変質鉱物組み合わせが比較的均質な変質帯中でも、鉱床母岩の王水溶解溶離液の元素濃度を組み合わせた K/Na 比や As/Sr 比は鉱脈連続性や新規鉱脈探査の指標として有効であると考えられる。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕熱水性鉱物、鉱床探査

## 2. 研究関連業務

産総研の研究を支援する業務を担う本部機能を東京及びつくばに集中した。これは、各所に分散していた研究関連業務、管理業務等について可能な限り集中することにより、重複業務を整理するとともに、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い組織、制度を確立するものである。このため、管理業務においては、先進的に電子化を導入し、ネットワークを活用した事務処理の効率化を進め、処理の効率化・ペーパーレス化・迅速化を図っている。同時に、各業務を精査し、業務内容の見直し、外部専門家の活用を検討し、適当と考えられる業務については外部委託を推進している。また、業務効率化の観点から、研究関連部門等の業務内容の妥当性を点検し無駄のない業務運営を行っている。

より一層の研究活動の推進を目指して、以下のような機能を担う組織を作り、様々な社会ニーズへの的確な対応に努めている。

戦略的企画機能を担う体制を構築し、研究所全体の経営戦略案、研究戦略案の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行う。

技術情報を体系的に取り扱う体制を構築し、内外の産業技術動向と分野別研究動向を把握し、研究所内の重点的研究課題設定のためのシンクタンクとするとともに、毎年度、調査結果を報告書等により広く公表する。これをもって、産業技術に係る政策立案への貢献を積極的に推進するものとする。

産業界等との役割分担を図りつつ研究開発活動を推進するとともに、研究所で醸成された研究成果が、産業界等で広く活用されることを目指し、産業界等と積極的に研究協力・連携を推進する。そのため、日本全国に配置された研究拠点を活用して、広く研究開発ニーズや産学官の連携に対するニーズの発掘、収集に努めるとともに、ベンチャーも含めた産業界への技術移転等に努める。

また、研究所の概要、研究の計画、研究の成果等について、印刷物、データベース、インターネットのホームページ等の様々な形態により、広く国民に対して分かりやすい情報の発信を行う。同時に、国内外から要請の高い各種の標準化、規格化等、知的基盤構築に対して積極的に貢献する。

さらに、科学技術に関する国際的な研究展開、成果の国際普及、途上国技術支援を行う。

研究関連業務

<凡 例>

研究管理・関連部門名 (English Name)

---

所在地：つくば中央第×、△△センター

人 員：常勤職員数 (研究職員数) 又は実効人員数 (職員数)

概 要：部門概要

---

機構図

(3/31現在の役職者名、各部署の人数 総人数 (職員数))

---

○○部 (○○English Name Division)

(つくば中央第○、△△センター)

概 要：業務内容

××室 (××English Name Office)

(つくば中央第○)

概 要：業務内容

△△室 (△△English Name Office)

(△△センター)

概 要：業務内容

---

業務報告データ (表等で報告)

(1) 監査室 (Audit Office)

所在地：東京本部

人員：4名

概要：

1. 監査室の業務概要

監査室の業務は、(1)研究所の業務の執行状況を正確に把握して適切な助言及び勧告を行うことにより、内部統制システムの充実及び改善を図り、業務の適正かつ効率化及び業務の透明性の確保等に寄与することを目的とした内部監査業務、(2)会計検査院法第22条第5号の規定に基づく会計検査院による会計実地検査及び通則法第39条の規定に基づく会計監査人の監査その他の外部機関の検査及び監査への対応に関する業務、(3)研究所の財務内容等の監査を含む業務の能率的かつ効果的な運営を確保することを目的とした独立行政法人通則法（以下「通則法」という。）第19条第4項に基づく監事の監査業務の支援に関することである。

2. 16年度業務内容

(1) 内部監査業務

本年度は、内部監査について、監査年度計画に基づき、研究所の内部組織である研究関連・管理部門、研究部門及び研究センター等並びに地域センターに赴き、各種業務の執行状況について、合規性、有効性及び効率性の観点から、また会計処理については、合規性、正確性及び経済性の観点を加えて監査を実施した。

本年度の監査方針としては、産総研の第一期中期計画の最終年度であり、当初の内部監査目標である内部組織の全部門等を第一期中に監査を実施するという命題を達成するべく、未だ監査を実施していない部門等を優先的に監査する一方、組織改正により廃止されることになった部門等、比較的リスクが集中している部門等については再度監査を実施することとした。また、被監査部門のみならず、部門を横断した財務・経理面の監査、職員の安全対策及び機能監査を実施し、内部統制についての監査を行うと共に、前年度の監査結果に対するフォローアップ監査を実施した。

(2) 外部機関の検査及び監査への対応に関する業務

① 会計検査院に係る業務

会計実地検査は、つくば本部では2回（6月29日～7月2日、3月7日～10日）実施され、各会計実地検査に対応してきた。

② 会計監査人に係る業務

研究所は、会計監査人の監査を受けることとなるが、中央省庁等改革の推進に関する方針に基づき、会計監査人の候補者の名簿を経済産業大臣あてに提出し、

大臣からあずさ監査法人が選任された。

また、会計監査人が行う監査の実施状況について、定期的に報告を受けるなど監事監査及び内部監査との連携を図った。

機構図（2005/3/31現在）

監査室長 伊東 一明  
└── 総括主幹 望月 経博 他

(2) 企画本部 (Planning Headquarters)

所在地：東京本部、つくば中央第2

人員：93名（54名）

概要：企画本部は、理事長を補佐し、研究所の総合的な経営方針の企画及び立案、研究所の業務の実施に係る総合調整並びに業務合理化の推進等に係る業務（業務推進本部の所掌に係わるものは除く）を行なっており、東京企画本部を霞ヶ関に、つくば企画本部をつくば市に置く2本部体制をとっている。

東京企画本部においては、理事長の執務補佐、国会、経済産業省への総括的な対応をし、総合科学技術会議やNEDO等の外部機関との窓口となっている。また、経済産業省と密接なコミュニケーションをとりつつ、法人運営全体に係わる企画調整、経営方針の企画立案、外部連携プロジェクトの企画立案、研究資源の配分、研究方針の企画立案、研究支援業務の企画立案並びに報道及び業務合理化の推進等に係る業務を行っている。

つくば企画本部においては、主に研究実施部門等における調整を行なっている。つくばセンターを含む各拠点における研究方針の企画立案、分野別研究戦略・産業技術戦略の提案に係わるユニット間の調整、研究ユニット間で融合して実施する重点研究テーマの設定、研究ユニットへの具体的な研究資源配分案の策定、研究ユニット間での研究スペースの調整、研究計画の取りまとめ、研究センター・研究部門・研究ラボの新設及び改廃案の策定、中期計画及び年度計画の取りまとめを行っている。また、企画本部には、特別事業推進室及び情報公開・個人情報保護推進室を置き、それぞれ特定の業務を遂行している。

機構図（2005/3/31現在）

【企画本部】

└─ 企画本部長	吉海 正憲
└─ 企画副本部長	福島 章
	伊藤 順司
└─ 総括企画主幹	瀬戸 政宏
	清水 喬雄
	池田 正樹
	中村 守

総括主幹

松田 宏雄  
立石 裕  
柳生 勇  
長谷川 裕夫  
高木 潔  
佐々木 信也  
三戸 章裕  
栗本 史雄  
赤松 幹之  
三石 安  
金丸 正剛  
水谷 亘  
四元 弘毅  
遠藤 秀典  
齋藤 優  
小野瀬 克信  
井坂 正美  
栗原 文夫

【特別事業推進室】 室長 柳生 勇

【情報公開・個人情報保護推進室】

室長 遠藤 秀典

-----  
特別事業推進室 (Special Project Promotion Office)

概要：特別事業推進室は、研究所の特別事業として推進する建設物及び連携研究等の総合調整に関する業務を行なっている。

情報公開・個人情報保護推進室

(Information Disclosure Planning Office)

概要：情報公開・個人情報保護推進室は、研究所の情報公開と個人情報保護に関する基本方針の企画及び立案並びに総合調整、研究所の保有する情報の公開及び提供の推進等に関する業務、研究所の個人情報の本人開示の実施、研究所の保有する個人情報の保護の推進等に関する業務を行なっている。

(3) 業務推進本部

(General Administration Headquarters)

-----  
所在地：東京本部・つくば本部

人員：1名

概要：「適正かつ効率的にその業務を運営するよう努めなければならない」（独法通則法第3条1項）という独法の使命にのっとり、産総研の業務運営の効率化を図ることを目的とし、理事長直属部門として平成13年7月10日に発足。

当本部では、「研究所の業務効率化に関する基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること」及び「研究所の業務効率化の推進に関すること」（組織規則第6条）の各業務を担当。

【平成16年度の主な業務内容】

(業務効率化について)

○ユニットスタッフ、業務室、研究関連・管理部門等の三者の間で業務分担の見直しを行い、ユニットスタッフが行っていた安全教育や出勤簿管理業務を業務室に移管する等、業務の見直しを行った。

(アウトソーシング等の積極的な実施)

○外部能力の活用が効率的と考えられる業務について、積極的にアウトソーシングを行った。

・具体的には、旅費業務について、平成17年4月に本格運用を開始すべく検討を実施した。また、更なるアウトソーシングとして、職員研修実施業務、給与計算の一部業務、非常勤職員給与支払業務のアウトソーシング導入について検討を開始した。

(地域センターの間接業務の効率化について)

○地域センターの間接業務の内容把握及びそれらの効率的な実施方策やシステム化のための要件整理について分析を行いつつ、業務改善課題への対応を含め、業務の一層の簡素化やつくば本部への業務の集約化等の観点から調査を行った。

(業務改善提案箱の運営について)

○業務改善提案箱等に寄せられた業務効率化に係る課題の改善提案について、具体的な改善策を検討し業務の効率化を図った。

(組織再編について)

○7月及び8月に広報部、知的財産部門、計量標準管理センター、地質調査情報センターの設置等を行い、さらに適正人員配置を図る等、研究関連・管理部門等の業務実施体制の見直しを行った。

(情報システム化関連について)

○研究活動の柔軟性・機動性を高め、一層の業務効率化に資する新規システムを構築することを目的として、先端情報計算センターと連携して次期情報基盤システムタスクフォースを設置し、情報基盤システムのあり方を検討した。

○特許法施行規則に基づく特許生物寄託・分譲手続き及び計量法に基づく型式認定手続き等に関する電子申請受付を開始した。

(自己改革推進事業について)

○外部講師を招き、業務効率化についての考え方、外部の先進事例の紹介等、中堅職員を対象とした自己改革推進研修を行った。

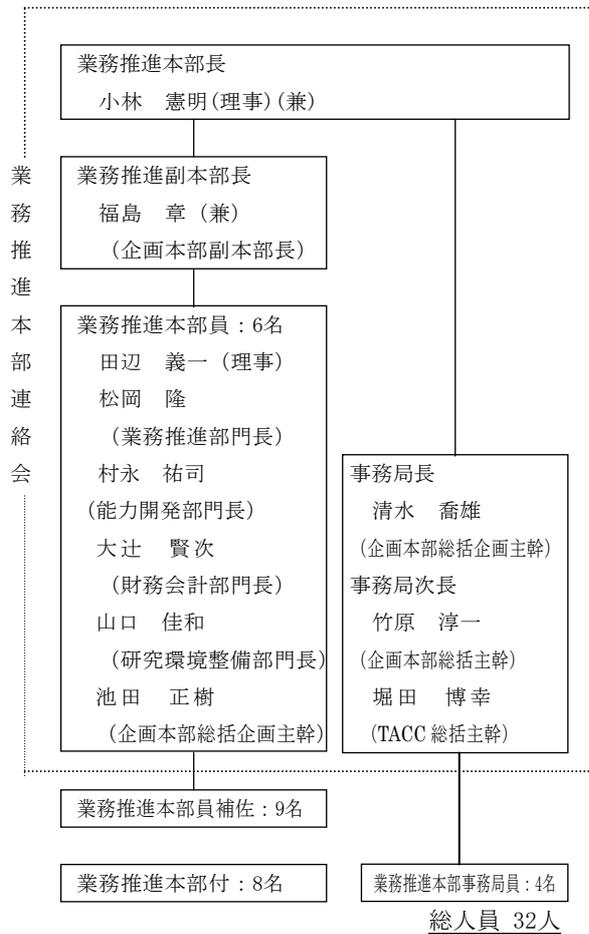
【効率化に向けての考え方】

独立行政法人の使命である効率的かつ効果的業務の運営にあたり、中期目標、中期計画及び年度計画にのっとり、業務の効率化に向けた取り組みを実施する。すなわち、サービスの質や研究環境の向上と業務経費削減の両立を目指し、国研時代の旧習に変わる独法としての新しい経営のあり方を提示し、自己評価制度や監査業務との密接な連携を通して効率的な業務運営を実現させる。

【今後の計画】

第2期中期目標期間中の業務効率化目標を達成するために、第2期における支出増加要因等を考慮して、産総研としての業務効率化に関する取り組み方針の策定・調整を行う。また、平成16年度に引き続き組織再編に関する検討、アウトソーシングの積極的な実施、地域センターの間接業務の効率化に関する検討等を行う。更に経済産業省電子政府構築計画の取り組みに準じて産総研の業務・システム最適化計画の策定を行うとともに次期基盤業務システムの検討を推進する。

機構図 (2005/3/31現在)



(4) 評価部 (Evaluation Department)

所在地：つくば中央第2

つくば本部・情報技術共同研究棟7階

人員：21名 (18名)

概要：評価部は、研究センター・研究部門・研究ラボ（以下「研究ユニット」と言う。）や研究関連・管理部門等の組織評価を行う。①研究ユニットの研究活動の鼓舞・改善に資すること、研究関連・管理部門等における業務の効率化・サービス向上・業務活性化を図ること、②産総研の経営に資するデータの提供や提言を行いマネ

ジメントへの反映を促すこと、③独法評価委員会や国民に対する説明責任を果たすことが目的である。

評価の際には外部専門家等からなる評価委員会を設置する。評価結果は理事長に報告し、社会や国民から産総研の活動のより広い理解が得られるよう、評価結果報告書及び産総研評価部公式ウェブページにて公開する。

平成16年度より新しく評価部内に、各研究分野のレベルを把握し、俯瞰的観点からの横断的判断を行うための首席評価役を配置した。

1. 研究ユニット評価

レビューボード運営要領を改正し、レビューボードを研究ユニット評価委員会に改称した。研究ユニット評価委員会は、外部委員（産総研外部専門家等4～8名）及び内部委員（首席評価役等4名）で構成し、成果ヒアリング又はスタートアップ評価を行う。

1) 成果ヒアリング

毎年度実施する成果ヒアリングは、研究活動の活性化・効率化を図るため、研究ユニットが設定する重点研究課題の目標レベルの妥当性や進捗状況、体制・運営について評価を行う。平成16年度より内部委員は首席評価役を中心とし、本格研究の観点からの評価等を行うこととした。また第1期中期目標期間の最終年度に当たることから、中期計画課題達成度についての評価を併せて行った。合計46研究ユニットに対し実施し、外部委員は延べ261名、内部委員は延べ184名であった。

2) スタートアップ評価

新しい研究ユニットが発足時に実施するスタートアップ評価は、今後の研究活動への反映を趣旨とし、評点付けを行わず、研究ユニットの目標や計画の妥当性、運営方針等について評価を行う。平成16年度より内部委員を新たに加え、経済産業省独立行政法人評価委員会及び産業技術総合研究所研究評価検討委員会「産総研の研究開発評価のあり方」（中間まとめ）の指摘等を受けて、アウトカムの視点から研究計画及びロードマップ等の評価に改善した。合計14研究ユニット（2研究センター、1研究ラボ及び11研究部門）に対し実施し、外部委員は延べ92名、内部委員は延べ56名であった。

2. 研究関連・管理部門等評価

管理・関連部門等業績評価委員会を設置し、目標管理型評価システムにより、14の研究関連・管理部門等及び8地域センターの評価を行った。

機構図 (2005/3/31現在)



次長 幸坂 紳、渡村 信治  
 審議役 中村 治  
 総括主幹 新井 良一 他 16名 (13名)

〃 木下 好司  
 〃 白波瀬 雅明  
 リサーチ 北川 由紀子

業務報告データ

平成15年度 成果ヒアリング評価結果報告書  
 (平成16年4月)  
 平成15年度 スタートアップ評価結果報告書  
 (平成16年5月)  
 \*産総研公式ホームページの評価部のページから閲覧可能 (<http://unit.aist.go.jp/eval/ci/report.html>)

**(5) 環境安全管理部 (Safety and Environmental Protection Department)**

所在地：つくば中央第2

人員：15名 (7名)

概要：環境安全管理部は、理事長を補佐し、研究所の環境及び安全衛生の管理並びに防災対策等に係る業務を行っている。安全管理は、産総研で働く職員のみならず周辺住民の安全保障にも関わる重要な事柄である。また、産総研自体にとっても生命線であり、あらゆる種類の事業の前提となる最優先事項であると位置付けている。

環境安全管理部は、産総研環境安全憲章に記載された基本的活動理念を実現・遂行するために、他の関連部門との密接な協力のもと、安全で快適な研究環境を創出し、これを確保することを最上の活動目的としている。この目的を実現するため、安全ガイドラインやマニュアル等の整備と普及、環境・安全関連の施設・設備整備と改善等のハード・ソフト面での積極的活動を行うとともに、全職員の環境・安全に対する意識の向上のための活動を重点的に行っている。

機構図 (2005/3/31現在)

[環境安全管理部]

部長 田中 一宜  
 次長 飯田 光明  
 部総括 岩瀬亀太郎 (併任)  
 総括主幹 山口 久  
 総括主幹 野神 貴嗣  
 主幹 関河 敏行  
 主幹 飯島 寛之  
 主査 清水 正美  
 主査 飯村 一清  
 主査 飯田 和治  
 職員 古谷 貴幸  
 シニアリサーチ 栗木 安則  
 〃 細矢 博行  
 〃 寒川 強

平成16年度の主な活動

1. 安全衛生管理体制の確立・維持

労働安全衛生法対応4年目、また第1期中期計画の最終年度に当たり、研究機関に相応しい安全衛生管理体制の確立と、より一層の安全管理の充実と徹底を図った。

- ・安全衛生委員会 (月1回)、衛生管理者巡視 (週1回)、産業医巡視 (月1回)
- ・グループ・チーム安全衛生会議の開催 (少なくとも月1回) 及び安全衛生委員会への報告を義務付け
- ・研究ユニット長やグループ・チーム長への安全研修の実施 (年3回)
- ・ユニット長巡視の定期化 (年2回、ユニット巡視担当による巡視は月1回)
- ・巡視の月間テーマを設定 (形骸化を防ぎ、効果的な災害防止対策)
- ・安全ガイドラインの説明ビデオ作成 (和英)、DVD版を全グループ・チームに配布
- ・資格取得講習会や安全講習会の企画・開催 (環境・安全に対する意識向上)

2. 法遵守のための施設・設備の整備

環境や化学物質関連法規を遵守するため、危険物、高圧ガス、放射線等の個別事項の管理監督、薬品・ボンベのデータベースによる管理、廃棄物管理、スクラバ管理、環境測定等を実施した。

- ・薬品・ボンベ管理システムの改修 (利用者の利便性と業務効率化に対応)
- ・上記システムによる危険物・高圧ガスの保管量の監視と削減指導
- ・騒音、大気汚染物質等の環境測定実施
- ・有機溶剤、特定化学物質等の作業環境測定実施 (年2回)
- ・作業環境測定士資格者の確保、測定機器の整備を進め、つくばセンターの一部を自ら測定
- ・廃棄物処理業者の信頼性の確認 (許可証・処置能力確認、処理場の現地調査)

3. 環境影響低減化対策

環境影響低減化対策については、環境管理に安全衛生管理を加えた新たな統合マネジメントシステムの構築、環境報告書の作成・公表を実施した。

- ・産総研環境報告書の作成・公表を目指し、第1報として、つくばセンターの環境報告書を作成・公表
- ・ISO14001審査員補の資格を10名が取得、資格取得者の拡充
- ・審査員補の資格保有者による、つくば東、中部センター、四国センターの ISO14001認証継続定期審査

の支援を行い、コンサルタント費用を削減

#### 4. 防災及び地震対策

大規模災害や地震等の発生に備え、防災訓練及び耐震対策を実施

- ・全事業所で防災訓練を、つくばセンター全事業所合同緊急通報訓練を実施
- ・業務推進部門健康相談室の救命救急士による救急救命訓練実施（月1回）
- ・什器類やボンベの転倒防止策指導、保安帽（ヘルメット）の職員等全員への配布

### (6) 広報部 (Public Relations Department)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第7、

つくば中央第1

人員：35名（8）名

概要：広報部は、産業技術や国民生活の向上に貢献することを目的として、ホームページ、広報誌、パンフレット、所内公開、イベント出展、地質標本の保存・展示、見学、報道発表等の広報活動を通じ、広く国民に対して研究所の研究成果を分かりやすい情報として提供している。

成果普及部門を改組して、平成16年7月1日に発足した。

機構図（2005/3/31現在）

[広報部]	部長	(兼) 田辺 義一
	審議役	金沢 康夫
	審議役	玉田 紀治 他
[広報企画室]	室長	(兼) 柳生 勇 他
[CC 推進室]	室長	馬場 正行 他
[広報業務室]	室長	助川 友之 他
[e 広報室]	室長	片山 澄子 他
[出版室]	室長	後藤 隆司 他
[展示業務室]	室長	武田 照子 他
[地質標本館]	館長	青木 正博
	総括主幹	田代 寛 他

広報企画室 (Public Relations Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：広報企画室は、広報戦略や広報企画等、広報部の業務の総括を行っている。

CC 推進室

(Office of Corporate Communications Development)

(つくば中央第2)

概要：CC 推進室は、コーポレート・アイデンティティ・システムを通じた、産総研ブランドの確立に係る業務を行っている。

広報業務室 (Press Office)

(つくば中央第2)

概要：広報業務室は、報道発表を中心にマスコミ対象の広報活動に係る業務を行っている。

e 広報室 (Website Office)

(つくば中央第2)

概要：e 広報室は、産総研公式ホームページ・メールマガジンなどインターネットを通じた最新研究成果等の発信、広報のための映像、画像の作成、旧工業技術院各研究所ホームページを含めたアーカイブ・データの整理、ウェブマスター宛の問い合わせ等の対応に関する業務を行っている。

出版室 (Publication Office)

(つくば中央第2)

概要：出版室は、広報誌、刊行物その他印刷物の編集、発行及び頒布に関する業務を行っている。

展示業務室 (Exhibition Office)

(つくば中央第2、つくば中央第1)

概要：展示業務室は、講演会・研究所公開等の催し物、見学などの広報活動に係る業務を行っている。つくばセンターに「サイエンス・スクエアつくば」を平成16年10月1日設置して、一般向けに産総研の最新研究成果の展示を行っている。

地質標本館 (Geological Museum)

(つくば中央第7)

概要：地質標本館は、日本で唯一の地学専門の総合博物館である。地質標本だけでなく地学全般と地球の歴史・メカニズム、人間との関わりについて分かりやすく展示を行うとともに、地球科学に関する知識と情報を普及するための展示会、講演会などのイベントを行っている。また、平成13年7月20日から土・日・祝日の開館を実施し、利用者への利便を図っている。さらに、地質相談業務、試料調製業務、並びに地質標本の整備・管理もしている。

## 1) 報道関係

## 平成16年度プレス発表件数（ユニット別）

所 属 名	発表件数
企画本部	4
活断層研究センター	2
化学物質リスク管理研究センター	2
パワーエレクトロニクス研究センター	3
生命情報科学研究センター	1
生物情報解析研究センター	1
ヒューマンストレスシグナル研究センター	1
強相関電子技術研究センター	3
次世代半導体研究センター	2
超臨界流体研究センター	1
グリッド研究センター	3
近接場光応用工学研究センター	1
ジーンファンクション研究センター	1
ナノカーボン研究センター	2
計測標準研究部門	3
エネルギー利用研究部門	1
情報処理研究部門	1
知能システム研究部門	12
エレクトロニクス研究部門	4
光技術研究部門	9
人間福祉医工学研究部門	2
脳神経情報研究部門	1
ナノテクノロジー研究部門	4
計算科学研究部門	1
生物機能工学研究部門	5
計測フロンティア研究部門	2
ユビキタスエネルギー研究部門	2
先進製造プロセス研究部門	7
サステナブルマテリアル研究部門	1
地質情報研究部門	1
環境管理技術研究部門	1
環境化学技術研究部門	1
エネルギー技術研究部門	5
情報技術研究部門	5
メンブレン化学研究ラボ	3
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2
循環バイオマス研究ラボ	2
ベンチャー開発戦略研究センター	1
地質調査情報センター	1
産学官連携部門	3
国際部門	3
能力開発部門	1
総 計	111

※複数の研究ユニットの共同プレス発表1件を含む。

作成にあたっての考え方

- ・複数の研究ユニットによる共同のプレス発表はそれぞれ個別にカウントした。
- ・複数名での管理関連部門のプレス発表（イベント等）は案件毎に判断した。
- ・新組織に移行している研究ユニット、管理関連部門があるが、発表当時の組織名で掲載した。

## 平成16年度取材対応件数（ユニット別）

所属名	発表
理事	10
研究コーディネータ	1
顧問	1
企画本部	8
評価部	3
広報部	7
深部地質環境研究センター	6
活断層研究センター	112
化学物質リスク管理研究センター	1
ライフサイクルアセスメント研究センター	6
パワーエレクトロニクス研究センター	5
生命情報科学研究センター	3
生物情報解析研究センター	7
ヒューマンストレスシグナル研究センター	3
強相関電子技術研究センター	4
次世代半導体研究センター	5
サイバーアシスト研究センター	2
ものづくり先端技術研究センター	9
超臨界流体研究センター	5
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	8
グリッド研究センター	35
爆発安全研究センター	32
糖鎖工学研究センター	4
年齢軸生命工学研究センター	4
デジタルヒューマン研究センター	17
近接場光応用工学研究センター	6
ダイヤモンド研究センター	3
バイオニクス研究センター	3
ジーンファンクション研究センター	2
太陽光発電研究センター	23
ナノカーボン研究センター	4
計測標準研究部門	19
地球科学情報研究部門	5
地圏資源環境研究部門	27
エネルギー利用研究部門	5
電力エネルギー研究部門	3
環境調和技術研究部門	3
情報処理研究部門	3
知能システム研究部門	147
エレクトロニクス研究部門	8
光技術研究部門	33
人間福祉医工学研究部門	45
脳神経情報研究部門	14
ナノテクノロジー研究部門	14
生物機能工学研究部門	67
計測フロンティア研究部門	3
ユビキタスエネルギー研究部門	7
セルエンジニアリング研究部門	22
ゲノムファクトリー研究部門	9
先進製造プロセス研究部門	19
サステナブルマテリアル研究部門	15
地質情報研究部門	72
環境管理技術研究部門	24
環境化学技術研究部門	13

所属名	発表
エネルギー技術研究部門	28
情報技術研究部門	12
メンブレン化学研究ラボ	8
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2
循環バイオマス研究ラボ	6
実環境計測・診断研究ラボ	1
先端情報計算センター	2
ベンチャー開発戦略研究センター	16
地質調査情報センター	17
計量標準管理センター	1
技術情報部門	8
産学官連携部門	44
成果普及部門	3
国際部門	1
知的財産部門	1
業務推進部門	2
能力開発部門	1
研究環境整備部門	6
つくばセンター	3
九州センター	2
総 計	1080

## 平成16年度マスコミ等報道数

媒体名		件数
新聞	朝日新聞	84
	読売新聞	62
	毎日新聞	65
	産経新聞	49
	日本経済新聞	145
	日刊工業新聞	390
	フジサンケイ ビジネスアイ	60
	日経産業新聞	263
	化学工業日報	222
	科学新聞	144
	電波新聞	44
	電気新聞	18
	他	509
	計	2055
雑誌等	240	
TV/ラジオ	NHK	40
	民放 他	108
	計	148
WEBその他	159	
合 計	2602	

2) 主催行事等

平成16年度講演会等実施一覧

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門	主催	北海道センター	R&Bパーク札幌大通サテライト特許セミナー	2004/4/7	2004/4/7	北海道	R&Bパーク札幌大通サテライト
成果普及部門 広報室	共同主催	産総研、(社)日本計量機器工業連合会	計量標準セミナー	2004/4/8	2004/4/8	東京都	東京ビッグサイト
成果普及部門 広報室	共同主催	産総研、(社)日本計量機器工業連合会	法定計量セミナー	2004/4/8	2004/4/8	東京都	東京ビッグサイト
計測標準研究部門 先端材料科 材料分析研究室	主催	計測標準研究部門	高感度ナノ空間評価研究会	2004/4/9	2004/4/9	茨城県	産業技術総合研究所つくば中央第5事業所第4会議室
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第1回RICEセミナー	2004/4/12	2004/4/12	大阪府	関西センター・池田・高分子化学実験棟・セルエンジニアリング研究室 研究部門・2階 第4会議室
成果普及部門 広報室	出展	横断型基幹科学技術研究団体連合会	横断型基幹科学技術研究団体連合会にて特別講演	2004/4/14	2004/4/14	東京都	東大 山上会館
産学官連携部門	主催	北海道センター	R&Bパーク札幌大通サテライト特許セミナー	2004/4/15	2004/4/15	北海道	R&Bパーク札幌大通サテライト
太陽光発電研究センター システムチーム	協力	太陽光発電研究所ネットワーク	第3回PV-Netフォーラム茨城と見学会	2004/4/17	2004/4/17	茨城県	オーブンスペース研究棟
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	第1回システム検証検証技術研究会	2004/4/23	2004/4/23	兵庫県	尼崎サイト
産学官連携部門	主催	北海道センター	R&Bパーク札幌大通サテライト特許セミナー	2004/4/26	2004/4/26	北海道	R&Bパーク札幌大通サテライト
産学官連携部門	主催	北海道センター	産総研・室工大・北見工大・HoPE懇談会	2004/4/27	2004/4/27	北海道	R&Bパーク札幌大通サテライト
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第2回RICEセミナー	2004/5/10	2004/5/10	大阪府	関西センター・池田・高分子化学実験棟・セルエンジニアリング研究室 研究部門・2階第4会議室
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	Work Shop &quot; Types for Verification &quot;	2004/5/11	2004/5/12	大阪府	尼崎サイトB棟
成果普及部門 広報室	出展	ユネスコ世界科学会議	ユネスコ世界科学会議にて講演依頼	2004/5/13	2004/5/13		国連大学
産学官連携部門 北海道 産学官連携センター ものづくり基盤技術支援室	主催	北海道センター	R&Bパーク札幌大通サテライト特許セミナー	2004/5/13	2004/5/13	北海道	R&Bパーク札幌大通サテライト
産学官連携部門 四国 産学官連携センター	主催	四国センター	平成16年度産総研四国センター研究講演会 ー健康産業技術シリーズ 第9回ー	2004/5/17	2004/5/17	香川県	産総研四国センター講堂

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場道府県	会 場 名
エネルギー利用研究部門 エネルギー変換材料研究グループ	主催	(独)物質・材料研究機構、産総研、Helmut Schymidt大学	第1回つくば国際コーティングシンポジウム	2004/5/17	2004/5/18	茨城県	物質・材料研究機構 研究本館第1会議室
広報部 展示業務室	出展	ナノテクサミット	ナノテクサミット パネルディスカッション 依頼	2004/5/18	2004/5/18	東京都	赤坂プリンスホテル
セルエンジニアリング研究部門 人工細胞研究グループ	主催	セルエンジニアリング研究部門 人工細胞研究グループ	第2回人工筋肉コンフアレンス	2004/5/20	2004/5/21	大阪府	産総研関西センター
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第2回 人工筋肉コンフアレンス副題：バイオミメティックシステムエンジニアリングへの展開	2004/5/20	2004/5/21	大阪府	関西センター・池田・融合棟 2F
先進製造プロセス研究部門 テーラードリキッド集積研究グループ	協賛	日本ソルゲル学会	日本ソルゲル学会第1回セミナー「有機無機ハイブリッド材料の基礎と展開」	2004/5/20	2004/5/20	東京都	日本化学会化学会館
広報部 展示業務室	出展	科学新聞	座談会「いよいよ発足した国立大学法人の意義と今後の展開」	2004/5/24	2004/5/24	東京都	霞ヶ関東京会館 33F 東海大学校友会館
産学官連携部門	主催	北海道センター	R&Bパーク札幌大通サテライト特許セミナー	2004/5/24	2004/5/24	北海道	R&Bパーク札幌大通サテライト
成果普及部門 広報出版部 広報室	出展	国立大学法人東京農工大学	産学官連携・知的財産センター記念フォーラム記念講演タイトル「科学技術研究と産学振興」	2004/5/25	2004/5/25	東京都	東京中小企業投資育成ビル
広報部 展示業務室	出展	国立大学法人東京農工大学	国立大学法人東京農工大学産学官連携・知的財産センター記念フォーラム記念講演タイトル「科学技術研究と産学振興」	2004/5/25	2004/5/25	東京都	東京中小企業投資育成ビル
強関連電子技術研究センター	主催	強関連電子技術研究センター	産総研ワークショップ&quot;量子機能性酸化物の新展開&quot;	2004/5/25	2004/5/26	茨城県	産総研つくば第4事業所 2F会議室
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第3回RICEセミナー第18回TERCセミナー	2004/5/27	2004/5/27	兵庫県	2Fセミナー室 セルエンジニアリング研究部門 尼崎サイト
エネルギー利用研究部門 小型分散システム研究グループ	協賛	日本混相流学会	第5回混相流国際会議	2004/5/31	2004/6/3	神奈川県	パシフィック横浜
セルエンジニアリング研究部門	主催	関西センターセルエンジニアリング研究部門	第6回RICEセミナー	2004/6/9	2004/6/9	大阪府	関西センター 池田 第4会議室(高分子化学実験棟2F)
産学官連携部門 北海道産学官連携センターものづくり基盤技術支援室	主催	産総研	北海道ものづくり懇談会2004	2004/6/14	2004/6/14	北海道	R&Bパーク札幌大通サテライト
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	循環バイオマス研究所	第1回アリアリシス217エーズII研究講演会	2004/6/14	2004/6/14	佐賀県	産業技術総合研究所九州センター大会議室
セルエンジニアリング研究部門	主催	関西センター セルエンジニアリング研究部門	第5回RICEセミナー第22回TERCセミナー	2004/6/16	2004/6/16	兵庫県	産総研・尼崎サイト、E棟、2F セミナー室

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会 場 名
広報部 展示業務室	出展		Zuckerman Lecture ロンドンにて 講演依頼	2004/6/16	2004/6/16	イギリス	ロンドン
セルエンジニアリング 研究部門	主催	関西センター セルエンジニアリング研究部門	第4回RICEセミナー	2004/6/17	2004/6/17	大阪府	関西センター 第4会議室(高分子化学実験棟2F)
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	主催	名古屋商工会議所東海ものづくり創生協議会、中部センター	第49回新技術動向セミナー	2004/6/17	2004/6/17	愛知県	名古屋商工会議所
電力エネルギー研究部門 水素エネルギーグループ	主催	電力エネルギー研究部門	産業技術総合研究所高性能水素貯蔵材料講演会	2004/6/25	2004/6/25	東京都	九段会館
ゲノムファクトリー 研究部門	主催	ゲノムファクトリー研究部門	バイオウイーク in Sapporo 2004 (シンポジウム) ゲノムと生物機能 -From Protein to Structure-	2004/7/1	2004/7/2	北海道	札幌全日空ホテル
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第9回RICEセミナー	2004/7/2	2004/7/2	大阪府	産総研関西センター 第7会議室(新材料研究センター2F)
先進製造プロセス研究 部門 先進焼結技術研究グループ	共同主催	産総研中部センター 先進製造プロセス研究 部門、Fenn-Koshiba Fair実行委員会	2002年ノーベル化学賞 John B Fenn博士 名 古屋講演会	2004/7/6	2004/7/6	愛知県	産総研中部センター連 携会議場
広報部 展示業務室	出展		セイコープレジジョンにて講演	2004/7/7	2004/7/7		セイコープレジジョン (株)
光技術研究部門	共催	東北大学、電気通信研究所、(独)情報通信研究機構、産総研	第1回超高速フォトニクス・シンポジウム	2004/7/7	2004/7/7	東京都	日本科学未来館みらい CANホール
広報部 展示業務室	出展		Design Symposium2004にて講演	2004/7/8	2004/7/8	東京都	東京大学
先進製造プロセス研究 部門 先進焼結技術研究グループ	主催	先進製造プロセス研究部門	低環境負荷セラミックスプロセス ワークショップ	2004/7/9	2004/7/10	愛知県	ナディアパーク国際デザインセンター・デザインホール
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	第2回システム設計検証技術研究会	2004/7/14	2004/7/14	兵庫県	尼崎サイト
先進製造プロセス研究 センサイテック レーション研究グループ	主催	先進製造プロセス研究部門	第2回産総研化学センサ国際ワークショップ	2004/7/16	2004/7/16	愛知県	産業技術総合研究所 中部センター 連携会議場 (OSL棟3階)
広報部 展示業務室	出展	国立情報学研究所	国立情報学研究所 学術研究フォーラム座談会※大学等における学術研究の振興について 座談会「経済産業ジャーナル」	2004/7/21	2004/7/21	東京都	学術総合センター
広報部 展示業務室	出展	九州ファイナセンセラミックス・テクノフォーラム (KFC)	身近になってきた燃料電池～開発技術の最新動向～	2004/7/23	2004/7/23	福岡県	技環局長室
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援	九州ファイナセンセラミックス・テクノフォーラム (KFC)	第16回地域清空会議(アジア太平洋地域会議)	2004/8/2	2004/8/4	東京都	ホテルステーションオブラザ
成果普及部門 広報出版部	共催	日本大気公害防止関係団体連合会(JUAPPA)	第16回地域清空会議(アジア太平洋地域会議)	2004/8/2	2004/8/4	福岡県	工学院大学
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	主催	マイクロリクター-技術研究会@九州	マイクロリクター-技術研究会@九州第7回研究講演会	2004/8/4	2004/8/4	福岡県	福岡県立福岡女子大学 視聴覚室
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	主催	九州センター	難燃性マグネシウム加工技術研究会第1回研究会	2004/8/11	2004/8/11	佐賀県	産業技術総合研究所九州センター大会議室

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会 場 名
広報部 展示業務室	協賛	米国 SEG	SEG/EAGE Distinguished Instructor Short Course (DISC2004)	2004/8/11	2004/8/11	東京都	産総研臨海副都心センター第1~2会議室
産学官連携部門 四国産学官連携センター	主催	四国センター 単一分子生体ナノ計測研究所	第1回「次世代バイオ・ナノ産業技術研究会」	2004/8/20	2004/8/20	香川県	産総研四国センター講堂
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	地質標本館普及講演会アースベスト講演会	2004/8/26	2005/8/26	茨城県	地質標本館映像室
産学官連携部門	協力	りそな中小企業振興財団	技術懇親会	2004/8/27	2004/8/27	東京都	独立行政法人 産業技術総合研究所 臨海副都心センター
先進製造プロセス研究部門 超音波プロセス研究グループ	共催	日本分光学会中部支部	日本分光学会中部支部平成16年度第1回講演会	2004/8/30	2004/8/30	愛知県	産総研中部センター
産学官連携部門 九州産学官連携センター	共催	九州センター、(財)九州産業技術センター	第1回産学実用化研究会 (04環黄海1)	2004/9/3	2004/9/3	佐賀県	九州センター本館2階大会議室
計量標準管理センター 計量標準計画室	主催	計量標準総合センター (2004分析展の主催：(社)日本分析機器工業会)	第13回 NMIJセミナー「新規NMIJ標準物質の開発」(2004分析展 JAIMAコンファレンス)	2004/9/3	2004/9/3	千葉県	幕張メッセ 国際会議場 201会議室
高分子基盤技術研究センター	共催	産総研、(財)化学技術戦略推進機構	21世紀を拓く「水」と「二酸化炭素」の利用技術 国際シンポジウム	2004/9/13	2004/9/14	東京都	東京国際交流館
広報部 展示業務室	出展	電気学会	講演 (平成16年度電気学会産業応用部門大会)	2004/9/15	2004/9/15	高知県	サンポートホール高松
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	日本非破壊検査協会保守検査特別研究委員会 ミニシンポジウム実行委員会 (産総研実環境計測・診断研究所)	保守検査特別研究委員会ミニシンポジウム	2004/9/16	2004/9/17	福岡県	福岡国際会議場
産学官連携部門	共催	産技術物質工学部会	産技術物質工学部会	2004/9/16	2004/9/16	北海道	かでる2.7
ライフサイクリクスアセスメント研究センター 地域環境研究チーム	主催	産総研、千葉県	「バイオマス立県ちば」と「地域LCA」セミナー	2004/9/17	2004/9/17	千葉県	千葉県文化会館
広報部 展示業務室	出展		講演 (知識の構造化とシンポジウムネットワーク型知識基盤の構築)	2004/9/18	2004/9/18	東京都	東大
セルエンジニアリング 研究部門	後援	特定非営利活動法人メットリンク・専修大学 大学院社会知性開発研究センター・日本生物工学会セル&amp;テイツシエエンジニアリング研究会	2004年度後期バイオ・先端医療講座	2004/9/22	2005/3/11	東京都	専修大学大学院 (神田校舎7号館)
生命情報科学研究センター	主催	生命情報科学研究センター	第3回 産総研 生命情報科学人材養成コース・シンポジウム「未来を拓くバイオインフォマテイクス」-お台場から世界に向けて- 光触媒環境浄化研究会in九州	2004/10/1	2004/10/1	東京都	日本科学未来館 みらいCANホール
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	九州センター		2004/10/1	2004/10/1	佐賀県	九州センター2階大会議室
広報部 展示業務室	出展		IROS2004	2004/10/1	2004/10/1	宮城県	仙台国際センター
計測標準研究部門	主催	計量標準総合センター・日本学術会議標準研究連絡委員会・基礎定数小委員会・日本学術会議標準研究連絡委員会時小委員会	基礎物理定数の究極値を求めて	2004/10/4	2004/10/4	東京都	日本学術会議

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
環境管理技術研究部門	主催	環境管理技術研究部門	INTERNATIONAL LECTURE: NUTRIENTS AND EUTROPHICATION IN MARINE WATERS - A CHALLENGE FOR SCIENCE AND MANAGEMENT	2004/10/4	2004/10/5	茨城県	(独)産業技術総合研究所 つくばセンター西 第2会議室 及び 臨海副都心センター 第1会議室
ヒューマンストレスセンター	共催	ヒューマンストレス産業技術研究会	ヒューマンストレス産業技術研究会第4回講演会「生活環境とストレス」	2004/10/4	2004/10/4	大阪府	(独)産業技術総合研究所 関西センター 基礎融合材料実験棟 多目的ホール
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	産学官連携部門 九州産学官連携センター	産学官連携フェアセミナー「環境を商売する」	2004/10/6	2004/10/6	福岡県	北九州学術研究都市
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	第3回システム設計検証技術研究会	2004/10/6	2004/10/6	兵庫県	尼崎サイト
エレクトロニクス研究部門	主催	エレクトロニクス研究部門	第4回エレクトロニクスフォーラム	2004/10/6	2004/10/6	茨城県	産業技術総合研究所 つくばセンター 情報技術共同研究棟1階 ネットワーク会議室
産学官連携部門 東北産学官連携センター	共催	東北センター、青森県工業総合研究センター、東北産学官連携協議会	第4回東北産業技術研究会交流会 - 研究資源の活用と産業活性化 -	2004/10/7	2004/10/7	青森県	八戸地域振興産業振興センター (ユートリ)
産学官連携部門 九州産学官連携センター	後援	九州ファイブセラミックス・テクノフォーラム (KFC)	KFC特別講演会 - 産学官連携と新産業創出 -	2004/10/8	2004/10/8	福岡県	福岡朝日ビル 地下1階 会議室
広報部 展示業務室	出展		先端バイオ情報メディアシンポジウム	2004/10/8	2004/10/8	東京都	東京国際フォーラム
バイオニクス研究センター	共催	東京工科大学	東京工科大学・産業技術総合研究所リサーチ・フォーラム「産学官連携によるバイオ・情報メディア研究」	2004/10/8	2004/10/8	東京都	東京国際フォーラム
広報部 展示業務室	出展		セイコーエプソン	2004/10/14	2004/10/14	東京都	セイコーエプソン (上 諏訪)
産学官連携部門	共催	産技連 情報・電子部会	情報・電子部会 東北・北海道地域部会 (秋期)	2004/10/14	2004/10/15	青森県	青森県工業総合研究センター
ライフサイクアルアセスメント研究センター	主催	ライフサイクアルアセスメント研究センター 地域環境研究チーム	「ライフサイクアルアセスメントと環境対策」セミナー	2004/10/15	2004/10/15	三重県	三重県総合文化センター・視聴覚室
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	Work Shop &quot;Verification and Rewriting &quot;	2004/10/21	2004/10/21	兵庫県	尼崎サイト B棟
生物機能工学研究部門 遺伝子応用技術研究グループ	主催	生物機能工学研究部門	第2回サイトミックス研究会国際シンポジウム	2004/10/22	2004/10/22	東京都	産総研臨海副都心センター4階大会議室
セルエンジニアリング研究部門	共催	セルエンジニアリング研究部門、日本FEI(株)	2004 TEM最新技術セミナー	2004/10/29	2004/10/29	大阪府	産総研関西センター
広報部 地質標本館	主催		地質標本館普及講演会 誕生石の話	2004/10/30	2004/10/30	茨城県	地質標本館映像室
太陽光発電研究センター システムチーム	主催	太陽光発電研究所 ネットワーク	第4回PV-Netフォーラム茨城と見学会	2004/10/30	2004/10/30	茨城県	オーブンスペース研究棟 (2-12)

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
広報部 展示業務室	後援	(財)先端加工機械技術振興協会	機能性材料の3次元微細加工技術講演会	2004/11/1	2004/11/1	東京都	三会堂ビル石垣記念ホール
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	九州センター	産総研テクノショアップin 九州	2004/11/2	2004/11/2	福岡県	アコロス福岡7階大会議場
サイバーアセスメント研究センター	主催	サイバーアセスメント研究センター	第3回サイバーアセスメントコンソーシアム国際シンポジウム	2004/11/5	2004/11/5	神奈川県	横浜シンポジア
計量標準管理センター 計量標準計画室	共催	日本NCSL	計測標準フォーラム第2回合同講演会	2004/11/5	2004/11/5	東京都	大田区産業プラザP10
太陽光発電研究センター システムチーム	主催	CELC クリーンエネルギーライフクラブ	CELC見学会	2004/11/7	2004/11/7	茨城県	オープンスペーススベース研究棟(2-12)
広報部 展示業務室	出展		京都賞 パネルディスプレイション	2004/11/9	2004/11/9	京都府	京都大学
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	九州センター	難燃性マグネシウム加工技術研究会第2回研究会	2004/11/10	2004/11/10	佐賀県	産業技術総合研究所九州センター
ライフサイクルアセスメント研究センター 地域環境研究チーム	主催	ライフサイクルアセスメント研究センター 地域環境研究チーム	「岩手県循環型地域社会の構築」と「地域LCA」セミナー	2004/11/11	2004/11/11	岩手県	岩手県庁 12階講堂
産学官連携部門 四国産学官連携センター	主催	四国センター	先進ものづくり技術講演会	2004/11/12	2004/11/12	香川県	産総研四国センター講堂
広報部 展示業務室	協賛	(社)企業研究会	「特別会員研究会」第2回ロボレション時代における「新たな事業創造のためのスキームの構築」	2004/11/12	2004/11/12	東京都	明治記念館
広報部 展示業務室	共催	つくばサイエンス・アカデミー	第3回サイエンス・フロンティアつくば	2004/11/14	2004/11/14	茨城県	筑波大学 大学会館
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	中部センター・名古屋工業技術協会・(財)2005年日本国際博覧会協会	産業技術総合研究所中部センター研究講演会	2004/11/15	2004/11/15	愛知県	名古屋国際会議場
産学官連携部門 四国産学官連携センター	主催	四国センター・単一分子生体ナノ計測研究所	第2回「次世代バイオ・ナノ産業技術研究会」	2004/11/16	2004/11/16	香川県	産総研四国センター講堂
産学官連携部門 地域連携室	主催	つくば医療産業懇談会、つくばバイオゲノム推進会議、茨城県	つくば先端医療産業創出特別研究交流会	2004/11/18	2004/11/18	茨城県	つくば研究支援センター
産学官連携部門 四国産学官連携センター	主催	四国センター	平成16年度産総研四国センター研究講演会 一健康産業技術シリーズ 第10回	2004/11/19	2004/11/19	香川県	産総研四国センター講堂
光技術研究部門 デバイス機能化技術グループ	協賛	電子情報通信学会、ポリマー光回路時限研究専門委員会	The 4th International Mini-Symposium on Advanced Organic Photonics	2004/11/19	2004/11/19	大阪府	産業技術総合研究所関西センター
広報部 展示業務室	後援	(財)日本科学技術振興財団、日本風力エネルギー協会	第26回 風力エネルギー利用シンポジウム	2004/11/25	2004/11/26	東京都	科学技術館 地下1階 サイエンスホール、6階 会議室
広報部 展示業務室	共催	日本植物脂質科学研究会	第17回植物脂質シンポジウム	2004/11/26	2004/11/27	茨城県	つくば中央共用講堂
エネルギータクニクス技術研究部門 水素エネルギーグループ	主催	エネルギータクニクス技術研究部門 水素エネルギーグループ	「第1回 産業技術総合研究所 環境・エネルギー分野フォーラム」第2回 水素エネルギーシンポジウム	2004/11/26	2004/11/26	東京都	新霞ヶ関ビル1階 灘尾ホール
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	中部センター、東海ものづくり創生協議会	テクノフェア2004産総研中部センター	2004/11/29	2004/11/29	愛知県	産総研中部センター

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間 (始)	開催期間 (終)	会場道府県	会 場 名
ダイモント研究センター	協賛	ニューダイモントフォーラム	第18回ダイモントシンポジウム	2004/11/29	2004/11/30	茨城県	(独)産業技術総合研究所 共用講堂
広報部 展示業務室	出展		IMSフォーラム2004	2004/11/30	2004/11/30	東京都	キャピトル東急ホテル
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	中部センター、(財)北陸活性化センター、(財)富山県新世紀産業機構	産総研中部センター技術普及講習会	2004/12/1	2004/12/1	富山県	富山県民会館
産学官連携部門 関西産学官連携センター	主催	関西センター・人間福祉医学工学研究部門	産総研関西センター研究講演会「21世紀の暮らしを支える新技術〜くらし情報を支える未来社会〜」	2004/12/1	2004/12/1	大阪府	千里ライフサイエンスセンター ライフホテル
広報部 展示業務室	協賛	(社)精密工学会	第303回講習会[★☆☆シリーズ★☆☆実験・評価機器マスタへの道 その1硬さ測定器・粗さ測定器の正しい選択]	2004/12/1	2004/12/1	東京都	中央大学理工学部後楽園キャンパス 1号館2階1225室
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	第4回システム設計検証技術研究会	2004/12/3	2004/12/3	兵庫県	尼崎サイト
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	中部センター・中部経済産業局・名古屋市・名古屋工業技術協会	材料産業技術フォーラム2004	2004/12/6	2004/12/6	愛知県	名古屋国際会議場
光技術研究部門	共催	Kavli Institute at Cornell University 科学技術振興委員会	International Conference, "Bio-conjugated Molecular Materials and Devices"	2004/12/6	2004/12/8		Kavli Institute at Cornell University
産学官連携部門 工業標準整備室	共催	産総研、日本工業標準調査会	ISO International Workshop on Image Safety	2004/12/7	2004/12/9	東京都	東京国際交流館
情報技術研究部門	その他	(独)科学技術振興機構	JST国際シンポジウム	2004/12/9	2004/12/9	京都府	京都リサーチパーク 4号館バズホール
フェロー	主催	産総研	講演会「研究開発ベンチャーの草分け 高峰譲吉 ―今、彼から何を学ぶか―」	2004/12/9	2004/12/9	茨城県	産業技術総合研究所つくばセンター 共用講堂大会議室
情報技術研究部門	主催	産総研、京都大学21世紀COE「知識社会基盤構築のための情報学拠点形成」公立はこだて未来大学	International Workshop on Massively Multiagent Systems	2004/12/10	2004/12/11	京都府	京都リサーチパーク
広報部 展示業務室	共催	(財)化学・バイオつくば財団	五感の満足を目指して(産総研におけるライフサイエンス分野の最近の成果から)	2004/12/10	2004/12/10	茨城県	ネットワーク会議室
広報部 展示業務室	出展		平成16年度幹部行政官セミナー	2004/12/13	2004/12/13	東京都	三田共用会議所
産学官連携部門 東北産学官連携センター	共催	東北センター、超臨界インキュベーションセンター・メンブレインインキュベーション・シンポジウム	平成16年度産業技術総合研究所東北センター研究講演会 ―低環境負荷化学プロセス技術の開発―	2004/12/13	2004/12/13	宮城県	仙台サンブライザ
企画本部 情報公開・個人情報保護推進室	主催	四国センター・単一分子生体ナノ計測研究所	産総研四国センター研究講演会 ―第3回「次世代バイオ・ナノ産業技術研究会」―	2004/12/14	2004/12/14	香川県	産総研四国センター 講堂
広報部 展示業務室	出展	高分子学会	高分子学会 高分子同友会例会	2004/12/15	2004/12/15	東京都	ホテルニューオータニ
広報部 展示業務室	後援	特定非営利活動法人 新産業支援インターマテリアル機構	第1回IMAGINEベンチャービジネス国際フォーラム	2004/12/15	2004/12/18	大阪府	ホテル阪急エキスポパーク
産学官連携部門 関西産学官連携センター	主催	関西センター、広島大学	産総研・広島大学合同シンポジウム―文部科学省 科学技術振興調整費 新興分野人材養成プログラム―	2004/12/17	2004/12/17	大阪府	千里ライフサイエンスセンター ライフホテル

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場	会場名
広報部 展示業務室	出展		技術同友会例会	2004/12/20	2004/12/20	会場都道府県	経団連会館
広報部 展示業務室	出展		第7回人工物工学国内シンポジウム 講演	2005/1/6	2005/1/6	東京都	東大(駒場)
産学官連携部門 北海道センター	主催	北海道センター	ユビキタス情報技術シニア紹介セミナーin函館	2005/1/6	2005/1/7	東京都	函館ロイヤルホテル
産学官連携部門 九州センター	主催	九州センター	産学官連携センター10周年記念講演会	2005/1/7	2005/1/7	北海道	カーネギーホール
産学官連携部門 九州センター	主催	九州センター	産学官連携センター10周年記念講演会	2005/1/7	2005/1/7	佐賀県	アイスクエアビル
産学官連携部門 九州センター	主催	九州センター	平成16年度第2回アリアリシス21フェーズII	2005/1/14	2005/1/14	佐賀県	産業技術総合研究所九州センター
産学官連携部門 北海道センター	主催	北海道センター	環境・エネルギー講演会in十勝	2005/1/14	2005/1/14	北海道	ホテルノースランダウン
産学官連携部門 関西センター	主催	関西センター・ダイヤモンド研究センター	産総研関西センター研究講演会ーダイヤモンドの新しい技術と応用ー	2005/1/14	2005/1/14	大阪府	KKRホテルオースカー
産学官連携部門 産総研・高知工業技術センター	主催	産総研・高知工業技術センター	産総研技術講演会	2005/1/20	2005/1/20	高知県	高知工業技術センター
企画本部 情報公開・個人情報保護推進室	主催	近接場光応用工学研究センター	International Workshop on Super-RENS, Plasmons, and Surface Recording Science & Technology (ISPS2005)	2005/1/20	2005/1/21	兵庫県	兵庫県立淡路夢舞台国際会議場
近接場光応用工学研究センター	主催	近接場光応用工学研究センター	「からだどころ」第5回研究会講演	2005/1/22	2005/1/22	兵庫県	兵庫県立淡路夢舞台国際会議場
広報部 展示業務室	出展		MEフォーラム 講演	2005/1/24	2005/1/24	東京都	東大(駒場)
産学官連携部門 九州センター	主催	九州センター	光触媒環境浄化研究会in九州	2005/1/24	2005/1/25	東京都	東大山上会館
産学官連携部門 九州センター	主催	九州センター	講演会「格子振動を中心とした高周波用低損失誘電体の特性解析」工学博士 島田 武司氏(株式会社NEOMAX研究開発センター)「次世代通信に向けたマイクロ波誘電体の開発」教授・工学博士 小川 宏隆氏(名城大学)	2005/1/25	2005/1/25	福岡県	九州地域産学官交流センター
先進製造プロセス研究部門 先進焼結技術研究グループ	主催	先進製造プロセス研究部門	講演会「格子振動を中心とした高周波用低損失誘電体の特性解析」工学博士 島田 武司氏(株式会社NEOMAX研究開発センター)「次世代通信に向けたマイクロ波誘電体の開発」教授・工学博士 小川 宏隆氏(名城大学)	2005/1/25	2005/1/25	愛知県	独立行政法人産業技術総合研究所中部センター連携会議場(OSL棟3階)
ヒューマンストレスシグナル研究センター	共催	ヒューマンストレスシグナル研究センター	ヒューマンストレス産業技術研究会第5回講演会「ストレスと脳計測」	2005/1/25	2005/1/25	大阪府	(独)産業技術総合研究所関西センター 基礎融合材料実験棟 多目的ホール
ベンチャー開発戦略研究センター 一支援室	主催	ベンチャー開発戦略研究センター	タスクフォース成果報告会	2005/1/27	2005/1/27	東京都	東京商工会議所 特別会議室AB
産学官連携部門 関西センター	共催	関西センター・ビキタスエネルギー研究部門	産総研関西センター研究講演会「UBIQENフォーラム」	2005/1/28	2005/1/28	大阪府	新大阪シティプラザ
広報部 展示業務室	協賛	(社)精密工学会	第304回講習会「第11回最先端の研究めぐり」	2005/1/28	2005/1/28	茨城県	産業技術総合研究所 蓬萊殿
産学官連携部門 北海道センター	協力	産学交流プラザ「創造」	産学交流プラザ「創造」1月例会	2005/1/31	2005/1/31	北海道	
人間福祉工学研究部門	主催	人間福祉工学研究部門	第10回産業技術総合研究所人間福祉工学研究部門研究フォーラムー先端医療機器の開発と評価ー	2005/1/31	2005/1/31	茨城県	産業技術総合研究所 つくば中央第2本部情報棟 1Fネットワーク会議室

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場	会 場 名
広報部 展示業務室	出展			2005/2/1	2005/2/1	会場都道府県	経団連会館
産学官連携部門 地域連携室	主催	ライフサイエンス分野融合会議、産業技術連携推進会議生命工学部会・福祉技術部会	ナノテク社会に関するシンポジウム 講演 ライフサイエンス分野融合会議生命工学部会 バイオテクノロジ研究会福祉技術部会福祉技術シンポジウム合同研究発表会・講演会 平成16年度九州センター研究講演会	2005/2/3	2005/2/4	東京都 茨城県	産学技術総合研究所 共用講堂
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	九州センター、九州産業技術センター		2005/2/4	2005/2/4	福岡県	博多サンヒルズホテル
産学官連携部門 九州産学官連携センター	後援	九州半導体イノベーション協議会	第4回人材育成WG講演会	2005/2/7	2005/2/7	鹿児島県	ベイサイドガーデン
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	第5回システム設計検証技術研究会	2005/2/7	2005/2/7	大阪府	システム検証研究センター 会議室
広報部 展示業務室	協賛	(株) ベストシステムズ	第2回ベストシステムズHPCフォーラム	2005/2/8	2005/2/8	茨城県	情報技術共同研究棟
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	名古屋商工会議所・東海ものづくり創生協議会・中部センター	材料の学シンポジウム 講演 第53回新技術動向セミナー	2005/2/9	2005/2/9	東京都	日本科学未来館
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	九州センター・(財)九州産業技術センター	第2回産学実用化研究会 (04環黄海1)	2005/2/15	2005/2/15	愛知県	名古屋商工会議所
人間福祉医学研究部門	主催	人間福祉医学研究部門 ぐらし情報工学グループ	第5回 加齢工学シンポジウム ーぐらしの中の加齢工学ー	2005/2/17	2005/2/17	佐賀県	九州センター本館2階大 会議室
ナノテクノロジー研究部門	主催	先進製造プロセス研究部門	NPO-PEN, AIST Joint SEMINAR in Tsukuba Back to the Mechanics for the Future Nano - (日本語訳: ナノテクノロジーのための機械技術)	2005/2/22	2005/2/22	大阪府	大阪大学中之島センター 一 佐治敏三メモリアルホール
広報部 展示業務室	出展	中部センター・名古屋工業技術協会・(財)2005年日本国際博覧会協会	ナノテクピジネスフォーラム2005 講演	2005/2/23	2005/2/23	茨城県	産総研つくば東事業所 第1会議室
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	中部センター・名古屋工業技術協会・(財)2005年日本国際博覧会協会	産業技術総合研究所中部センター研究講演会	2005/2/23	2005/2/23	東京都	東京ビックサイド
広報部 展示業務室	後援	(独)製品評価技術基盤機構	シンポジウム「インプラントの力学的評価法の標準化を目指して」 digital engineering workshop	2005/2/23	2005/2/23	愛知県	産総研中部センター中 部産学官連携研究棟・ 連携会議場
ものづくり先端技術研究センター	主催	ものづくり先端技術研究センター	環境管理技術研究部門	2005/2/24	2005/2/24	東京都	国際ファッションセン タービル 11F
環境管理技術研究部門	主催	環境管理技術研究部門	平成16年度産総研講演会「都市再生を目指した次世代環境負荷低減技術の開発」	2005/2/25	2005/2/25	東京都	東京大学先端科学技術 研究センター大講堂
エネルギー技術研究部門	主催	エネルギー技術研究部門	平成16年度 産総研 環境・エネルギーシンポジウム3第1回分散型エネルギーシンポジウム	2005/2/25	2005/2/25	東京都	TIME24ビル タイム プラザ
産学官連携部門	主催	光関連研究者フォーラム	光関連研究者フォーラム	2005/2/28	2005/2/28	東京都	滝尾ホール
広報部 展示業務室	後援	特定非営利活動法人 つむぎつくば	つくば・千代田新連携シンポジウム「つくばエクスペンス」ではじまる地域連携新時代	2005/3/1	2005/3/1	茨城県	産総研つくばセンター 共用講堂
広報部 展示業務室	後援	(社)人間生活工学研究センター・東洋エンジニアリング(株)	石油プラント保守・点検作業支援システムの開発シンポジウム	2005/3/2	2005/3/2	東京都	東京商工会議所

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会 場 名
デジタルヒューマン研究センター ヒューマンライブラクションチーム	共催	(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業・デジタルヒューマン研究センター	デジタルヒューマン・ワークショップ2005	2005/3/3	2005/3/3	東京都	日本科学未来館
生物機能工学研究部門 蛋白質ダイナミクス研究グループ	主催	生物機能工学研究部門	プロテイン・クロストックサロン'05 インフォマティクス、フォールディング、実験室進化	2005/3/4	2005/3/4	茨城県	情報技術共同研究棟
環境管理技術研究部門 計測技術研究グループ	主催	Biosensors & Biomaterials Workshop 2005運営委員会・環境管理技術研究部門	Biosensors & Biomaterials Workshop 2005 (Biosensors 2005)	2005/3/7	2005/3/9	茨城県	つくば国際会議場
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	主催	九州センター実環境計測・診断研究ラボ九州 産学官連携センター	AEミニシンポジウム今なぜアコースティック・エミッション(AE)なのかーものづくりを支える実環境計測・診断技術の最新展開ー 情報セキュリティ戦略シンポジウム	2005/3/14	2005/3/14	福岡県	アクロス福岡6階607号室
情報技術研究部門 ローバルITセキュリティグループ	共同主催	慶應義塾大学、(独)産業技術総合研究所(AIST)、(独)情報処理推進機構(IPA)、(独)情報通信研究機構(NICT)	情報セキュリティ戦略シンポジウム	2005/3/15	2005/3/16	東京都	慶應義塾大学 三田キャンパス 北館ホール
計算科学研究部門	主催	計算科学研究部門	Computational Science Workshop 2005 (CSW2005)	2005/3/22	2005/3/23	茨城県	つくば中央第二 情報技術共同研究棟
広報部 展示業務室	協賛	東京農工大学	100年先から見てみよう「バイオマス・廃棄物利用新たな仕組みと将来」	2005/3/24	2005/3/24	東京都	科学技術館サイエンスホール
広報部 展示業務室	共催	バイオテクノロジー開発技術研究組合	「糖鎖合成関連遺伝子ライブラリーの構築」 プロジェクト終了記念講演会	2005/3/24	2005/3/24	東京都	虎ノ門パストラル 本館8階けやき
広報部 展示業務室	出展	日本動力協会	日本動力協会講演会 講演	2005/3/28	2005/3/28	東京都	経団連会館
広報部 展示業務室	後援	日本情報地質学会	日本情報地質学会シンポジウム2004「地質情報の開示・公開に向けての活動状況」	2005/3/29	2005/3/29	東京都	東京芸術劇場

平成16年度行事出展一覧  
1. 主催行事（共同主催を含む）

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場道府県	会場名
成果普及部門 版部 広報室	主催	科学技術週間	科学技術週間【OSL、くらしとJISセンター、地質標本館】	2004/4/13	2004/4/16	茨城県	OSL、くらしとJISセンター、地質標本館
成果普及部門 本館	主催	科学技術週間と春の特別展	科学技術週間と春の特別展「地球再発見」地球観の変遷—プレートテクトニクスを中心として—	2004/4/13	2004/6/27	茨城県	地質標本館
成果普及部門 本館	主催	地質標本館講演会	地質標本館講演会「水晶の生いたち」	2004/4/17	2004/4/17	茨城県	地質標本館映像室
産学官連携部門	主催	メンブレンイノベーションセンターアジア事務局、東北センター（グリーンプロセス推進室）	メンブレンイノベーションセンターアジア発足式典	2004/4/21	2004/4/21	宮城県	仙台ガイゼンパレス
グリッド研究センター	主催	グリッド協議会	グリッド協議会2004年度総会及び記念シンポジウム (GridWorld2004との同時開催)	2004/4/27	2004/4/28	東京都	東京フアッショナルタワーTFTホール
ナノテクノロジー研究 部門 分子ナノ組織体 グループ	主催	産総研、National Science and Technology Development Agency (NSTDA、タイ)	Asia Nanotech Forum Summit (ANFoS2004)	2004/5/9	2004/5/12	タイ	JW Marriott Phuket Resort & Spa, プレークト (タイ) および Amari Airport Hotel, Don Muang International Airport, バンコク (タイ)
サイバーアセスメント センター	主催	サイバーアセスメント研究センター	サイバーアセスメント研究センター技術発表会	2004/5/10	2004/5/10	東京都	臨海副都心センター（会議室）及びサイバーアセスメント研究センター内
成果普及部門 版部 広報室	主催	産総研、中国科学院	産総研・中国科学院連携シンポジウム	2004/5/19	2004/5/19	東京都	日本科学未来館（みらいCANホール）
産学官連携部門	共同主催	東北経済産業局、産総研	情報・電子部会 東北・北海道地域部会2004年度 「相互作用と賢さ」合同研究会	2004/5/20	2004/5/20	宮城県	東北経済産業局
人間系特別研究体 ユースタス研究所 グループ	共同主催	人間系特別研究体、(社)計測自動制御学会 SI部門 相互作用と賢さ部会		2004/5/24	2004/5/24	大阪府	産業技術総合研究所 第9会議室
成果普及部門 版部 広報室	共同主催	技術研究組合極端紫外線露光システム技術開発機構	平成15年度 極端紫外線 (EUV) 露光技術研究成果報告会	2004/6/8	2004/6/8	東京都	コクヨホール
サステナブルマテリアル 研究部門	共同主催	持続性木質資源工業技術研究会	持続性木質資源工業技術研究会第33回研究会	2004/6/8	2004/6/8	愛知県	中部センター志段味サイト
産学官連携部門 東北 産学官連携センター ものづくり基盤技術支 援室	主催	メンブレンイノベーションセンターアジア事務局、東北センター（グリーンプロセス推進室）	第2回メンブレンイノベーションセンターアジア研修セミナー	2004/6/23	2004/6/23	宮城県	産総研東北センター OSL棟2Fセミナー室
デジタルヒューマン研 究センター 人間モデ リングチーム	主催	産総研	デジタルヒューマン技術協議会・ワークショップ	2004/6/25	2004/6/25	東京都	臨海副都心センター4F 会議室

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場	会場名
化学物質リスク管理研究センター	主催	(社)日本化学工業協会ケミカルリスク研究会、化学物質リスク管理研究センター	2004年度ケミカルリスク研究会	2004/7/1	2005/3/31	東京都	ケミカルリスク研究会
産学官連携部門 東北産学官連携センター	共同主催	国立大学法人東北大学超臨界溶媒工学研究センター	講演会	2004/7/2	2004/7/2	宮城県	東北大学工学部化学・バイオ系小講義室2
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第9回RICEセミナー	2004/7/2	2004/7/2	大阪府	産総研関西センター第7会議室(新材料研究センター2F)
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第7回RICEセミナー	2004/7/10	2004/7/10	兵庫県	産総研関西センター尼崎事業所E棟2階セミナー室
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第8回RICEセミナー	2004/7/12	2004/7/12	兵庫県	Seminar room (2nd floor) of E-Building at AIST-Amagasaki
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第12回RICEセミナー	2004/7/12	2004/7/12	大阪府	産総研尼崎事業所E棟2階セミナー室
次世代半導体研究センター	共同主催	半導体MIRAIプロジェクト、次世代半導体研究センター、技術研究組合 超先端電子技術開発機構	2004年半導体MIRAIプロジェクト成果報告会	2004/7/13	2004/7/13	東京都	都市センターホテル
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	産学官連携部門 中部産学官連携センター	陶&くらしのデザイン展2004	2004/7/14	2004/7/19	愛知県	(株)国際デザインセンター4Fギャラリー
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	産学官連携部門 中部産学官連携センター	第35回陶磁器デザイン分科会	2004/7/14	2004/7/14	愛知県	(株)国際デザインセンター6Fデザイン工房
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	中部センター	中部センター一般公開	2004/7/24	2004/7/24	愛知県	中部センター
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	地質標本館特別展 メタンハイドレートー新しいエネルギー資源への取り組みー	2004/7/24	2004/9/26	茨城県	地質標本館
成果普及部門 広報部 広報室	主催	つくばセンター	つくばセンター一般公開	2004/7/24	2004/7/24	茨城県	共用講堂、中央第20SL、中央第5、体育館、地質標本館、東事業所等
産学官連携部門 九州産学官連携センター	主催	九州センター	九州センター一般公開	2004/7/29	2004/7/29	佐賀県	九州センター
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	体験学習 石を割ってみよう!	2004/7/31	2004/7/31	茨城県	地質標本館
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第13回RICEセミナー	2004/8/6	2004/8/6	大阪府	高分子化学実験棟第4会議室
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	体験学習(化石のクリーニング)	2004/8/20	2004/8/20	茨城県	地質標本館
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	地球何でも相談	2004/8/21	2004/8/21	茨城県	地質標本館
産学官連携部門 東北産学官連携センター	主催	東北センター	東北センター一般公開	2004/8/21	2004/8/21	宮城県	産総研東北センター

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	主催	中部センター、(財)日本科学技術振興財団	サイエンスエキスポ2004	2004/8/24	2004/8/26	愛知県	産業技術総合研究所中 部センター
サステナブルマテリア ル研究部門 電子セラ ミックス粉体研究グル ープ	主催	(社)色材協会	色材新製品・新技術展示会(社)色材協会)	2004/8/26	2004/8/27	千葉県	千葉工業大学(津田沼 校舎)
エネルギー技術研究部 門 パワーレーザーク ラップ	共同主催	産総研、高エネルギー研究機構、宇都宮大学	レーザーブラスマ加速器産業化フォーラム	2004/8/27	2004/8/27	茨城県	産業技術総合研究所 第2 事業所(本部・情報 棟) 交流会議室101303
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第15回RICEセミナー	2004/8/27	2004/8/27	大阪府	産業技術総合研究所関 西センター 高分子実 験棟2F 第4会議室
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第16回RICEセミナー	2004/9/2	2004/9/2	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟2階第 4会議室
エネルギー利用研究部 門 クリーン燃料研究 グループ	主催	産総研	第18回流動層技術コース	2004/9/2	2004/9/3	北海道	産業技術総合研究所 北海道センター
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第14回RICEセミナー	2004/9/6	2004/9/6	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟2階第 4会議室
広報部 地質標本館	主催	地質調査総合センター	速報浅間火山2004年9月1日噴火緊急調査	2004/9/9	2004/11/30	茨城県	地質標本館
成果普及部門 地質調 査情報部 地質調査推 進室	共同主催	地質調査総合センター、日本地質学会	地質情報展2004ちば ー海から生まれた大地ー	2004/9/18	2004/9/20	千葉県	千葉県立中央博物館企 面展示室
エネルギー利用研究部 門 クリーン燃料研究 グループ	主催	石炭利用総合センター、産総研	International workshop on Gasification with In-situ CO <sub>2</sub> removal In-situ CO <sub>2</sub> Removal Gasification (ICRG)	2004/9/20	2004/9/22	東京都	産総研臨海副都心セン ター
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第17回RICEセミナー	2004/9/24	2004/9/24	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟2階第 4会議室
成果普及部門 広報出 版部 広報室	共同主催	イノベーションズ・ジャパン2004組織委員会	イノベーションズ・ジャパン2004	2004/9/28	2004/9/30	東京都	東京国際フォーラム
成果普及部門 広報出 版部 広報室	共同主催	(株)日刊工業新聞社	2004産学官技術交流フェア	2004/9/29	2004/10/1	東京都	東京ビックサイト東ホ ール
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	特別展示地質情報展2004ちば海から生まれた 大地	2004/10/5	2005/2/27	茨城県	地質標本館
技術情報部門 研究経 営調査室	主催	技術情報部門	第3回「ナノテクノロジーと社会」討論会	2004/10/6	2004/10/6	東京都	1020号会議室
エネルギー技術研究部 門 宇宙技術グループ	共同主催	航空宇宙技術振興財団、傾斜機能材料研究会	第16回傾斜機能材料シンポジウム	2004/10/7	2004/10/8	宮城県	東北大学金属材料研究 所
産学官連携部門	主催	産総研	니어ズ・シーズマツチングキョウラパン(函 館)	2004/10/7	2004/10/8	北海道	函館市内

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間 (始)	開催期間 (終)	会場都道府県	会 場 名
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第19回RICEセミナー	2004/10/8	2004/10/8	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟2階第 4会議室
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	主催	東北センター	平成16年度東北地域産業技術懇談会 企業支援と地域活性化	2004/10/8	2004/10/8	青森県	八戸インテリジェント プラザ 2階「アイビー (IP)ホール」(青森県 八戸市)
知能システム研究部門	主催	知能システム研究部門	知能システム研究部門研究成果展示会ーオー ブンハウス2004ー	2004/10/13	2004/10/13	茨城県	産総研つくば中央第2・ 東事業所
技術情報部門 研究経 営調査室	主催	産総研	ルネッサンスプロジェクトシンポジウム	2004/10/14	2004/10/14	東京都	星陵会館
広報部 展示業務室	共同主催	人工知能学会人工知能基本問題解決研究会	ベイズアンネンセットセミナー2004	2004/10/18	2004/10/19	京都府	けいはんなプラザ
次世代半導体研究セン ター	共同主催	半導体MIRAIプロジェクト、次世代半導体研 究センター、技術研究組合 超先端電子技術 開発機構	半導体MIRAIプロジェクト、リングラファイ 連計測技術ワークショップ	2004/10/19	2004/10/19	東京都	弘済会館
ベンチャー開発戦略研 究センター ベンチャ ー支援室	主催	日経BP社	FPD International 2004	2004/10/20	2004/10/22	神奈川県	パシフイコ横浜 展示 ホール
企画本部	共同主催	リング・チューブ超分子研究会	第6回リング・チューブ超分子研究会シンポジ ウム	2004/10/21	2004/10/22	茨城県	ネットワーク会議室
ライフサイクルアセス メント研究センター	主催	(社)未踏科学技術協会・ライフサイクルアセ スメント研究センター	第3回持続可能な消費ワークショップ	2004/10/21	2004/10/22	東京都	品川プリンスホテル
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	共同主催	第5回全九州半導体技術フォーラムin宮崎 実行委員会	第5回全九州半導体技術フォーラムin宮崎	2004/10/25	2004/10/25	宮崎県	ワールドコンベンショ ンセンター(シーガイ ア)
技術情報部門 研究経 営調査室	主催	技術情報部門	第4回「ナノテクノロジーと社会」討論会	2004/10/25	2004/10/25	東京都	1020号会議室
ライフサイクルアセス メント研究センター	主催	ライフサイクルアセスメント研究センター	第4回 AIST Workshop on LCA for APEC Member Economies -Capacity Building in the region-	2004/10/26	2004/10/27	茨城県	国際会議場「エポカル つくば」
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第20回RICEセミナー(2004 TEM最新技術 セミナー)	2004/10/29	2004/10/29	大阪府	産総研関西センター 基礎融合研究棟2F 多 目的ホール
産学官連携部門 四国 産学官連携センター	主催	四国センター	四国センター 一般公開	2004/10/30	2004/10/30	香川県	産総研四国センター
サステナブルマテリア ル研究部門	共同主催	持続性木質資源工業技術研究会	持続性木質資源工業技術研究会第35回研究会	2004/11/2	2004/11/2		松坂木材コンビナート ウッドピア松坂
次世代半導体研究セン ター	共同主催	半導体MIRAIプロジェクト独立行政法人、次 世代半導体研究センター、技術研究組合 超 先端電子技術開発機構	半導体MIRAIプロジェクト、ひびみSOI技術 およびひびみ計測技術ワークショップ	2004/11/12	2004/11/12	東京都	弘済会館
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	第13回自分で作ろう!!化石レプリカ「白亜紀 の魚類」	2004/11/13	2004/11/13	茨城県	地質標本館

研究関連業務

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間 (始)	開催期間 (終)	会場都道府県	会 場 名
地質調査情報センター 地質調査企画室	主催	東・東南アジア地球科学調整委員会 (CCOP)	第41回東・東南アジア地球科学計画調整委員会 (CCOP) 年次総会および第44回CCOP管理 理事会	2004/11/14	2004/11/20	茨城県	つくば国際会議場
広報部 展示業務室	共同主催	日本バイオマテリアル学会シンポジウム2004 実行委員会	日本バイオマテリアル学会シンポジウム2004	2004/11/15	2004/11/16	茨城県	つくば国際会議場 (エ ポカール)
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第21回RICEセミナー	2004/11/15	2004/11/15	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟2階会 議室
計量標準管理センター 計量標準計画室	主催	計量標準総合センター	計量標準総合センター第6回成果発表会 (ポス ターセッション)	2004/11/18	2004/11/19	茨城県	産総研 つくば中央第3 会議室
産学官連携部門	主催	産総研	中小企業支援型研究開発ニューズ発掘キャラバ ン (釧路)	2004/11/25	2004/11/26	北海道	釧路市内
広報部	主催	産総研	平成16年度産総研国際シンポジウム&quot; 高信頼性社会実現に向けた情報セキュリティ 技術の今後&quot;、ーいま情報セキュリティ をどう守るか!ー	2004/11/26	2004/11/26	東京都	東京交流館プラザ平成
技術情報部門 研究経 営調査室	主催	技術情報部門	第5回「ナノテクノロジーと社会」討論会	2004/11/29	2004/11/29	東京都	1012会議室
産学官連携部門	主催	産総研	中小企業支援型研究開発ニューズ発掘キャラバ ン (北見)	2004/11/30	2004/12/1	北海道	北見市内
ベンチャー開発戦略研 究センター ベンチャ ー支援室	主催	ベンチャー開発戦略研究センター	第3回シンポジウム「ハイテク・スタートアッ プス創出のフレームワーク」	2004/12/1	2004/12/1	東京都	学術総合センターー 橋記念講堂
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	地質標本館、速報2004年10月23日新潟県中越 地震	2004/12/3	2005/2/27	茨城県	地質標本館
システム検証研究セン ター	主催	システム検証研究センター	第1回モデル検査研修コース (初級編)	2004/12/6	2004/12/7	大阪府	システム検証研究セン ター会議室
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第22回RICEセミナー	2004/12/7	2004/12/7	大阪府	産総研関西センター 高分子化学実験棟2階会 議室
人間福祉工学研究部 門 感覚知覚グループ	共同主催	感覚代行研究会	第30回 (2004年) 感覚代行シンポジウム	2004/12/13	2004/12/14	東京都	東京慈恵会医科大学 大学1号館3階講堂
産学官連携部門	主催	産総研	中小企業支援型研究開発ニューズ発掘キャラバ ン (函館)	2004/12/14	2004/12/15	北海道	函館市内
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	産総研・広島大学合同シンポジウムの御案内	2004/12/17	2004/12/17	広島県	千里ライフサイエンス センター ライフホー ル (5階)
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第25回セルエンジニアリング研究部門 (RICE) セミナー	2005/1/11	2005/1/11	大阪府	産総研関西センター (池田) 高分子化学実 験棟2階会議室
セルエンジニアリング 研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第26回セルエンジニアリング研究部門 (RICE) セミナー	2005/1/11	2005/1/11	大阪府	産総研関西センター (池田) 高分子化学実 験棟2階会議室

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 北海道産学官連携センター	主催	つくばナノテクノロジネクスフォーラム、つくばバイオ・ゲノム推進会議つくばナノテクノフォーラム、つくばバイオフォーラム茨城県商工労働部、つくば研究支援センター	つくば発 ナノ・バイオ融合テックノロジーシンポジウム	2005/1/14	2005/1/14	茨城県	つくば国際会議場
産学官連携部門 北海道産学官連携センター	主催	産総研	医工連携セミナーin北見	2005/1/15	2005/1/15	北海道	ホテル黒部
活断層研究センター	主催	北淡国際活断層シンポジウム実行委員会	Hokudan 2005 International Symposium on Active Faulting (2005年北淡国際活断層シンポジウム)	2005/1/17	2005/1/24	兵庫県	北淡町民センター・北淡町震災記念公園
計量標準管理センター	主催	計量標準総合センター	計量標準総合センター第7回成果発表会(ポスターセッション)	2005/1/20	2005/1/21	茨城県	つくば中央第3 3-9棟会議室
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	第2回モデル検査研修コース(初級編)	2005/1/24	2005/1/25	兵庫県	システム検証研究センター
ユビキタスエネルギー研究部門	主催	関西センター、ユビキタスエネルギー研究部門	UBIQENフォーラム、関西センター研究講演会	2005/1/28	2005/1/28	大阪府	新大阪シティプラザ
産学官連携部門 北海道産学官連携センター	主催	産総研、苫小牧バイオオマース研究会	バイオオマースセミナーin苫小牧	2005/1/28	2005/1/28	北海道	グランドホテルニュー王子
人間福祉工学研究部門 感覚知覚グループ	共同主催	つくばサイエンス・アカデミー	第4回つくばテックノロジー・ショーケース	2005/1/31	2005/1/31	茨城県	つくば国際会議場
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第27回セルエンジニアリング研究部門(RICE)セミナー	2005/1/31	2005/1/31	大阪府	産総研関西センター光機能材料研究棟第10会議室
企画本部 情報公開・個人情報保護推進室	主催	産総研、(独)物質・材料研究機構、(独)国立環境研究所国立医薬品食品衛生研究所	シンポジウム「ナノテックノロジーと社会」ー未来を切り拓くナノテックノロジーとその課題ー	2005/2/1	2005/2/1	東京都	経団連会館
企画本部 情報公開・個人情報保護推進室	主催	四国センター	四国センターシンポジウム	2005/2/4	2005/2/4	香川県	産総研四国センター講堂ほか
技術情報部門 研究経営調査室	主催	産総研、(独)物質・材料研究機構	「材料の学」シンポジウム	2005/2/9	2005/2/9	東京都	日本科学未来館
産学官連携部門 関西産学官連携センター	共同主催	大阪商工会議所	ナノバイオ産業化セミナー	2005/2/10	2005/3/9	大阪府	大阪商工会議所
セルエンジニアリング研究部門	主催	セルエンジニアリング研究部門	第29回セルエンジニアリング研究部門(RICE)セミナー	2005/2/14	2005/2/14	兵庫県	産総研関西センター尼崎事業所 E棟2階セミナー室
産学官連携部門 北海道産学官連携センター	主催	産総研、北空知信金、NPO法人北海道バイオ産業振興協会	北空知地区アグリバイオセミナー	2005/2/15	2005/2/15	北海道	深川市経済センター
産学官連携部門 中部産学官連携センター	主催	中部センター、(財)中部科学技術センター、(財)岐阜県研究開発財団、(社)岐阜県工業会	中部の技術シーズ普及講演会(産学官テクノプラザ岐阜及び技術交流会)	2005/2/17	2005/2/17	岐阜県	川崎重工業(株)航空宇宙カンパニー
人間福祉工学研究部門 感覚知覚グループ	主催	NTTドコモ茨城支店	第1回つくばモバイルセミナー	2005/2/18	2005/2/18	茨城県	つくば研究支援センター
広報部 展示業務室	共同主催	文部科学省ナノテクノロジ総合支援プロジェクトセンター	第3回ナノテクノロジ総合シンポジウム(JAPAN NANO2005)	2005/2/21	2005/2/22	東京都	東京ビッグサイト
産学官連携部門	主催	北海道経済産業局	平成17年度予算「提案公募型技術開発事業」の公募説明会(釧路)	2005/2/22	2005/2/22	北海道	釧路工業技術センター

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門	主催	北海道経済局	平成17年度予算「提案公募型技術開発事業」の公募説明会(室蘭)	2005/2/25	2005/2/25	北海道	室蘭テクノセンター
界面ナノアークテクトニクス研究センター	主催	界面ナノアークテクトニクス研究センター	第4回界面ナノアークテクトニクスワークショップ 2005 “Nano@Micro: Innovations for Nanoarchitectonics” (NAMINA 2005) -	2005/3/3	2005/3/4	茨城県	産総研つくばセンター 共用講堂 大会議室
産学官連携部門 北海道産学官連携センター	主催	産総研	産総研技術シーズ紹介セミナー in Sapporo セラミックス編	2005/3/4	2005/3/4	北海道	札幌大通りサイト
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	第3回モザル検査研修コース(初級編)	2005/3/7	2005/3/8	大阪府	システム検証研究センター
産学官連携部門 北海道産学官連携センター	主催	産総研	産総研技術シーズ紹介セミナー in Sapporo	2005/3/10	2005/3/10	北海道	札幌大通りサイト
ナノテクノロジージャー研究部門 分子スーマーシステムグループ	主催	ナノテクノロジージャー研究部門	分子スーマーシステム国際シンポジウム情報を賢く扱う人工分子系論理ゲート、情報記録から分子機械まで	2005/3/16	2005/3/17	茨城県	共用講堂
産学官連携部門 北海道産学官連携センター	主催	産総研	産総研技術シーズ紹介セミナー in Sapporo バイオ編	2005/3/17	2005/3/17	北海道	札幌大通りサイト
システム検証研究センター	主催	システム検証研究センター	第4回モザル検査研修コース(初級編)	2005/3/22	2005/3/23	大阪府	システム検証研究センター 大会議室
計量標準管理センター 計量標準計画室	共同主催	臨床検査講演会準備委員会	臨床検査標準化に係る講演会	2005/3/25	2005/3/25	東京都	ウエスタインホテル 東京
広報部 地質標本館	主催	地質標本館	第14回自分で作ろう!!化石レプリカ	2005/3/26	2005/3/26	茨城県	地質標本館

## 2. その他参加行事

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	(社)日本計量機器工業連合会	INTERMEASURE 2004 (第21回国際計量計測展)	2004/4/7	2004/4/9	東京都	東京国際展示場 (東京ビッグサイト)
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	中部包装食品機械工業会	2004中部パック	2004/4/7	2004/4/10	愛知県	ポートメッセなごや
成果普及部門	出展	ドイツ産業見本市(株)Deutsche Messe AG	ハノーバー・メッセ2004 ー研究開発及びテクノロジーゾーンー	2004/4/19	2004/4/24	ドイツ	ハノーバー国際見本市会場
産学官連携部門 九州産学官連携センター	出展	ドイツ産業見本市(株)	ハノーバーメッセ2004 ー環境とエネルギー技術ー	2004/4/19	2004/4/23	ドイツ	ハノーバー国際見本市
産学官連携部門 知的財産部	出展	(株)化学工業日報社、CMPジャパン(株)、CMP Information	第3回国際医薬品原料・中間体展 (CPHi Japan 2004)	2004/4/21	2004/4/23	東京都	東京ビッグサイト東4、5ホール
産学官連携部門 地域連携室	協力	つくば市のつくりワーキング	つくばものづくり技術展示会	2004/4/22	2004/4/22	茨城県	共用講堂
産学官連携部門 東北産学官連携センター	後援	(社)東北経済連合会 (共催：仙台市産業振興事業団)	次世代技術開発講演会～先端技術 (MEMS) が拓く新しい高付加価値市場～	2004/4/26	2004/4/26	宮城県	セントレ東北 8階会議室
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	地球惑星科学合同大会運営機構	地球惑星科学関連学会2004年合同大会	2004/5/9	2004/5/13	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
エネルギー利用研究部門 熱・物質移動制御研究グループ	協賛	可視化情報学会	可視化情報学会講習会「可視化プロンティア」～可視化情報学会CPDプログラム(技術士/JABEE継続教育)～	2004/5/13	2004/11/18	東京都	工学院大学新宿キャンパス
成果普及部門 広報出版部 広報室	協力	ナノテクサミット実行委員会	ナノテクサミット	2004/5/18	2004/5/18	東京都	赤坂プリンスホテル 新館2階「クリスタルパレス」
産学官連携部門 中部産学官連携センター	後援	名古屋商工会議所	平成16年度「モノづくりブランドNAGOYA」顕彰事業	2004/5/18	2004/5/18	愛知県	名古屋商工会議所「モノづくりブランドNAGOYA」事務局
産学官連携部門 九州産学官連携センター	後援	日刊工業新聞社	第14回西日本食品総合機械展、第14回西日本厨房機器展、第4回西日本食品材料ソフト技術展	2004/5/19	2004/5/21	福岡県	マリンメッセ福岡
産学官連携部門 中部産学官連携センター	後援	(社)日本原子力産業会議中部原子力懇談会	平成16年度放射線取扱主任者受験講習会	2004/5/24	2004/5/27	愛知県	名古屋商工会議所
産学官連携部門 北海道産学官連携センター 北海道地質調査連携研究室	後援	北海道地質調査連携研究体	2004年度第1回産総研公開地質セミナー	2004/5/27	2004/5/27	北海道	産総研北海道センター D1棟2階会議室
業務推進部門 中部七ノター業務推進部	出展	名古屋国際見本市委員会	第7回国際福祉健康産業展～ウエルフェア2004～	2004/5/28	2004/5/30	愛知県	ポートメッセなごや
産学官連携部門 東北産学官連携センター ものづくり基盤技術支援室	出展	仙台デザインコミュニケーション研究会	仙台デザインコミュニケーション構想パネlex	2004/5/28	2004/6/2	宮城県	東北工業大学一番町ロビー

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場道府県	会場名
産学官連携部門 知的財産部	出展	総合経営革新フェア実行委員会	総合経営革新フェア@2004	2004/6/4	2004/6/4	東京都	東京国際フォーラム
成果普及部門	協賛	米国バイオ産業協会、日本貿易振興機構世界最大のバイオ産業展示会	BIO2004国際コンベンション	2004/6/6	2004/6/9	アメリカ	モスコニー・コンベンションセンター
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	後援	バイオビジネスコンベンチンJAPAN実行委員会	第5回バイオビジネスコンベンチンJAPAN	2004/6/21	2005/3/31	大阪府	大阪商工会議所 経済産業部内
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援	日刊工業新聞社	「第5回モノづくり総合展九州2004」「第4回エネルギー・環境ビジネス総合展2004」「第3回eビジネス2004」展示会	2004/6/22	2004/6/24	福岡県	マリメッセ福岡
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	協賛	光触媒製品フォーラム	光触媒テクノフェア2004	2004/7/6	2004/7/8	東京都	東京ビックサイト 西3ホール
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	出展	国際光触媒展実行委員会、(株)東京ビッグサイト	国際光触媒テクノフェア2004	2004/7/6	2004/7/8	東京都	東京ビッグサイト・西3ホール
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	後援	福島県電子機械工業会	平成16年度産学官交流のつどい	2004/7/7	2004/7/7	福島県	コラッセ福島
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	協力	池田市教育委員会	「教育のまち池田」特区における「科学・情報の時間」授業	2004/7/8	2004/7/8	大阪府	産業技術総合研究所 関西センター
企画本部 特別事業推進室 先端SoC連携研究室	後援	株式会社先端SoC基盤技術開発 (ASPLA)、(株)半導体理工学研究センター (STARC)	「STARC/ASPLA共同フォーラム」	2004/7/12	2004/7/12	神奈川県	パシフィコ横浜 会議センター
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	出展	福岡ナノテック推進会議	福岡ナノテックNOW2004	2004/7/13	2004/7/13	福岡県	アクロス福岡イVENTホール
広報部 展示業務室	出展	国立科学博物館、TBS、読売広告社	テレビゲームとデジタル科学展	2004/7/17	2004/10/11	東京都	国立科学博物館 (東京・上野公園)
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	後援	燃料電池開発実用化等課題調査委員会	講演会とパネルディスカッション 燃料電池開発等の経緯と成果及び課題ー半世紀にわたる研究開発の歴史と教訓ー	2004/7/20	2004/7/20	東京都	JAホール
産学官連携推進部門 中部産学官連携センター	後援	NPOバイオものづくり中部	東海バイオものづくり創生プロジェクト発足記念講演会	2004/8/3	2004/8/3		ルプラ玉山
産学官連携部門	出展	(社)日本技術士会	第31回 技術士全国大会 (札幌)	2004/8/14	2004/11/16	北海道	ロイトン札幌
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	協力	「青少年のための科学の祭典」大阪大会実行委員会	ふしぎと遊ぼう！ 青少年のための科学の祭典 2004 サイエンスフェスタ	2004/8/21	2004/8/22	大阪府	ハービスホール
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	出展	韓国科学技術省、韓国産業資源省	NANO KOREA 2004	2004/8/24	2004/8/27	韓国	COEX ,Atlantic Hall
広報部 展示業務室	後援	武蔵工業大学	ハンドメイド電気自動車レース2004	2004/8/28	2004/8/28	茨城県	産業技術総合研究所 つくば北センター・周回路
成果普及部門 広報出版部	協賛	(社)自動車技術会	第2回 全日本学生フォーミュラ大会	2004/8/31	2004/9/2	栃木県	ツインリンクもてぎ
計量標準管理センター 計量標準計画室	出展	(社)日本分析機器工業会	2004分析展	2004/9/1	2004/9/3	千葉県	幕張メッセ 国際展示場

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
エレクトロニクス研究部門 低温物理グループ	出展	日本分析機器工業会	2004分析展	2004/9/1	2004/9/3	千葉県	溝張メッセ
情報処理研究部門	後援	(株)びぎねっとオートブレンソンスカンプアレンス実行委員会	オープンソンスカンプアレンス2004	2004/9/4	2004/9/4	東京都	日本電子専門学校
産学官連携部門 東北産学官連携センターも のづくり 基礎技術支援 室	出展	美術館連絡協議会、読売新聞社、松戸市教育委員会、秋田市立千秋美術館、京都国立近代美術館、丸亀市猪熊弦一郎現代美術館	ジャパニームズ・モダン展 - 剣持勇の世界-	2004/9/4	2005/2/20	秋田県	秋田市立千秋美術館・京都国立近代美術館・丸亀市猪熊弦一郎現代美術館・松戸市立博物館
産学官連携部門 関西産学官連携センター	協力	大阪商工会議所、大阪大学、(社)電子情報技術産業協会	e-ライフビジネス研究会	2004/9/7	2005/6/14	大阪府	大阪大学中之島センター一、産総研関西センター一、他
産学官連携部門 関西産学官連携センター	協力	池田市教育委員会	「教育のまち池田」特区における「科学・情報の時間」授業	2004/9/8	2004/9/8	大阪府	産業技術総合研究所関西センター
産学官連携部門 中部産学官連携センター	出展	(社)岐阜県工業会	ものづくり岐阜デクノフェア	2004/9/11	2004/9/12	岐阜県	岐阜メモリアールセンター一
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	研究開発シーズ事業化推進事業(釧路)	2004/9/15	2004/9/15	北海道	釧路工業技術センター
産学官連携部門	出展	北海道経済産業局	コラボレーションフォーラム	2004/9/17	2004/9/17	北海道	京王プラザホテル札幌
産学官連携部門 九州産学官連携センター	出展	とす50祭実行委員会	とす50祭	2004/9/18	2004/9/20	佐賀県	鳥栖駅東側
産学官連携部門 関西産学官連携センター	出展	豊中市教育センター	タッチ・座・サイエンス「科学教室」	2004/9/19	2004/9/20	大阪府	豊中市教育センター(ルシオーレビル)
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	研究開発シーズ事業化推進事業(旭川)	2004/9/21	2004/9/21	北海道	旭川産業高度化センター一
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	研究開発シーズ事業化推進事業(北見)	2004/9/22	2005/9/22	北海道	北見工業技術センター
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	研究開発シーズ事業化推進事業(室蘭)	2004/9/22	2004/9/22	北海道	室蘭テクノセンター
計測フロンティア研究部門	協賛	高エネルギー加速器研究機構 PF懇談会	平成16年度放射光利用研究基礎講習会	2004/9/24	2004/9/24	茨城県	高エネルギー加速器研究機構、4号館、1階7ミナールホール
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	バイオジャパン2004組織委員会日経BP社	バイオジャパン2004	2004/9/28	2004/9/30	東京都	新高輪プリンスホテル国際館パミール 高輪プリンスホテル
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	日本経済新聞社	日経ナノテク・ビジネスフェア2004	2004/9/29	2004/10/1	東京都	東京国際展示場「東京ビッグサイト」
知的財産部門 知的財産企画室	出展	特許庁/関東経済産業局	2004特許流通フェアin東京	2004/9/29	2004/10/1	東京都	東京ビッグサイト東3ホール
成果普及部門 広報出版部 広報室	協賛	(社)日本工学会アカデミー	第6回EAJ国際シンポジウム「ロボットとの共生」Living with Robots ~ Symbiosis of Robots and Human being~	2004/10/4	2004/10/5	東京都	学術総合センター・一橋記念講堂
広報部門 展示業務室	後援	(社)バイオ産業情報化コンソーシアム(JBIC)	JBIC2004プロジェクト成果報告会	2004/10/4	2004/10/4	東京都	都市センターホール
産学官連携部門 九州産学官連携センター	出展	北九州学術研究都市産学連携フェア実行委員会、(財)北九州産業学術推進機構 (FAIS)	北九州学術研究都市第4回産学連携フェア	2004/10/6	2004/10/8	福岡県	北九州学術研究都市

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場道府県	会場名
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援	九州経済産業局、福岡県、北九州市、(財)福岡県産業科学技術振興財団(ふくおかIST)、(財)北九州産業学術推進機構(FAIS)	九州地域クラスター合同成果発表会	2004/10/7	2004/10/7	福岡県	北九州学術研究都市
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援	九州ファイナセンセラミックス・テクノフォーラム(KFC)	第5回特別講演会ー産学官連携と新産業創出ー	2004/10/8	2004/10/8	福岡県	福岡朝日ビル
地質情報研究部門 地 質標本研究グループ	出展	つくば市、つくば市教育委員会、つくば市科学教育事業推進委員会、筑波研究学園都市交流協議会	つくば科学フェスティバル2004	2004/10/9	2004/10/10	茨城県	つくばカピオ
成果普及部門 広報出 版部 広報室	出展	全国社会福祉協議会、保健福祉広報協会	第31回国際福祉機器展(HCR2004)	2004/10/13	2004/10/15	東京都	東京ビックサイト
成果普及部門 広報出 版部 広報室	後援	技術交流テクノフェア実行委員会	北陸技術交流テクノフェア2004	2004/10/14	2004/10/15	福井県	福井県産業会館・福井県生活学習館・福井県中小企業産業大学校
産学官連携部門	後援	全国繊維工業技術協会	第42回全国繊維技術交流プラザ	2004/10/14	2004/10/15	福井県	福井県産業会館、福井県生活学習会館
光技術研究部門 レー ザー精密プロセスグル ープ	出展	諏訪圏工業メッセ実行委員会構成団体、岡谷市、諏訪市、茅野市、下諏訪町、富士見町、原村、岡谷商工会議所、諏訪商工会議所、茅野商工会議所、下諏訪商工会議所、富士見町商工会、原村商工会、日本政策投資銀行、日本貿易振興機構、長野県地方事務所、長野県中小企業振興公社、長野県精密工業試験場、長野県テクノ財団諏訪テクノレイクサイド地域センター、長野県経営者協会、長野県中小企業団体中央会、諏訪圏経営者連絡協議会	諏訪圏工業メッセ	2004/10/14	2004/10/16	長野県	諏訪湖畔 諏訪湖イベントホール
エレクトロニクス研究 部門 低温物理グル ープ	出展	日本赤外線学会	日本赤外線学会研究発表会	2004/10/14	2004/10/15	福井県	福井大学
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	出展	岐阜県陶磁器工業協同組合連合会	ニューセラミックフェア岐阜2004	2004/10/16	2004/10/18	岐阜県	セラミックパーク MINO
知能システム研究部門 ITS研究グループ	出展	ITS世界会議 愛知・名古屋2004 日本組織委員会	ITS世界会議 愛知・名古屋2004	2004/10/19	2004/10/24	愛知県	ポートメッセなごや (名古屋国際展示 場)
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	出展	熱田区在宅介護支援センター、熱田区地域ケア会議メンバ	あつた福祉フェア	2004/10/19	2004/10/19	愛知県	あつたかプラザ
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	出展	滋賀環境ビジネスマッセ実行委員会	びわ湖環境ビジネスマッセ2004	2004/10/20	2004/10/22	滋賀県	滋賀県立長浜ドーム
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	後援	日本セラミックス協会マイクロ波・ミリ波誘電体及び関連材料研究会第3回マイクロ波材料とその応用会議(MIMA2004)組織委員会	国際会議MIMA2004	2004/10/25	2004/10/28	愛知県	犬山国際観光センター 「フロイデ」
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	出展	九州半導体イノベーション協賛会、みやざき産業クラスター推進協議会、九州経済産業局、宮崎県、(財)宮崎県産業支援財団	全九州半導体技術フォーラムin宮崎	2004/10/25	2004/10/25	宮城県	ワールドコンベンション センターサミット (シーガイア)

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門九州 産学官連携センター	出展	九州地域バイオマス関係機関連絡会議、(社)日本産業技術振興協会、有機資源協会、(独)人新エネルギー・産業技術総合開発機構九州支部、(財)西日本産業貿易見本市協会	バイオマス・ニッポンin九州	2004/10/27	2004/10/29	福岡県	西日本総合展示場本館
産学官連携部門九州 産学官連携センター	出展	(財)西日本産業貿易見本市協会	機能性材料展	2004/10/27	2004/10/29	福岡県	西日本総合展示場新館
産学官連携部門関西 産学官連携センター	出展	中小企業庁、近畿経済産業局	中小企業総合展2004in Kansai	2004/10/27	2004/10/29	大阪府	インテックス大阪
産学官連携部門関西 産学官連携センター	協力	池田市教育委員会	「教育のまち池田」特区における「科学・情報」の時間」授業	2004/10/28	2004/10/28	大阪府	池田市立北豊島小学校
広報部 展示業務室	後援	茨城県、茨城県中小企業振興公社、つくば市、つくば商工会、つくば市筑波商工会、つくば市基商工会	テクノフェア2004inつくば	2004/10/28	2004/10/29	茨城県	つくばカピオ
エレクトロニクス研究部門 量子凝縮物性グループ	出展	(株)つくば研究支援センター、(財)茨城県科学技術振興財団、(株)ひたちなかテクノソルター、(社)茨城県情報サービス産業協会	テクノフェア2004inつくば	2004/10/28	2004/10/29	茨城県	つくば国際会議場
企画本部 情報公開・個人情報保護推進室	出展	香川大学工学部祭実行委員会	工学部オープンキャンパス2004	2004/10/31	2004/10/31	香川県	香川大学工学部キャンパス
次世代半導体研究センター	出展	(社)日本半導体製造装置協会	SEAJ Fourm 2004 ビジューアルコーナー	2004/11/1	2004/11/2	神奈川県	パシフィコ横浜
広報部 展示業務室	後援	愛知県、名古屋市、名古屋商工会議所、中日新聞社、(社)発明協会愛知県支部	第58回発明とくふう展	2004/11/3	2004/11/8	愛知県	名古屋三越栄本店7階催物会場
広報部 展示業務室	後援	バイオテクノロジ開発技術研究組合	第22回バイオテクノロジーションボジウム	2004/11/4	2004/11/4	東京都	虎ノ門パストラル
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	みやぎいいモノテクノフェア2004実行委員会	みやぎいいモノテクノフェア2004	2004/11/5	2004/11/6	宮城県	みやぎ産業交流センター(夢メッセみやぎ)
グリッド研究センター	出展	the Association for Computing Machinery Special Interest Group for Architecture of (ACM SIGARCH) and the Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE) Computer Society	SC2004 (Supercomputing Conference tradition of highlighting the most innovative developments in high-performance computing and networking)	2004/11/6	2004/11/12		David L. Lawrence Convention Center
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	電気電子技術者学会・海洋工学部会、海洋技術学会	OCEANS'04 MTS/IEEE/TECHNO-OCEAN'04	2004/11/9	2004/11/12	兵庫県	神戸国際展示場、神戸国際会議場
光技術研究部門 レーザー精密プロセスグループ	出展	(財)マイクロマシンセンター	第15回マイクロマシン展『Micromachine2004』	2004/11/10	2004/11/12	東京都	科学技術館
成果普及部門 広報出版部 広報室	後援	北海道技術・ビジネス交流会実行委員会	ビジネスEXPO「第18回 北海道 技術・ビジネス交流会」	2004/11/11	2004/11/12	北海道	アクセスサッポロ
産学官連携部門九州 産学官連携センター	出展	北海道技術・ビジネス交流会実行委員会	北海道ビジネスエキスポ	2004/11/11	2004/11/12	北海道	アクセスサッポロ
広報部 展示業務室	後援	STSフォーラム実行委員会	科学技術と人類の未来に関する国際フォーラム	2004/11/14	2004/11/16	京都府	国立京都国際会館
産学官連携部門九州 産学官連携センター	後援	(独)中小企業基盤整備機構九州支部	ベンチャーブラザ九州2004	2004/11/15	2004/11/16	福岡県	天神ビル本館11階会議室

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	出展	特許庁、中部経済産業局	特許流通フェア中部2004	2004/11/17	2004/11/19	会場都道府県 愛知県	名古屋市中小企業振興 会館
成果普及部門 広報出 版部 広報室	協賛	IEEE Robotics and Automation Society	The 1st IEEE Technical Exhibition Based Conference on Robotics and Automation (TExCRA2004)	2004/11/18	2004/11/19	東京都	TEPIA Hall
広報部 展示業務室	後援	(独)雇用・能力開発機構、佐賀労働局、公共 職業安定所、佐賀県、佐賀県中小企業団体中 央会、佐賀県雇用支援機構	人と企業のふれあい広場SAGA2004	2004/11/19	2004/11/19	佐賀県	マリトピア
成果普及部門 広報出 版部 広報室	後援	(財)国際超電導産業技術研究センター	第17回国際超電導シンポジウム	2004/11/23	2004/11/25	新潟県	新潟コンベンションセ ンター
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	協賛	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 関西支部	第7回「新・省エネルギーシンポジウム」かん さい2004PLUS!	2004/11/26	2004/11/26	大阪府	ホテルモントレ大阪
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	後援	(独)中小企業基盤整備機構 近畿支部、中小 企業・ベンチャー総合支援センター、近畿経 済産業局	ベンチャーブラザ近畿2004	2004/11/29	2004/11/29	大阪府	大阪マーチャンダイ ズ・マート (OMMビ ル)
産学官連携部門 北海 道産学官連携センター	その他	産学連携推進事業実行委員会 (委員会構成) 北海道、北海道経済産業局、北海道大学、北 海道東海大学、ブラザ北海道、産総研、ノー ステック財団、(財)北海道中小企業総合支援 センター、北洋銀行、北海道銀行、北海道経 済連合会、北海道中小企業家同友会	連携・北海道活性化のために～産学官連携に よる北海道経済活性化の方策～	2004/12/1	2004/12/1	北海道	札幌ガーデンパレス 2F
成果普及部門 広報出 版部 広報室	協賛	日本地熱学会	日本地熱学会平成16年学術講演会	2004/12/1	2004/12/3	茨城県	産業技術総合研究所共 用講堂
ベンチャー開発戦略研 究センター ペンチャ ー支援室	出展	SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International)	セミコン・ジャパン2004	2004/12/1	2004/12/3	千葉県	幕張メッセ (日本コン ベンションセンター) 国際展示場ホール1- 11、イベントホール
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	出展	TOYRO新事業創出推進会議	第5回TOYROビジネスマツチングフェア2004 一明日を拓く新しい技術・製品・サービスと 出会う2日間	2004/12/1	2004/12/2	大阪府	マイドームおおさか
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	協賛	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 関西支部	NEEDOかんさい産業技術フォーラム2004	2004/12/2	2004/12/2	大阪府	プリムローズ大阪
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援	九州半導体イノベーション協議会	第3回人材創造WG講演会	2004/12/6	2004/12/6	大分県	大分県中小企業会館
成果普及部門 広報出 版部 広報室	協賛	(社)日本電気計測器工業会	計測展2004 OSAKA	2004/12/8	2004/12/10	大阪府	グランキューブ大阪 (大阪国際会議場)
計量標準計画室	出展	(社)日本電気計測器工業会	計測展2004 OSAKA	2004/12/8	2004/12/10	大阪府	グランキューブ大阪 (大阪国際会議場)
成果普及部門 広報出 版部 広報室	協賛	計測自動制御学会システムインテグレーション 部門	第5回SICEシステムインテグレーション部門 講演会 (SI2004)	2004/12/17	2004/12/19	茨城県	つくば国際会議場
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	協力	(財)日本科学技術振興財団	ウィンター・サイエンスキャンプ	2005/1/5	2005/1/7	大阪府	産業技術総合研究所関 西センター
企画本部 情報公開・ 個人情報保護推進室	出展	(財)四国産業・技術振興センターほか2機関	2005四国環境・健康フェア	2005/1/14	2005/1/15	香川県	サンメッセ香川

所属	種別	主催等名称	名称	開催期間(始)	開催期間(終)	会場都道府県	会場名
地質調査情報センター 地質情報整備室	出展	震災対策技術展・学術展・シンポジウム実行委員会、(財)神戸国際観光コンベンション協会、(財)神戸市防災安全公社	国連防災世界会議パブリックフォーラム(総合防災展)	2005/1/18	2005/1/22	兵庫県	神戸国際展示場
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	後援	青少年のための科学の祭典鳥栖基山大大会実行委員会	青少年のための科学の祭典鳥栖基山大大会	2005/1/22	2005/1/23	佐賀県	鳥栖市民体育館
地質調査情報センター 地質情報整備室	出展	「震災対策技術展・学術展・シンポジウム実行委員会」、(財)神戸国際観光コンベンション協会、(財)神戸市防災安全公社	第9回 震災対策技術展(横浜会場)	2005/2/3	2005/2/4	神奈川県	横浜国際平和会議場 (パシフィコ横浜) 展示ホールB
産学官連携部門 北海 道産学官連携センター	後援	(財)さっぽろ産業振興財団	さっぽろビジネスマツチング大交流会 2005	2005/2/16	2005/2/16	北海道	京王プラザホテル札幌
産学官連携部門 中部 産学官連携センター	出展	北陸ものづくり創生協議会	北陸地域クラスタフォーラム	2005/2/17	2005/2/17	石川県	石川県地場産業振興センター
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	平成17年度予算「提案公募型技術開発事業」の公募説明会(函館)	2005/2/22	2005/2/22	北海道	北海道立工業技術センター
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	平成17年度予算「提案公募型技術開発事業」の公募説明会(北見)	2005/2/22	2005/2/22	北海道	北見工業技術センター
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	平成17年度予算「提案公募型技術開発事業」の公募説明会(帯広)	2005/2/23	2005/2/23	北海道	帯広東急イン
成果普及部門 広報出 版部 広報室	後援	Nano tech実行委員会	nano tech 2005国際ナノテクノロジー総合展・技術会議	2005/2/23	2005/2/25	東京都	東京ビックサイト
広報部 展示業務室	後援	ナノテクノロジービジネス推進協議会	ナノテクビジネスフォーラム2005	2005/2/23	2005/2/23	東京都	東京ビックサイト国際 会議場及び中規模会議 場
産学官連携推進部門 九州産学官連携センター	出展	Nano tech実行委員会	nano tech 2005国際ナノテクノロジー総合展・技術会議	2005/2/23	2005/2/25	東京都	東京ビックサイト東4・ 5・6ホールと会議棟
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	出展	ナノバイオExpo実行委員会	ナノバイオExpo2005	2005/2/23	2005/2/25	東京都	東京ビックサイト 東5 ホール
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	平成17年度予算「提案公募型技術開発事業」の公募説明会(旭川)	2005/2/24	2005/2/24	北海道	旭川産業高度化センタ ー
産学官連携部門 東北 産学官連携センター	後援	文部科学省、経済産業省、仙台地域知的クラスタ本部、情報・生命・未来型ものづくり産業クラスタ協議会、循環型社会対応産業クラスタ委員会	「2005TOHOKUクラスタコーポレーション」～知的クラスタ、産業クラスタ技術・ビジネス交流会～	2005/2/24	2005/2/24	宮城県	仙台国際ホテル
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	平成17年度予算「提案公募型技術開発事業」の公募説明会(苫小牧)	2005/2/25	2005/2/25	北海道	苫小牧市テクノセンタ ー
エレクトロニクス研究 部門 デバイス評価計 測グループ	出展	American Institute of Physics	PITCON2005	2005/2/26	2005/3/4		コンベンションセンタ ー
産学官連携部門	協力	北海道経済産業局	平成17年度予算「提案公募型技術開発事業」の公募説明会(札幌)	2005/3/2	2005/3/2	北海道	札幌第一合同庁舎
産学官連携部門 関西 産学官連携センター	出展	近畿経済産業局産業クラスタ計画「近畿エネルギー・環境高度化推進プロジェクト」中核推進組織NPO-EEネット	エネルギー・環境総合フォーラム2005	2005/3/3	2005/3/4	大阪府	大阪国際会議場(グラ ンキューブ大阪)

所 属	種 別	主催等名称	名 称	開催期間(始)	開催期間(終)	会 場	会 場 名
知能システム研究部門 3次元視覚システム研究 グループ	協力	新潟県立自然科学館	新潟県立自然科学館 新展示「生活を豊かにするロボット」	2005/3/5	2006/3/4	新潟県	新潟県立自然科学館
産学官連携部門 九州 産学官連携センター	出展	九州経済産業局、(財)九州産業技術センター	環境バイオウォーキングセッション	2005/3/11	2005/3/11	福岡県	KKRホテル博多
広報部 展示業務室	協賛	特定非営利活動法人「有珠火山の会」	春休み火山調査隊	2005/3/26	2005/3/26		伊達市消防々災センター
エレクトロニクス研究 部門 デバイス評価計 測グループ	出展	日本応用物理学会	2005年(平成17年)春季 第52回応用物理関係連台講演会	2005/3/29	2005/4/1	埼玉県	埼玉大学

## 3) 見 学

## 平成16年度見学視察対応数（ユニット別）

部 署	総 計
企画本部（理事等含む）	166
深部地質環境研究センター	4
活断層研究センター	2
ライフサイクルアセスメント研究センター	13
パワーエレクトロニクス研究センター	9
生命情報科学研究センター	16
生物情報解析研究センター	14
ヒューマンストレスシグナル研究センター	1
強相関電子技術研究センター	2
次世代半導体研究センター	175
サイバーアシスト研究センター	2
ものづくり先端技術研究センター	45
超臨界流体研究センター	52
界面ナノアーキテクニクス研究センター	26
グリッド研究センター	17
爆発安全研究センター	60
糖鎖工学研究センター	32
年齢軸生命工学研究センター	13
デジタルヒューマン研究センター	71
近接場光応用工学研究センター	1
ダイヤモンド研究センター	5
バイオニクス研究センター	10
ジーンファンクション研究センター	7
太陽光発電研究センター	52
システム検証研究センター	10
ナノカーボン研究センター	16
コンパクト化学プロセス研究センター	3
計測標準研究部門	469
地球科学情報研究部門	14
地圏資源環境研究部門	11
海洋資源環境研究部門	3
エネルギー利用研究部門	32
電力エネルギー研究部門	12
環境管理研究部門	7
環境調和技術研究部門	17
情報処理研究部門	1
知能システム研究部門	164
エレクトロニクス研究部門	46
光技術研究部門	60
人間福祉医工学研究部門	231
脳神経情報研究部門	16
物質プロセス研究部門	1
機械システム研究部門	2
ナノテクノロジー研究部門	159
計算科学研究部門	2
生物機能工学研究部門	38
計測フロンティア研究部門	50
ユビキタスエネルギー研究部門	45
セルエンジニアリング研究部門	24
ゲノムファクトリー研究部門	46
先進製造プロセス研究部門	224

研究関連業務

部 署	総 計
サステナブルマテリアル研究部門	99
地質情報研究部門	30
環境管理技術研究部門	92
環境化学技術研究部門	25
エネルギー技術研究部門	180
情報技術研究部門	78
メンブレン化学研究ラボ	23
マイクロ空間化学研究ラボ	8
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	6
循環バイオマス研究ラボ	24
実環境計測・診断研究ラボ	17
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	2
特許生物寄託センター	20
ベンチャー開発戦略研究センター	33
地質調査情報センター	3
計量標準管理センター	10
成果普及部門 工業標準部	35
広報部 つくばセンター展示場	69
広報部 地質標本館	119
管理・関連部門	814
北海道センター	24
東北センター	17
つくばセンター	5
臨海副都心センター	5
中部センター	12
関西センター	5
中国センター	1
四国センター	2
九州センター	9
総計	4265

## 4) 地質標本館

## 平成16年度 地質標本館行事一覧

実施期間	特別展および速報	講演会	移動標本館	イベント	入館者・参加者
4/12～6/27	地球再発見「地球観の変遷ープレートテクトニクスを中心としてー」				
4月17日		水晶の生いたち			視聴者51名
7/24～9/26	メタンハイドレートー新しいエネルギー資源への取り組みー				
7月24日				つくばセンター一般公開	入館者2342
7月24日		特別講演（メタンハイドレートを未来のエネルギー資源ととらえて）			視聴者150
7月29日			九州センター一般公開		入場者480
7月31日				石を割って見よう	参加者135
8月20日				化石クリーニング	参加者60
8月21日				地球何でも相談	
8月21日			東北センター一般公開		入場者357
9/9～	浅間山噴火緊急調査速報				
9/19～20				地質情報展ちば	
10/5～2/27	地質情報展2004ちば				
10月23日				野外観察会（笠間周辺）	参加者24
10月30日		誕生石の話			入館者254
11月13日				化石レプリカ作り	入館者297、参加者280
12/3～	新潟中越地震速報				
2005年2月5日		巨大津波の痕跡を探る			入館者145、視聴者50
3月26日				化石レプリカ作り	

## 平成16年度地質標本館主な来館者一覧

## 講演関係

	来館日	来館者	講演内容	対応者
1	2004/6/7(月)	つくば市東小6年66人・父母55人	地層の話・レプリカ作り	利光・奥山・坂野・中澤・春名・兼子・谷田部・酒井・その他2
2	2004/6/22(火)	阿見第一小6年121人(3クラス)	地層の話	利光
3	2004/6/23(水)	茨城県立水戸聾学校	レプリカ作り	利光・酒井・坂野
4	2004/6/24(木)	明野町立村田小6年37人	地層の話	坂野
5	2004/7/16(金)	取手市立吉田小6年64人	地層の話	坂野
6	2004/8/9(月)	水海道市立菅原小6年1人	化石の研究に関する学習	利光・中島
7	2004/10/13(水)	霞ヶ浦町立美並小6年39人	地層の話	坂野
8	2004/11/10(水)	明野町立鳥羽小6年20人	地層の話	坂野
9	2004/11/16(火)	土浦市立乙戸小6年52人	地層の話	坂野

## 理数系高校対応

1	2004/7/23(金)	福岡県立八幡高等学校2年40人	地域の地質・館内説明	坂野
2	2004/7/30(金)	山口県立山口高等学校1年40人	〃	坂野
3	2004/8/7(土)	山梨県立甲府南高等学校1年32人	〃	酒井
4	2004/9/17(金)	香川県立三本松高等学校1年14人	〃	酒井
5	2004/10/6(水)	島根県立出雲高等学校2年19人	〃	坂野
6	2004/10/7(木)	〃	〃	坂野
7	2004/10/13(水)AM	島根県立浜田高等学校2年16人	〃	青木
8	〃 PM	〃 19人	〃	青木
9	2004/10/14(木)	島根県立大田高等学校43人	〃	酒井
10	2004/11/11(木)	山形県立山形南高等学校43人	〃	坂野

(7) 研究コーディネータ (Research Coordinator)

所在地：つくば中央第2他

人員：7名

概要：産総研が取り組む研究テーマは大きく6つの分野に分けられ、それぞれの分野に1~2名の研究コーディネータが配置されている。研究コーディネータは、研究ユニットとの対話によって、分野内のユニット間のコーディネーションを行い、その一方で、他分野の研究コーディネータと協調して、所全体としての本格研究の流れを形づくっていく。

機構図 (2005/3/31現在)

[ライフサイエンス担当]

研究コーディネータ 栗山 博

[情報通信担当]

研究コーディネータ 大蒔 和仁

研究コーディネータ 廣瀬 通孝

[ナノテク・材料・製造担当]

研究コーディネータ 五十嵐一男

研究コーディネータ 中浜 精一

[環境エネルギー担当]

研究コーディネータ 神本 正行

研究コーディネータ 山辺 正謙

[社会基盤 (地質)・海洋担当]

研究コーディネータ 佃 栄吉

[社会基盤 (標準) 担当]

研究コーディネータ 小野 晃

[計算科学担当]

研究コーディネータ 寺倉 清之

(8) 先端情報計算センター  
(Tsukuba Advanced Computing Center)

所在地：つくば中央第1、先端情報計算センター

人員：23名 (5名)

概要：先端情報計算センターは、産総研における情報ネットワーク、サーバ類や高性能コンピュータ等の計算機資源、そして基幹業務システムやデータベース等のコンテンツ関係等の全所的な情報基盤システムを構築・維持・管理する業務を実施している。また、これら情報基盤の高度化を図り、より生産的な研究活動と円滑で効率的な業務推進を支援する役割を担っている。

機構図 (2005/3/31現在)

先端情報計算センター長 田辺 義一 (兼)

次長 佐藤 義幸

部総括 堀田 博幸 (兼)

部総括 (情報企画チーム長) 森 一彦

部総括 (情報システム管理チーム長) 久保 潤一

(情報セキュリティチーム長) 谷貝 正則

(情報ネットワークチーム長) 久野 巧

(イントラ企画チーム長) 関根 英二 他

情報企画チーム、情報セキュリティチーム、情報ネットワークチーム、情報システム管理チーム、イントラ企画チームの5チーム体制で、下記の業務を実施した。

(情報セキュリティの向上)

所内のウィルス感染 PC による所外への影響を最小限にする対策、所内の2次感染の防止対策を実行し、情報システム管理者、及び一般ユーザを対象とする情報セキュリティ研修を実施するとともに、OS 等の脆弱性情報や、コンピュータウィルスに関する情報について重要度に応じ、イントラネットの掲示板を活用し利用者に連絡して注意を促した。

(産総研ネットワークの運用、保守、管理)

TACC にあるコアネットワークスイッチ及び地域センター3ヶ所の LAP スwitchを更新してネットワーク障害の発生を未然に防止するとともに、各建物の FAP (フロアアクセスポイント) の故障率と保守代替品の最適化を図り、障害時の対応を行った。情報セキュリティ向上のため、地域センターの AFZ (アクセスフリーゾーン) の拡大、共用会議室の無線 LAN の暗号化と暗号化キーの定期的な変更を行った。

(HPC 及び AIST スーパークラスターの運用)

新 HPC (スーパーコンピュータ日立 SR11000) を導入し本格稼働させた。また、新 HPC および AIST スーパークラスターの運営ボードによる運用を開始した。

(基幹業務システムの運用、保守、管理と次期情報基盤システムの検討)

基幹業務システム運用時間は99%以上の高可用性を達成した。産学官、国際等のワークフローシステムが基幹業務系システムに統合されたことにより、保守費を入れた費用の節約、信頼性の向上、利用者の操作性の改善という効果を上げることができた。研究者データベース公開版、HomePage 掲載情報 DB 公開システム、リサイクル情報管理システムの開発、及び優先度の高いものを中心に改修作業を実施した。掲示板掲載内容のメール配

信、イントラネットのナビゲーションの工夫（新規採用、転入者向けのリンクページ、研究ユニット対象のリンクページの作成）を行った。

電子申請システム、個人情報保護法施行に対応した業務用ファイル共有システムの構築を実施した。産総研の情報基盤システム構築について、タスクフォースと2つのWGで検討を進めた。

### (9) 特許生物寄託センター (International Patent Organism Depository)

所在地：つくば中央第6

人員：7名（4名）

概要：

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物の受託並びに求めに応じての分譲業務を行う。
- ・寄託生物種の生存試験等を行うとともに、これに関連する保存技術及び形質維持の高度化を指向する研究開発を行う。

機構図（2005/3/31現在）

センター長 山岡 正和

副センター長	中原 東郎
微生物細胞寄託技術主査	宮本 恭恵 他
動物細胞寄託技術主査（兼）	山岡 正和 他
植物細胞寄託技術主査	福田 裕二 他
寄託業務総括主幹	早川 行男 他
特許生物特別研究室長（兼）	岩橋 均 他

-----  
特許生物寄託制度について

生物に関連した発明について特許出願する際は、寄託機関にその生物を寄託し、寄託機関が発行する受託証を提出する必要があります。寄託機関は、その生物の生存等を確認し、必要な期間保存します。また、第三者に試験・研究を目的として生物の試料を分譲します。

特許生物寄託センターは、特許庁長官から指定された寄託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物を受託・分譲しています。

※ブダペスト条約

国際特許出願する際、ブダペスト条約が発行される前は、出願国毎に生物を寄託する必要があり大変不便でしたが、条約発行後は、条約上の寄託機関として認められた国際寄託当局のいずれかに寄託すれば、条約加盟国すべてに特許出願ができるようになりました。

-----

### 平成16年度寄託等の件数及び手数料収入実績

事項	微生物の保管手数料					試料の分譲手数料					
	原寄託	新規寄託	再寄託	継続寄託	寄託特例	菌株分譲		海外送付追加（一般）		海外送付追加（動物）	
	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)
件数	268	374	2	4,501	0	115	44	26	1	0	0
金額(円)	58,960,000	7,854,000	32,000	49,511,000	0	1,150,000	440,000	3,900	150	0	0

事項	証明書の交付手数料							情報の通知手数料		合計
	届出に関する証明		最新の生存情報証明		生存試験証明		諸証明	情報通知		
	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国内)	(国際)	(国内)	
件数	2	0	2	3	5	1	8	0	0	5,352
金額(円)	4,000	0	4,000	6,000	44,500	8,900	16,000	0	0	118,034,450

(10) ベンチャー開発戦略研究センター  
(AIST Innovation Center for Startups)

所在地：丸の内サイト

(東京都千代田区丸の内2-2-2 丸の内三井ビル2F)

人員：12名(5名)

概要：ベンチャー開発戦略研究センターは、文部科学省の科学技術振興調整費「戦略的研究拠点育成」事業として、平成14年度から5ヶ年間の事業として採択され、平成14年10月15日に開設された。当センターの目的は、次の通りである。

- ・産総研をはじめとする公的研究機関・大学の技術シーズを基にした成長性の高いベンチャー企業（ハイテク・スタートアップス（HS））の創出を実践すること
- ・HS 創出の実践を通じた課題の抽出等を通じて、公的研究機関・大学のHS 創出モデルの一般化に関する研究を行い、HS 創出システムを確立すること
- ・上記の取組みに関連して、産総研の組織・制度・意識改革を推進することにより、産総研をHS 創出プラットフォームへと変革することを目指すこと

平成16年度は、HS の創出を目指したプロジェクトチームである「スタートアップ開発戦略タスクフォース(TF)」の活動を本格化し、30件のTF を実施した。具体的には、公募型のライセンス型共同研究（ベンチャー支援）6件及びベンチャー支援任用1件と、スタートアップ・アドバイザーが発掘した3件の合計10件の事業化プロジェクトを新規採択するとともに、前年度に実施した22件のTF のうち、20件を継続した。

また、ベンチャー支援室では、ベンチャー創業による研究成果の技術移転に関心を有する研究者の各種相談に応じたほか、専門家による法務・財務・税務等に関する専門的なアドバイスを行うとともに、平成16年度からの取組みとして、法務局や公証人役場、産総研内部の兼業手続きなどの会社設立事務に関する支援を実施し、職員の本ベンチャー創業を支援した。

さらに、制度改革の取組みとして、平成14年に制定した「ベンチャー支援実施要領」を廃止し、「ベンチャー技術移転促進措置実施規程」を制定した。これにより、これまで一律5年間と定められていたベンチャー企業への知的財産権の独占的実施権の設定期間を、事業計画の実現のために必要な期間に設定できるようにしたり、知的財産権の実施料のうち契約一時金を免除して創業時の負担を軽減するなど、より効果的な支援の実施を可能とした。また、共同研究の成果を用いて将来ベンチャーを創業する際に必要な知的財産権の扱いなどに配慮した共同研究契約書ひな形（ベンチャー対応型）を作成し、ベンチャー創業を念頭においた共同研究の実施の促進を図った。

これらの取組みの結果、平成16年度に産総研発ベンチャーは16社増え、平成13年度以降の産総研発ベンチャー

の総数は51社となった。また、産総研の施設利用料の減免等の支援の対象となる「AIST 認定ベンチャー企業」及び「産総研技術移転ベンチャー」については、新たに23社を承認し、総数は50社となった。

HS の創出システムの研究については、TF の同行調査を継続するとともに、国内外のHS 研究者とのネットワークを構築してHS 事例や制度に関する調査を本格化し、HS を成功に導く要因に関する仮説を検証するために必要なデータの収集を行った。

また、平成16年度は、昨年度に引き続いて、広報誌第3号と第4号を各15,000部発行し、第3回シンポジウムを開催したほか、TF の活動が本格化して創業例が増加したことに伴い、タスクフォース成果報告会を開催した。また、展示会・見本市への出展も行い、広報・成果普及活動に努めた。さらに、産総研の各層の職員を対象とした研修を実施し、ベンチャー創業に関する意識啓発に努めた。

機構図(2005/3/31現在)

組織構成：

ベンチャー開発戦略研究センター長

：(兼) 吉川 弘之

次長 兼 戦略研究ディレクター

：渡辺 孝 (非常勤)

組織運営ディレクター

：平井 寿敏

スタートアップ・アドバイザー

：上野 陽一郎 (非常勤)

渡辺 純一 (非常勤)

高村 淳 (非常勤)

増田 一之 (非常勤)

小林 利克 (非常勤)

武田 純 (非常勤)

御福 英史 (非常勤)

大野 裕深 (非常勤)

藤田 和博 (非常勤)

野村 哲雄 (非常勤)

小野 實信 (非常勤)

藤井 昭弘 (非常勤)

田中 義紀 (非常勤)

鍵山 直人 (非常勤)

金海 榮一 (非常勤)

ベンチャープランナー：根本 直人 (非常勤)

後藤 雅式 (非常勤)

高橋 裕信 (非常勤)

田能村 昌久 (非常勤)

芳賀 一実 (非常勤)

ベンチャー支援室：室長 湯田 正俊 他

ベンチャー戦略研究室：室長 (兼) 中村 守 他

開発戦略企画室 : 室長 前田 恒昭 他

-----  
スタートアップ・アドバイザー (Startup Advisor)

(丸の内サイト)

概要：市場ニーズ・社会ニーズを踏まえて、産総研をはじめとする公的研究機関・大学の技術シーズを活用したビジネスモデルを構築すると共に、ハイテク・スタートアップ創業に向けて必要な追加的研究開発やビジネスプランの作成等を行う『スタートアップ開発戦略タスクフォース』を統括する。必要に応じて、産総研の職を離れ、創業後の企業経営に参画する。

ベンチャープランナー (Business Planner)

(丸の内サイト)

概要：スタートアップ・アドバイザーの統括の下で、十分な市場調査・技術動向調査に裏付けられたビジネスプランの作成等の起業準備を行う。創業後には、産総研の職を離れ、企業経営を担う。

ベンチャー支援室 (Office of business development)

(丸の内サイト)

概要：ベンチャー支援室は、研究者からのベンチャー起業提案に対して、関連部門と連携して創業のためのオーダーメイド・サービスを提供する。インキュベーション・マネージャーの資格を有する職員が、研究者からの創業に関する各種の相談に応じるほか、法務・財務等の専門家である「ビジネス化支援スタッフ」を配置して、相談を受け付けている。また、会社の設立にあたって、設立事務の支援を行う。産総研外部を対象とした「ベンチャー支援任用制度」の公募に関する事務を行う。さらに、創業後の支援のために、産総研の支援を受けることができる「産総研技術移転ベンチャー」等の審査と支援に関する事務を行う。

ベンチャー戦略研究室

(Research office for business and innovation)

(丸の内サイト)

概要：ベンチャー戦略研究室は、「スタートアップ開発戦略タスクフォース」が行うハイテク・スタートアップの創出過程を継続的に調査し、課題を抽出するとともに、国内外の事例を収集・分析し、ハイテク・スタートアップ創出の一般モデルの構築を目指す。

開発戦略企画室

(Planning office of business and innovation)

(丸の内サイト)

概要：ベンチャー開発戦略研究センターの活動計画を企画立案するとともに、産総研内外との調整を行う。また、センターの使用する予算の管理を行うとともに、産総研の内部を対象とした「ベンチャー創出・支援研究事

業」(H16年度まで実施した「ライセンス型共同研究(ベンチャー支援)」を発展的に継承した事業)の公募に関する事務など、スタートアップ開発戦略タスクフォースの運営管理に関する事務を行う。また、産総研のベンチャー創出プラットフォーム化に向けて、産総研の組織改革や制度改革を推進するとともに、産総研内部の人材育成や意識改革を図るために、ベンチャー創出に関する職員向け研修やセミナーの企画・運営を行う。さらに、成果の発信のための広報活動を行う。

業務報告データ

○スタートアップ開発戦略タスクフォース

ライセンス型共同研究

新規採択 6件 (応募数は28件)

継続案件 6件

スタートアップ・アドバイザー発掘型

新規採択 3件 (候補は9件)

継続案件 10件

ベンチャー支援任用

新規採択 1件 (応募数は12件)

継続案件 4件

○ベンチャー支援室が受けた創業関連相談件数

45件

○会社設立事務の支援実施数

13件

○産総研発ベンチャー企業数

新規16社 (累計51社)

・うち、スタートアップ開発戦略タスクフォース発ベンチャー企業数

新規8社 (累計16社)

内訳 新規創業8社 (累計10社)

新規共同研究0社 (累計6社)

○産総研が支援する「産総研技術移転ベンチャー」等の企業数

新規23社 (累計50社)

○研修

研究者のための集中研修 (1泊2日)

参加人数：25名

研究者のためのアラカルト研修 (2時間)

5回実施

参加人数：74名

新規採用職員のための研修 (2時間)

1回実施

参加人数：74名

○一般公開イベントの開催

第3回シンポジウム

平成16年12月1日開催

参加者数：270名

タスクフォース成果報告会

平成17年1月27日開催

参加者数：127名

○広報誌

2号発行（7月、1月）

発行部数：各15,000部

○展示会・見本市への出展

9イベント（うち海外1イベント）

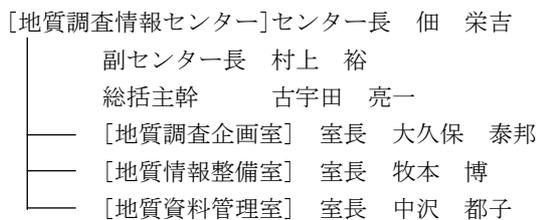
(11) 地質調査情報センター  
(Geoinformation Center)

所在地：つくば中央第7

人員：26名（10名）

概要：地質調査情報センターは、産業技術総合研究所内の地球科学に関連する研究部門・センター、広報部・地質標本館等との密接な連携のもとに、地質・地球科学の調査・研究に関する企画・立案と、信頼性の高い、公正な情報を国民に提供している。また、国土の利用、地震・火山等の災害対策、資源の確保、環境問題などへの対応に効果的に使われるべき公共財として、地質情報の活用の利便性向上を図っている。

機構図（2005/3/31現在）



地質調査企画室

(Geological Survey Planning and Coordinating Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報の整備・統合・発信、および法制化・標準化・国際関係・産学官連携に関する業務において、「地質の調査」業務に係わる研究部門・センター・地質標本館等と連携し、関係ユニット間の連絡会議・各種推進部会・委員会の運営を行い、調整・企画立案を行うとともに、関連する外部の委員会や機関・団体への対外窓口の役割を果たした。これにより、産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化し、関係方面のニーズの把握と成果発信によるフィードバックを行った。

2004年10月23日の新潟県中越地震においては、緊急対

策室を組織し、関係ユニットと連携して緊急調査を実施し、迅速な情報の収集・発信を行い、復旧対策に貢献した。

また、地質の調査等に係わるさまざまな国際共同研究や国際協力活動を関連ユニットや外部機関と連携してとりまとめ、地質調査総合センターの対外的窓口の役割を果たした。具体的には、CCOP（東・東南アジア沿岸・沿海地球科学計画調整委員会）、ICOGS（国際地質調査所会議）、総合国際深海掘削計画（IODP）、国際地球科学連合（IUGS）等の多国間国際組織への国の窓口としての参画を行った。

加盟国が順次主催する CCOP の年次総会を産総研が主催し、つくばで開催した。参加国はカンボジア、中国、インドネシア、日本、韓国、マレーシア、パプアニューギニア、フィリピン、タイ、ベトナムの CCOP 加盟国10カ国、およびカナダ、デンマーク、ドイツ、オランダ、ノルウェー、ロシア、スウェーデン、英国、米国、フランスの CCOP 協力国10カ国・6協力機関、合計20カ国であり、参加者は約180名（海外：72名、国内：108名）であった。これにより、日本はアジアにおける地球科学分野の最大のネットワークの要として機能することができた。

IUGS とユネスコが主催する国際惑星地球年（2007 - 2009年）の活動を支援し、日本学術会議と連携して国内実行委員会事務局を産総研に設置した。

2004年12月26日のスマトラ沖地震とそれに伴う津波災害に対して、関係ユニット、海外の地球科学関係機関等と連携をとり、現地調査を行い、またシンポジウム・ワークショップなどを通して災害対策への計画立案に貢献した。

地質情報整備室

(Geoinformation Management Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報整備室は、産総研の「地質の調査」業務に基づく地質・地球科学に関する研究成果の出版及び管理、地質情報の標準化整備及び数値化、並びにこれら研究成果の普及に関する業務を行っている。

研究部門・センターで作成された地質図・地球科学図の編集と出版、研究報告書の編集と出版、数値地質図やデータ集の CD-ROM 出版、及び「地質ニュース」の編集協力を行っている。また、既刊出版物の管理・頒布・払い出しを継続して行っている。

地質情報整備では GIS 標準ほかに基づく標準化を進めており、既刊地質図類のラスターデータ・ベクトルデータ整備を実施している。

地質標本館と協力して地質情報展の開催、地質関連イベントへの参加等の成果普及の活動を行うとともに、地質図類のより一層の利活用促進をめざし、WEB 等を通じて研究成果品の紹介・普及を進めている。

なお、平成16年7月31日まで地質調査推進室（Geological Survey Promotion Office）として、以下の業務も併せて実施した。

「地質の調査」業務に係わる研究部門、研究センター、国際地質協力室、地質標本館等と連携し、関係組織間の連絡会議・各種推進部会・委員会の運営に関するもののほか、関連する外部の委員会や機関・団体への対応窓口として機能している。また、火山噴火や地震など突発的な地質災害が起きたときには緊急対策室を組織し、緊急調査の実施、迅速な情報収集と発信を行う。

地質資料管理室（Geoinformation Services Office）

（つくば中央第7）

概要：地質資料管理室は、地質情報の系統的整備業務

を目的として、地質文献資料の収集・管理・提供、地質文献データベースをはじめとする地質情報メタデータおよびデータベースの整備充実と統合化を組織的に推進した。地形変動測量等関連情報や地質・地球科学に係わる知識・技術・成果をファクトデータベースとして整備・提供することを定常業務として分掌し、地質災害等緊急時の機動的な情報収集・発信に資した。

国内外の多くの機関との文献交換等による地質文献資料を収集し、その管理・提供を行い、日本地質文献データベース（GEOLIS+）と世界地質図データベース（GMAPI）の公開・維持管理を行っている。

また、ますます重要性を深める政府クリアリングハウスや東アジア各国へのメタデータ提供・環境整備を実務として担い、関係国際会議等に尽力した。

## 地質調査

### ① 地球科学図

本年度の各種地質図類の発行は、20万分の1地質図幅4件、5万分の1地質図幅14件、火山地質図2件、重力図1件、地球化学図1件、鉱物資源図1件、水文環境図3件、数値地質図6件である。本年度より数値地質図として燃料資源関連及び地震・活断層関連の2シリーズの刊行を開始した。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
	図類・冊子		
20万分の1地質図幅	4・0	2,000	豊橋及び伊良湖岬、開聞岳、甌島及び黒島、一関
5万分の1地質図幅	14・13	各 1,500	宮下、須原、八甲田山、木更津、綾里、開聞岳、生野、富津、豊後杵築、砥用、木次、十和田、京都西南部、仙崎
火山地質図	2・0	2,000	No.12 三宅島火山、No.13 岩手火山
重力図	1・0	1,100	No.22 屋久島地域重力図
（単独）	0・1	1,100	日本の地球化学図
鉱物資源図	1・0	1,500	No.7 南西諸島
水文環境図	CD-ROM 3	1,000	No.2 秋田平野、No.3 関東平野、No.4 濃尾平野
数値地質図 （CD-ROM版）	CD-ROM 1	1,000	G-2 東・東南アジアの数値地質図 200万分の1 第2版
	CD-ROM 1	1,000	G20-5 20万分の1数値地質図幅幅 北陸、中部及び近畿
	CD-ROM 1	1,000	G20-6 20万分の1数値地質図幅集 中国東部、中国中部及び四国
	CD-ROM 1	1,000	G20-7 20万分の1数値地質図幅集 中国西部、九州及び南西諸島
	CD-ROM 1	1,000	FR-1 燃料資源地質図「三陸沖」
	CD-ROM 1	1,000	EQ-1 北海道太平洋岸の津波浸水履歴図

### ② 地球科学研究報告

本年度の研究報告書は、地質調査研究報告が55-1/2号～55-11/12号6件、活断層・古地震研究報告（2004年）1件、地質調査総合センター速報2件である。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
地質調査研究報告	6	各 1,650	Vol.55 No.1/2～Vol.55 No.11/12
活断層・古地震研究報告	1	1,800	活断層・古地震研究報告（2004年）
地質調査総合センター速報	2	350 270	No.32 産総研地質標本館収蔵 日本産変成岩標本カタログ
			No.33 千島弧－東北日本弧会合部の海洋地質学的研究 平成16年度研究概要報告書－根室沖・日高沖海域－
地質ニュース	12	各 3,000	No.596～607（地質調査総合センター編集、㈱実業公報社発行 1,180部買い上げ）

研究関連業務

③ 刊行物販売状況

研究成果普及品のうち「地質の調査」に係るものは、「研究成果普及品有料頒布要領（13要領第2号）」、「地球科学図及び地球科学データ集の有料頒布管理基準（第75000-20010401-3号）」及び「地球科学図及び地球科学データ集のコンピュータ複製品の有料頒布管理基準（第75000-20010401-4号）」により、地質調査情報センターが有料頒布業務を遂行することになっており、平成16年度は下記のように有料頒布を実施し、収入を得た。

○平成16年度研究成果普及品頒布収入 15,860,868円

内 訳	頒布部数	頒布金額
委託販売収入（4社合計）	8,355	13,215,565
直接販売収入（標本館）	2,984	1,532,723
直接販売収入（オン・デマンド）	786	1,112,580
合 計	12,125	15,860,868

○平成16年度シリーズ別 頒布部数トップ5

シリーズ名	頒布部数
5万分の1地質図幅	4,415
数値地質図	1,321
20万分の1地質図幅	1,320
火山地質図	365
単独	213

○平成16年度出版物別 頒布部数トップ10

シリーズ名	出版物名	頒布部数
数値地質図	20万分の1地質図幅集（画像）	229
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「北海道南部」	152
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「関東甲信越及び伊豆小笠原諸島」	148
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「北海道北部」	141
数値地質図	100万分の1日本地質図 第3版	134
5万分の1地質図幅	仙 台	127
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「東北」	125
5万分の1地質図幅	水 口	110
5万分の1地質図幅	粉 河	104
5万分の1地質図幅	高砂、戸隠	各 90

④ 文献交換

「地質の調査」に係わる研究成果物をもとに、国内外の「地質の調査」に関係する機関と文献交換を行い、地質文献資料の網羅的収集に努めている。さらに、収集資料の明確化と広範囲の利用者の利便性を考慮して、地質文献データベースを構築し、インターネット等で公開を行っている。

国内外交換先

	計	JAPAN	EUROPE	ASIA	AFRICA	U.S.A.	CANADA & C. AMERICA	SOUTH AMERICA	OCEANIA
国 数	157	1	41	35	44	1	12	12	11
機関数	1339	597	267	179	69	97	38	52	40

交換文献内訳

	計	地質調査研究報告	その他報告類	地域地質研究報告 （万地質図幅）	その他図幅	CD-ROM
件 数	31	7	0	9	7	8
所外送付部数	7,696	3,805	0	1,398	1,146	1,347
国外送付部数	9,867	4,008	0	2,284	1,779	1,796

## ⑤ 文献情報活動

文献交換等で収集した地質文献資料の効率的・効率的な利用をめざして、地質文献データベースを構築している。GEOLIS（日本地質文献データベース）は J-MAPI（日本地質図索引図データベース）と統合入力システムを完成させ、データ入力の迅速化を図ると共に、検索の完全統合化をし、GEOLIS+として web 公開を行った。G-MAPI（世界地質図索引図データベース）も GEOLIS+と同様の検索方法を完成させ web 公開を行った。データ数は251,106件（内位置情報データは9,494件）、Web 公開で年間785,600件のアクセス数がある。G-MAPI はデータ数13,887件で、Web 公開での年間アクセス数は28,625件となっている。

## 受 入

	単行本（冊）	雑誌（冊）	地図類（枚）	研究資料集・ 受託研究資料	電子媒体資料 （個）
購 入	284	147	104	0	12
寄贈・交換	187	4,557	1,226	12	59
計	471	4,704	1,330	12	71

製本・修理（冊） 907

## 地質文献データベース

	採録数	登録数	アクセス件数
GEOLIS	27,397	251,106	785,600
G-MAPI	2,091	13,887	28,625

## 閲覧・貸出など情報提供

所外閲覧者	入館者 (括弧内外国人)	閲覧件数	貸出件数	返却件数
200	5,844(76)	11,518	3,027	2,581

## 地質文献複写外部委託

件数（件）	通常コピー（枚）	カラーコピー（枚）
2,539	21,162	416

## ⑥ メタデータ・データベース

「地質の調査」の成果を一般に普及し、より高度な利活用をはかると共に、研究活動の一層の効率化を促進させるため、研究で用いた様々なデータや成果を利用可能なデータベース化し、又、その検索を高度で効率良く実行するためのメタデータを作成する。地質図・地球科学図は「地質の調査」による成果のうちで最も一般的で普及が必要であり、その利活用のために数値化が進められており、政府の「地理情報システム関係省庁連絡会議」と「GIS アクションプログラム2002-2005」でも主要課題として取り上げられ、電子政府クリアリングハウスで運用している。又、国内の物理探査調査研究活動についてのまとめも公表した。

メタデータ整備業務では、平成12年10月の地理情報システム関係省庁連絡会議関連 WG の決定を受けた標準フォーマット（JMP 第1版）に合わせて、地質図等の地球科学図類のメタデータを修正も含めて日本語43件、英語21件整備した。また、平成16年3月に改訂された JMP 第2版に基づくメタデータを日本語のみ869件整備した。電子政府の地理情報クリアリングハウスのノードサーバーの運用を担当して Web 公開している。

データベース整備業務では、地質情報整備部会を核として RIO-DB 構築支援等を積極的に行った。

地質図類ベクトル数値化整備業務では、1/20万北陸、中部及び近畿地域（15図幅）、中国東部、中国中部及び四国地域（13図幅）、中国西部、九州及び南西諸島地域（13図幅）の数値地質図のデータ編集を行った。1/20万数値地質図シームレス編集の準備として、数値化済みデータのうち北陸～四国地域の成果を Web 公開し、九州及び南西諸島地域（全13図幅）のデータの再編集を行った。1/5万地質図幅7図幅及び構造図類7件をベクトル数値化し、データの校正・編集を行った。2004年新潟県中越地震発生に際しては、震源域周辺の1/5万地質図幅「須原」の一部を数値化し、数値化済みデータ（長岡、小千谷、十日町）と合わせて統一凡例を基に再編集し、シームレス数値地質図として速やかに公開した。

物理探査調査研究活動データベースでは、アンケート等による収集を行い、新規データ549件の追加登録と検索

機能の高度化を図った。既存分を合わせて8,083件を整備し、旧冊子10巻分の pdf 画像を含め、Web による閲覧が可能となった。

平成16年度地質図・地球科学図データベース及びメタデータ整備

1. 地質図・地球科学図データベース整備 (件数)	
地質図類数値化作成数	41
1/20万地質図 シームレス化準備枚数	13
1/5万地質図及び構造図類数値化数	14
1/5万中越魚沼地域の5万分の1数値地質図	1
2. メタデータ整備 (件数)	
地質図・地球科学図メタデータ登録数-JMP1版	2,909
同 上 登録数-JMP2版	869
物理探査調査研究一覽登録数	7,576

(12) 計量標準管理センター  
(Metrology Management Center)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3-9  
人員：29名 (18名)

概要：計量標準は円滑な国際通商を実現するため不可欠であり、さらに産業技術や研究開発の技術基盤であるとともに、環境・安全を評価するための技術基盤を与えるなど、国民の生活に密着したものである。

社会に必要とされる計量標準を的確に把握してその整備・普及の方向性を見出し、標準の供給を的確に行うとともに、計量標準に係わる活動の成果を社会に広く普及していく役割を担っている。

機構図 (2005/3/31現在)

[計量標準管理センター]

センター長 中野 英俊  
総括主幹 滝田 哲雄 他2名

[計量標準計画室]

室長 井原 俊英 他7(4)名

[標準供給保証室]

室長 小池 昌義 (併) 他13(11)名 (内4名は併任)

[国際計量室]

室長 岡路 正博 他15(8)名 (内2名は併任)

[計量研修センター]

センター長 秦 勝一郎他9(5)名 (内3名は併任)

計量標準計画室 (Metrology Planning Office)

(つくば中央第3-9)

概要：計量標準の開発や供給を欧米先進国並に充実させるため、研究実施部門と密接に連携して、計量標準整備計画の策定、維持、改善を図るとともに、講演会や成果発表会などの開催、報告書・モノグラフの発行などを通して、新しい計量標準に関する研究成果の発信を行っている。

また、計量標準に係る活動内容や研究成果などを広く普及させるため、ホームページ、ビデオ、展示会、パンフレット等、様々な形態の広報活動の企画・運営を行っている。

標準供給保証室 (Metrology Quality Office)

(つくば中央第3-9)

概要：産総研の成果である多岐にわたる計測標準の供給事務 (申請書受付、証明書発行など) を一元的に行うとともに、その信頼性を保証するために必要な ISO/IEC17025、ガイド34に基づいた品質システムの支援業務を行う。

標準供給業務としては、次のものがある。

- ・ 特定計量器の検定、比較検査、基準器検査
- ・ 特定計量器の型式承認試験
- ・ 特定二次標準器の校正
- ・ 特定副標準器の校正
- ・ 技能試験参照値の付与
- ・ 研究成果品および認証標準物質の頒布
- ・ その他計量に係わる試験・校正サービス

国際計量室

(International Metrology Cooperation Office)

(つくば中央第3-9)

概要：計量標準・法定計量に関わる国際戦略策定の取りまとめ。国際メートル条約、及び国際法定計量条約に関係する各種国際会議・委員会・作業委員会 (国際度量衡総会、国際法定計量会議等) への対応。国際相互承認 (CIPM-MRA、OIML-MAA) への対応。計測標準研究部門が参加する国際比較等の支援・管理。二国間 MoUに基づく国際活動の取りまとめ。途上国支援のための JICA プロジェクト等の管理。途上国向け技術研修コースの運営。国際事務局 (APMP及びAPLMF) の支援などを実施している。

## 計量研修センター (Metrology Training Center)

(つくば中央第1)

概要：計量研修センターは、都道府県・特定市の計量行政公務員の研修及び民間の計量技術者に対して、一般計量士、環境計量士の資格付与などのため、一般計量関係及び環境計量関係の教習を企画・実施する研修機関である。前身は、1952年に当時の通商産業省傘下に創設された計量教習所で、2001年に独立行政法人化し、産総研に合流した。

年間約800人の研修生を迎えて一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習、短期計量教習、環境計量教習（濃度関係）、環境計量教習（騒音・振動関係）、及び地方公務員のための特別教習などの教習を企画し実施している。また、計量標準に係わる校正事業者認定制度の品質システム審査員研修、技術者研修などを実施している。

-----  
業務報告データは、計量標準総合センターの業務報告データに記載。

## (13) 技術情報部門

(Technology Information Department)

-----  
所在地：つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西、東京本部、丸の内オフィス

人員：29名（16名）

概要：技術情報部門は、経済産業省や NEDO 等の外部機関と連携をとりつつ、研究機関、産業界、学協会、行政等から産業技術の研究開発動向に関する情報を収集、分析し、その結果に基づいて研究開発や技術政策の方向性に資する情報の提供を主な業務としている。また、産総研を最適に運営するためのマネジメントや組織の評価に関する調査・分析、政策上重要な課題の調査、研究情報に関するサービスの提供を行うとともに、産総研の研究能力を最大限に発揮するため、各研究ユニットの研究活動に関する技術動向調査や識者の意見を収集して関係部署へ提供する。

-----  
機構図（2005/3/31現在）

[技術情報部門]	部門長	富士原 寛	
	審議役	築根 秀男	
	総括主幹	藤田 茂	
[技術情報室]	室長	高橋 千晴	他
[技術政策調査室]	室長	大井 健太	他
[研究経営調査室]	室長	内藤 耕	他
[図書業務室]	室長	岸 克司	他
[情報基盤整備室]	室長	濱崎 陽一	他

## 技術情報室

(Office of Technology Information)

(つくば中央第2、東京本部)

概要：産総研における重点研究分野に焦点を当てた調査を中心とし、分野別研究開発の活動支援（研究コーディネーター付）および研究運営に関する調査を行うとともに、部門における調査結果の発信、その他の業務を行う。

## 技術政策調査室 (Office of Technology Policy Study)

(つくば中央第2)

概要：産総研における分野横断的視点からの調査を中心とし、研究評価の方法論、研究マネジメント手法、技術政策動向、並びに産業界・大学・公的研究機関の技術経営動向と組織に関する調査を行う。

## 研究経営調査室

(Office of Research Management Study)

(東京本部)

概要：研究開発成果を効率的に社会に還元していくための方法論である第2種基礎研究や本格研究について産総研をフィールドに体系的調査を実施するとともに、技術革新型の国内外企業での取り組み状況について調査を行う。

## 図書業務室 (Library)

(つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西、)

概要：研究活動を行うに不可欠な情報源である学術雑誌の収集・管理、文献情報の提供、各図書室の運営、各図書室からの図書情報の一元管理を行う。オンラインジャーナルによるサービスの提供、文献データベースの利用促進並びに所蔵データの整理・統一を推進する。

## 情報基盤整備室 (Research Database Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果、研究人材、知的基盤に関連する情報をデータベース化して公開する。産総研を取り巻く状況に関する情報収集とデータベース化を行い、他のデータベースと連携して情報基盤を整備する。

16年度調査実績及び活動報告

題 目	所 属	概 要
産総研ランチョン・セミナー	技術情報室	産総研の強みは、多様なバックグラウンドを有する研究者が一つの研究所で働いていることである。その強みを最大限に生かすために、複数の研究分野の研究者が交流し意見交換できる機会として、本セミナーを開催した。
技術情報部門のニュースレター“AIST TECHNO INFO”の発行	技術情報室	技術情報部門の広報誌として、産総研内の研究管理、組織運営に携わっている人を対象に、技術開発の最前線、各府省の技術政策、シンポジウムなどのスケジュール、研究所の運営に関する話題などを提供した。
技術情報部門 Techno Info Topics の発行	技術情報室	産総研の研究・運営に関連のある外部情報を定常的に収集・選択・要約し、産総研内部に提供する、技術情報部門 Techno Info Topics の発行（試行版）を行った。
技術情報レファレンス	技術情報室	産総研は広範囲の産業技術を研究領域としてカバーしており、産総研を取り巻く状況に関する情報を収集・整理・データベース化し、部門内外に提供した。
分野別技術調査研究	技術情報室	ライフサイエンス、情報通信、ナノテク・材料・製造、環境・エネルギー、社会基盤（地質）・海洋、社会基盤（標準）の6分野について、研究コーディネータ主催の分野連絡会の開催事務局をつとめ、情報提供と議事録作成、分野戦略の策定を行うとともに、分野の研究動向及び調査ニーズを把握し、分野の調査活動に寄与した。
企業連携研究調査	技術情報室	産総研で企業との連携研究を行っている研究代表者に対してアンケート調査を行い、連携研究の現状（連携研究の考え方、提供研究費の決定基準、知財の取り扱い、研究者の産総研に対する要望等）を把握し、分析することにより課題を抽出し、企業との連携強化に必要な対応策等を検討した。
人材育成調査	技術情報室	産総研の若手育成型任期付研究員は、任期中にまとまった業績をあげるとともに、研究の幅を広げるなど自らの研究能力を向上されることが望まれる。そこで、若手育成型任期付研究員を取り巻く研究環境の実態を調査し、その問題点を抽出し、改善策を提案した。
発表文献から見た産総研の連携度調査	技術情報室	産総研における研究分野間または分野内の研究連携に関する実態調査およびその核となる人物の抽出を行うことを目的とした。
産業技術総合研究所におけるアウトカム事例調査(2)	技術政策調査室	研究開発成果の有効性についての議論の高まりとともに、産業や社会など外部に対する貢献を問う「アウトカム」的視点が重要になってきている。本報告書では、産総研の前身、旧工業技術院時代に行われた研究プロジェクトの中から、現在でもアウトカムが見られる典型例（3事例：「ライフサイクルアセスメント（LCA）」、「地質図幅」、「シリコン半導体」）について詳細に調査し、研究開発におけるアウトカムの特徴を把握するとともに評価指標策定のための基礎資料として整えた。
アウトカムの視点からの研究評価に関する海外実情調査	技術政策調査室	本調査は、アウトカム視点からの評価について、先行していると考えられる欧米の公的研究機関における評価の現状を調査し、産総研における評価システム構築に資することを意図した。ミッションや国別バランスを考慮して情報の収集・分析をおこない、評価の現状を把握し、研究機関によってその評価方法の差異の要因を明らかにすることにより、実際のアウトカム視点からの評価システムの導入に資することを目的とした。
特許を活用したアウトカム追跡手法に関する調査(1) －特許活用マニュアル－	技術政策調査室	本マニュアルでは、まず、研究開発のアウトカムを追跡するための特許情報の利用方法を解説する。具体的には、特許庁の提供する特許電子図書館（IPDL）のサービスの利用方法を紹介し、さらに、産総研の研究開発を事例として、アウトカム追跡のための特許マップ作成と知財系譜図の作成方法について解説した。
特許を活用したアウトカム追跡手法に関する調査(2) －血圧降下飲料－	技術政策調査室	本調査では、産総研と共同研究を行っている民間企業を抽出し、当該企業が共同研究等の成果をどのような形で活用しているのかといったアウトカムの予兆となる事実を追跡することで、産総研が当該テーマに果たしてきた役割を分析し、今後の研究開発の方向性を見定めるための事例調査を実施した。
特許を活用したアウトカム追跡手法に関する調査(3) －骨補てん材料－	技術政策調査室	本調査では、産総研と共同研究を行った民間企業を抽出し、特許出願等の活動経過から産総研との共同研究成果がどのように利用され、新規事業の創出や製品開発に結びついたのかに関して調査を実施した。また、産総研が当該企業との関わりを通じて、当該分野の製品技術の発展に果たした役割を分析し、アウトカムの予兆となる事実の追跡を行った。

題 目	所 属	概 要
研究開発アウトカムの経済的インパクトに関する調査 －特定フロン代替フッ素化合物－ －曝露リスク評価大気拡散モデル (AIST-ADMER) － －ナノ計測－	技術政策調査室	産総研の3つのミッションとの関連が強い既存研究テーマの中から、研究開発成果が製品化等の経済的貢献に結びついている事例として「特定フロン代替フッ素化合物」(先端的研究)、「曝露リスク評価大気拡散モデル AIST-ADMER」(長期的政策推進のための研究)、「ナノ計測」(科学基盤研究)を選定し、個別研究テーマについて研究開発に投入された費用とその経済的インパクトの試算を行い、経済的インパクトの範囲を考慮した5つの「費用対経済的インパクト」指標を算出した。さらに、代表的研究テーマについて実際に経済的インパクトを試算した経緯をふまえ、経済的インパクト算出のための産総研内の研究開発評価に用いる際の考え方の方向性を明確にした。
海外の公的研究機関の企業連携に関する調査研究 －北米およびアジアの公的研究機関の事例－	技術政策調査室	研究開発機能に特化している産総研が、第2期中期計画に明示されているように今後中核的なイノベーション・ハブ機関としてのプレゼンスを一層高めるためには、産総研の研究開発成果の主要な直接的顧客である企業群(研究開発機能に加え事業部門(市場ニーズの把握、製品開発・製造、販売の機能を備える)を持つ)とのより緊密かつ有効な連携を構築することが重要であろうと考えられる。本報告書は、このような観点から昨年度のEU 諸国の公的研究機関の企業連携に関する調査に引き続いて行った北米およびアジアの公的研究機関における同様の調査の結果に、2年にわたる調査のまとめと簡単な分析結果やそれに基づく検討課題を付け加えたものである。
産総研・技術情報セミナー (第10・11回)	技術政策調査室	産学官連携、技術評価、プロジェクトマネジメントといった、研究関連の最新動向などについて、企業の経営者や大学の教員などの講師を招き、産総研職員への情報提供をセミナー方式で年3回程度を不定期に開催。同時に AIST 外の聴講者にも開放し、質疑応答の時間を利用して、相互に意見交換を進めた。
内部討論会	研究経営調査室	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本格研究の第1種基礎研究ワークショップ</li> <li>・研究戦略ワークショップ</li> <li>・「材料の学」勉強会</li> <li>・CO<sub>2</sub>回収・隔離技術ワーキンググループ</li> <li>・研究経営セミナー</li> </ul>
シンポジウム	研究経営調査室	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ルネサンス半導体シンポジウム</li> <li>・ルネサンス国際シンポジウム</li> <li>・第1回 CTO ポリシー・フォーラム</li> <li>・第2回 CTO ポリシー・フォーラム</li> <li>・科学技術人材のキャリアパスシンポジウム</li> <li>・ナノテクノロジーと社会シンポジウム</li> <li>・「材料の学」シンポジウム</li> </ul>
外部討論会	研究経営調査室	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「情報の学」討論会</li> <li>・「情報の学」ワークショップ</li> <li>・ナノテクと社会討論会</li> <li>・ルネサンスプロジェクト オープンセミナー</li> <li>・ノンアカデミックキャリアパス 国内ワークショップ</li> <li>・ノンアカデミックキャリアパス 国際ワークショップ</li> </ul>
委員会等開催	研究経営調査室	<ul style="list-style-type: none"> <li>・理事長賞(本格研究)表彰委員会</li> <li>・産総研憲章起草委員会、意見交換会</li> <li>・ルネサンスプロジェクト企画委員会</li> <li>・ノンアカデミックキャリアパス推進委員会</li> </ul>
書籍等	研究経営調査室	『「産業科学技術」の哲学』(東京大学出版会)
ナノテクノロジーリスク調査	研究経営調査室	ナノテクノロジーの飛躍的な技術革新にもなっており、新技術が与える社会への影響に関する議論が欧米を中心に高まってきている。社会、経済、倫理、法律的側面からナノテクのリスクとベネフィットの最新情報をレビューして資料を整備するとともに、研究体制のあり方や課題設定に向けた提言をまとめた。
CO <sub>2</sub> 削減調査	研究経営調査室	産総研内における CO <sub>2</sub> 回収・隔離技術研究のより戦略的・効率的な推進を企図し、全体としての整合性を図ることを目的として、環境・エネルギー分野内で CO <sub>2</sub> 回収・隔離技術検討ワーキンググループを設立した。

研究関連業務

題 目	所 属	概 要
技術革新型企業創生プロジェクトールネッサンスプロジェクトー	研究経営調査室	「わが国の産業競争力強化のためのイノベーションシステムはどうあるべきか」…ルネッサンスプロジェクトでは産学官の国際的な連携の下で、日本企業におけるイノベーションの実態を明らかにし、競争力を獲得・強化するための新たな技術経営モデルを提起していくために、企業を中心とするイノベーションシステムの本質に係る調査研究を行った。
研究者のノンアカデミックキャリアパス	研究経営調査室	本研究は、日本における研究開発システム運営の専門家育成方策の遅れを是正し、キャリアパスを確立するために、諸外国におけるノンアカデミック・キャリアパスの実態および育成方法を参考にしつつ、実践的な方策を提言することを目的として実施された。
研究成果発表データベース	情報基盤整備室	論文、学会発表などの研究成果発表の情報を登録する研究成果発表データベースの運用とデータ管理を引き続き行うと共に、本年度は異動に伴う承認者の初期化機能追加や口頭発表入力方法の改善などのシステム改良を行った。 個人評価システムと連携して研究業績リストを提供し、研究者データベースと連携して研究内容による人材の検索機能を提供する等、情報基盤として活用されており、研究者の事務負担軽減や業務効率化をもたらしている。 また、インターネットにも公開しており、情報の定期的な更新を行った。英語版、日本語版の両方を提供することで、国内外への研究活動広報にも役立っている。
研究者データベース	情報基盤整備室	研究内容から検索する機能を有し、「このようなことをやっている研究者が産総研に居るか？居るとすれば誰か？」という問合せに応えることのできるユニークな研究者データベースの構築を昨年度に引き続き行い所内での運用を開始した。 インターネット上に公開するシステムについては、17年度初頭に運用を開始する。
研究情報公開データベース (RIO-DB)	情報基盤整備室	研究の過程で蓄積される計測データ、実験データ、文献情報などのファクトデータをデータベース化し、知的基盤としてインターネット上に公開している。前年度に引き続き TACC と連携してデータベース構築を推進するための技術的助言、管理などを行った。本年度は新規課題11件の構築に着手するなど構築に努めた結果、産総研発足当時と比べて年間アクセス総数で2.5倍増（1200万→3100万）、データベース数で7割増（46→77）となった。

## 産業技術総合研究所

## 1) 図書

## 蔵書

平成16年度末

センター・事業所	区分	単行本				雑誌				
		16年度受入数(冊)			総蔵書数 (冊)	16年度受入数(種類)			製本冊数 (冊)	総蔵書数 (冊)
		購入	寄贈	計		購入	寄贈	計		
北海道センター	外国	0	7	7	1,252	171	160	331	171	14,175
	国内	4	16	20	3,870	71	265	336	271	5,730
	計	4	23	27	5,122	242	425	667	442	19,905
東北センター	外国	0	0	0	429	276	0	276	276	5,471
	国内	0	85	85	1,858	50	0	50	50	1,722
	計	0	85	85	2,287	326	0	326	326	7,193
つくばセンター										
第2事業所	外国	56	3	59	66,591	2,019	29	2,048	1,747	47,283
	国内	8	3	11	67,936	154	48	202	157	12,667
	計	64	6	70	134,527	2,173	77	2,250	1,904	59,950
第3事業所	外国	1	1	2	2,674	168	0	168	124	9,229
	国内	0	71	71	4,320	76	25	101	101	3,892
	計	1	72	73	6,994	244	25	269	225	13,121
第5事業所	外国	142	13	155	23,556	1,151	0	1,151	1,148	55,699
	国内	35	69	104	15,251	27	6	33	25	15,845
	計	177	82	259	38,807	1,178	6	1,184	1,173	71,544
第6事業所	外国	38	25	63	7,454	1,094	18	1,112	1,109	30,310
	国内	19	38	57	9,680	33	0	33	33	11,369
	計	57	63	120	17,134	1,127	18	1,145	1,142	41,679
第7事業所	外国	23	0	23	17,214	820	0	820	585	47,542
	国内	0	0	0	13,585	138	0	138	72	18,691
	計	23	0	23	30,799	958	0	958	657	66,233
東事業所	外国	116	1	117	14,897	619	0	619	722	39,652
	国内	0	9	9	12,633	233	0	233	330	8,222
	計	116	10	126	27,530	852	0	852	1,052	47,874
西事業所	外国	6	1	7	7,959	452	1	453	453	28,717
	国内	3	3	6	8,909	116	39	155	155	8,408
	計	9	4	13	16,868	568	40	608	608	37,125
中部センター	外国	32	0	32	7,046	680	57	737	737	46,310
	国内	62	2	64	9,700	164	87	251	251	11,485
	計	94	2	96	16,746	844	144	988	988	57,795
関西センター *	外国	34	0	34	9,193	626	0	626	626	39,583
	国内	9	8	17	7,739	53	62	115	115	9,871
	計	43	8	51	16,932	679	62	741	741	49,454
中国センター	外国	0	0	0	1,557	188	21	209	209	10,192
	国内	9	8	17	3,452	78	5	83	83	2,577
	計	9	8	17	5,009	266	26	292	292	12,769
四国センター	外国	0	0	0	1,432	168	0	168	168	6,363
	国内	2	0	2	2,755	170	1	171	171	3,227
	計	2	0	2	4,187	338	1	339	339	9,590
九州センター	外国	15	2	17	2,801	403	0	403	403	14,723
	国内	125	0	125	5,343	298	0	298	298	13,494
	計	140	2	142	8,144	701	0	701	701	28,217
産総研 合計	外国	463	53	516	164,055	8,835	286	9,121	8,478	395,249
	国内	276	312	588	167,031	1,661	538	2,199	2,112	127,200
	合計	739	365	1,104	331,086	10,496	824	11,320	10,590	522,449

\* 関西センターには尼崎事業所、大手前及び扇町サイトの蔵書の一部も含む。

(14) 産学官連携部門 (Collaboration Department)

所在地：つくば中央第2

人員：141名 (65名)

概要：産総研の使命は、産業界、大学、地域経済社会とのイコールドパートナーシップのもと、互いの研究ポテンシャルを融合・発展させ、新しい産業を生み出すことにある。この使命を実現するため、産学官連携部門ではつくば本部において産学官連携の円滑な推進に資する企画・立案・制度の効率的運用に努めるほか、全国9研究拠点に産学官連携センターを設置し、産学官連携コーディネータ等が地域経済社会ニーズを的確に把握することで産学官連携の橋渡しを行ってきている。また、平成16年7月には、産総研の知財戦略の本格的推進を図るため知的財産部を知的財産部門として独立させるとともに、成果普及部門に所属していた工業標準部を組み入れ、産学官の連携により標準化活動を効率よく行うことを目指した。

機構図 (2005/3/31現在)

[産学官連携部門]

部門長 小川 高志  
次長 杉山 佳延  
審議役 藤木 昌彦  
総括主幹 武内 鼓、花田 康行

[企業・大学連携室] 室長 新保 外志夫  
[地域連携室] 室長 上原 斎  
[連携業務第一室] 室長 小林 昭彦  
総括主幹 田崎 英弘  
[連携業務第二室] 室長 柳澤 剛  
[工業標準部] 部長 江藤 学  
[工業標準企画室] 室長 高橋 潔  
[工業標準整備室] 室長 釜土 祐一

[地域産学官連携センター]  
[北海道産学官連携センター]  
センター長 吉田 忠 (兼)  
総括主幹 小貫 秀治  
総括主幹 菅野 寿津夫  
[東北産学官連携センター]  
センター長 加藤 碩一 (兼)  
[つくば産学官連携センター]  
センター長 小川 高志 (兼)  
[臨海副都心産学官連携センター]  
センター長 曾我 直弘 (兼)  
[中部産学官連携センター]  
センター長 筒井 康賢 (兼)  
総括主幹 浅野 康仲

[関西産学官連携センター]  
センター長 請川 孝治 (兼)  
総括主幹 山田 実  
総括主幹 牧原 正記

[中国産学官連携センター]  
センター長 矢部 彰 (兼)

[四国産学官連携センター]  
センター長 一條 久夫 (兼)

[九州産学官連携センター]  
センター長 伊ヶ崎 文和 (兼)  
総括主幹 稲員 力

[産学官連携コーディネータ]

[北海道] 太田 英順  
[東北] 板橋 修、鷺見 新一  
[つくば] 宮本 宏、守谷 哲郎、太田 公廣、立山 博、服部 光郎、千阪 文武、齊藤 敬三、宮崎 章、西嶋 昭生、金原 啓司、永井 聡、上原 斎  
[中部] 小田 喜一、芝崎 靖雄、長沼 勝義、藤井 篤、牧野 三則  
[関西] 竹中 啓恭、若林 昇、小黒 啓介  
[中国] 上嶋 英機  
[四国] 米田 理史、榊原 実雄  
[九州] 安田 誠二、安部 英一

企業・大学連携室

(Corporate and Academic Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果に基づいて、企業や大学との連携の推進、すなわち、共同研究、技術移転、人事交流を行い、産業界や科学技術の発展に寄与することを任務としている。専門分野を担当する産学官連携コーディネータの活動を補佐し、共同研究、TLO を介した技術移転活動等、研究ユニットと産業界の橋渡しを行っている。

また、産学官連携活動における大学との連携として、連携大学院制度や共同研究の実施等を通じて、研究・人材交流を行っている。また、中小企業支援研究開発事業では中小企業による産総研技術シーズの製品化を研究支援している。研究成果の移転を目的とした共同研究組織である「連携研究体」や情報交換による研究促進を目的とする研究会である「産総研コンソーシアム」の設立も推進している。これらの連携活動をスムーズに推進するための仕組み作りや、外部機関との各種協力協定の締結等も行っている。

地域連携室 (Regional Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：地域に関連する技術開発について、技術政策の立案や補助金等の技術審査及び各経済産業局が実施する

戦略プロジェクトへの支援等を行っている。また、外部からの技術相談窓口業務を遂行するとともに、産業技術連携推進会議事務局として、産総研と公設試験研究機関との良好な研究開発関連ネットワークの構築、強化を推進している。

さらに、テクノナレッジネットワーク事業によるものづくり基盤技術情報データベースの充実、中小企業支援型研究開発事業による中小企業のシーズとニーズの製品化支援業務を行った。

#### 連携業務第一室 (Collaboration Affairs Office 1)

(つくば中央第2)

概要：産総研における研究成果の普及、技術移転等を図るための共同研究・受託研究等に係る契約業務を行うとともに、外部からの研究資金獲得のための支援を行っている。このほか、他機関との連携を推進するため連携研究体及び産総研コンソーシアム設立支援等の業務を行っている。

#### 連携業務第二室 (Collaboration Affairs Office 2)

(つくば中央第2)

概要：産業界を支える人材の育成、産業技術力向上への貢献等のための外来研究員制度、技術研修制度及び博士研究員制度等に基づく外部人材の受け入れ手続きに関する業務、並びに産総研における人的ポテンシャルを活用した連携大学院制度による学生指導、各種学協会・委員会への委員就任、依頼・受託出張等職員の派遣に関する業務を行っている。

#### 工業標準部 (Industrial Standards Division)

(つくば中央第2)

概要：工業標準部は、産業技術総合研究所の研究ポテンシャルを活用した研究開発を実施することにより、我が国の工業標準化に貢献し、もって我が国産業競争力強化や安心・安全な社会の実現に貢献する各種活動を行っている。これら活動は「産総研工業標準化ポリシー」「産総研・工業標準化戦略」に従って、組織的・戦略的に行っている。工業標準化を目的とした研究開発は、工業標準化研究として実施され、社会ニーズや、行政からの要請を受けて、交付金によって行う「標準基盤研究」、経済産業省からの委託を受けて行う「エネルギー・環境技術標準基盤研究」などの事業として行っている。これら研究開発の成果は、国内標準 (JIS)、国際標準 (ISO、IEC) などの公共財として世の中に出され、社会に貢献する。近年は、国際標準の獲得に向けた取り組みを強化している。

また、工業標準部は、「くらしと JIS センター」を運営・管理し、(独)製品評価技術基盤機構と高齢者・障害者に配慮した標準化のための共同研究の実施を推進

するとともに、「JIS パビリオン」を常設の展示室として運営・管理し、工業標準化の意義、概要などを分かり易く紹介するとともに、産総研の取り組みや社会貢献事例について紹介するなど一般見学者への広報活動を行っている。

#### 工業標準企画室

(Industrial Standards Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：工業標準化研究テーマの発掘・選定、研究開発の進捗管理、成果の普及・管理及び産総研における標準化活動に対する支援に関する業務、くらしと JIS センターの運営・管理を行っている。

#### 工業標準整備室

(Industrial Standards Management Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果の規格化に関する支援業務、工業標準に関する技術専門家 (委員等) の産総研内外への推薦や派遣に関する業務を行っている。

#### [地域産学官連携センター] (Collaboration Centers)

(全国9センター)

概要：全国9研究拠点における産学官連携部門の窓口として地域の産業界・大学・公設研及び経済産業局等との連携活動を推進している。また地域産業技術連携推進会議への協力を行っている。臨海副都心を除く各産学官連携センターに設置された [ものづくり基盤技術支援室] は、技術相談窓口業務、技術情報のデータベース化、公設研ネットワーク他においてものづくり技術の普及を行っている。

#### [産学官連携コーディネータ]

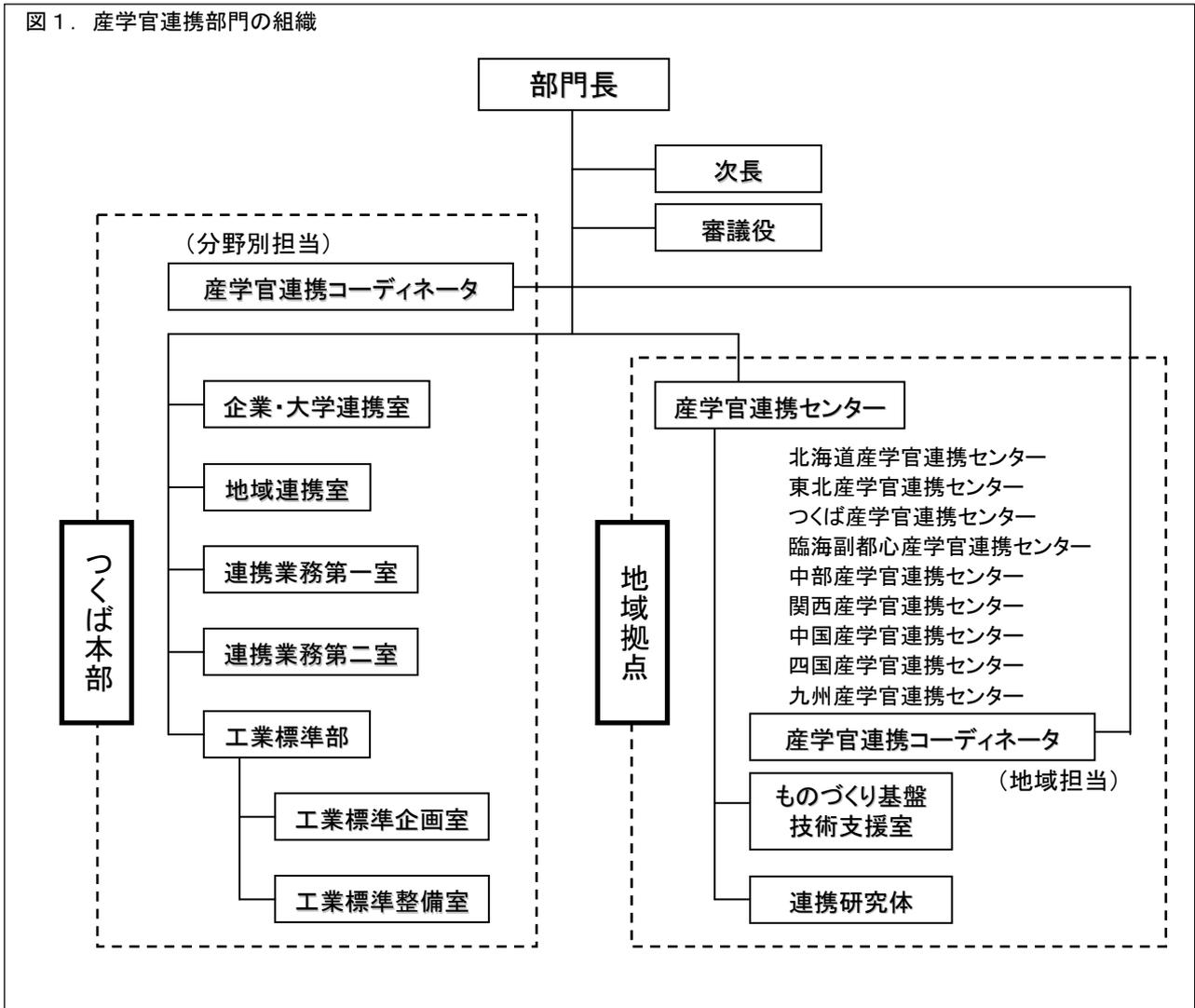
(Collaboration Coordinator)

(つくば中央第2、全国8センター)

概要：臨海副都心を除く全国8地域拠点に配置し、企業や大学等と産総研との連携の橋渡しを行う。主に以下のような役割を果たしている。

- ・企業や大学と産総研との連携プロジェクト (共同研究や受託研究関連業務) の企画・調整・立案
- ・企業等のニーズと産総研の有する技術シーズのマッチング
- ・産総研における研究成果の把握・掘り起こし・権利化の支援 (知的財産部門と協力)
- ・産総研の有する知的財産権の民間への移転・事業化の支援 (産総研イノベーションズと協力)

図1. 産学官連携部門の組織



産業技術総合研究所

1) 共同研究

産総研が他機関と対等な立場で共同して行う研究であり、その種類として持ち帰り型、集中型等がある。平成14年度から新たに資金提供型共同研究制度を導入した。

(共同研究)

共同研究ユニット別件数一覧

平成17年3月31日現在

研究ユニット	設立・廃止日	国大	公大	私大	独立	特殊	公益	企業	国	公設研	その他	計
深部地質環境研究センター	2001.04.01～							3				3
活断層研究センター	2001.04.01～				2		1					3
化学物質リスク管理研究センター	2001.04.01～											0
ライフサイクルアセスメント研究センター	2001.04.01～						1	3				4
パワーエレクトロニクス研究センター	2001.04.01～	3				1	1	10				15
生命情報科学研究センター	2001.04.01～	1		1	2		1	8				13
生物情報解析研究センター	2001.04.01～	4			3	2	10	5	1			25
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2001.04.01～							10			1	11
強相関電子技術研究センター	2001.04.01～				1			2	1			4
次世代半導体研究センター	2001.04.01～	4					1	25			3	33
サイバーアシスト研究センター	2001.04.01～2004.07.14				1	1		6				8
ものづくり先端技術研究センター	2001.04.01～			1			1	3		1		6
超臨界流体研究センター	2001.04.01～2005.03.31	2		1			2	16				21
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	2001.04.01～	1		1	1	1		3				7
グリッド研究センター	2002.01.01～	4		2	3	1		11	1			22
爆発安全研究センター	2002.04.15～	2			1	1	3	13			1	21
糖鎖工学研究センター	2002.06.01～	6		3	3	1	1	18			1	33
年齢軸生命工学研究センター	2002.07.01～	2			3	1		15				21
技術と社会研究センター	2002.10.01～2004.04.30											0
デジタルヒューマン研究センター	2003.04.01～	4		5		1	1	21			2	34
近接場光応用工学研究センター	2003.04.01～			1				11				12
ダイヤモンド研究センター	2003.04.01～	1			2	3		7			1	14
バイオニクス研究センター	2003.08.01～	3	2	4			1	17	1			28
ジーンファンクション研究センター	2003.09.01～				2		1	1				4
太陽光発電研究センター	2004.04.01～	8		1				11				20
システム検証研究センター	2004.04.01～	2						5				7
ナノカーボン研究センター	2004.04.01～	1	1	1	1		1	3				8
計測標準研究部門	2001.04.01～	7	1	4	1	4	5	49				71
地球科学情報研究部門	2001.04.01～2004.04.30	4			3		1	1	1			10
地圏資源環境研究部門	2001.04.01～	9				2		16	1			28
海洋資源環境研究部門	2001.04.01～2004.04.30	1		1				8		2		12
エネルギー利用研究部門	2001.04.01～2004.06.30	1	1	3	3	1	5	28	1		1	44
電力エネルギー研究部門	2001.04.01～2004.06.30	6		3	6			20				35
環境管理研究部門	2001.04.01～2004.04.30	1		1	3			20				25
環境調和技術研究部門	2001.04.01～2004.04.30	6		1		1	3	23		1		35
情報処理研究部門	2001.04.01～2004.07.14							3	1			4
知能システム研究部門	2001.04.01～	6		1	1			22		1		31
エレクトロニクス研究部門	2001.04.01～	7	1	6	4	2	1	38				59
光技術研究部門	2001.04.01～	15		7	2	5	5	39		3	2	78
人間福祉医工学研究部門	2001.04.01～	12	4	11		1	2	32		2	2	66
脳神経情報研究部門	2001.04.01～	1		1	1			5				8
ナノテクノロジー研究部門	2001.04.01～	8		1	4	2	1	27		1		44
計算科学研究部門	2001.04.01～	4			2	1		3	1			11
生物機能工学研究部門	2002.09.01～	10			4	3	2	32	1	2		54
計測フロンティア研究部門	2004.04.01～	12		5	2	2	2	27			1	51
ユビキタスエネルギー研究部門	2004.04.01～	2	2	3	1		1	35		1		45
セルエンジニアリング研究部門	2004.04.01～	15	3	5	3		9	30	2	1		68
ゲノムファクトリー研究部門	2004.04.01～	8	1	1		1	2	17				30
先進製造プロセス研究部門	2004.04.01～	22		9	3		4	94	1	4	6	143
サステナブルマテリアル研究部門	2004.04.01～	16	1	10	2		9	111		12	1	162
地質情報研究部門	2004.05.01～	4	1	1	2		1	5			4	18
環境管理技術研究部門	2004.05.01～	2		2	2			17		1		24
環境化学技術研究部門	2004.05.01～		3	1			2	33		3	1	43
エネルギー技術研究部門	2004.07.01～	13		7	3		3	42				68
情報技術研究部門	2004.07.15～	2			2			9			3	16
メンブレン化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31	3		1			1	14				19
マイクロ空間化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31	5						4				9
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2002.10.01～2005.03.31	6		1				9				16
循環バイオマス研究ラボ	2003.04.01～2005.09.30	2		1			1	8				12
実環境計測・診断研究ラボ	2004.04.01～	4	1	1	1			7				14
フェロー、関連・管理部門等		5				1	2	16		1	1	26
計		267	22	109	80	39	88	1,071	13	40	27	1,756

※国際案件なし

研究関連業務

2) 委託研究

産総研で実施できない研究を他機関に委託し、委託先の研究ポテンシャルを活用して産総研の研究を推進する。

委託研究ユニット別件数一覧

平成17年3月31日現在

研究ユニット	設立・廃止日	国大	公大	私大	独立	特殊	公益	企業	国	公設研	その他	計
深部地質環境研究センター	2001.04.01～	1					1					2
活断層研究センター	2001.04.01～											0
化学物質リスク管理研究センター	2001.04.01～	5	2	2								9
ライフサイクルアセスメント研究センター	2001.04.01～											0
パワーエレクトロニクス研究センター	2001.04.01～	2	1									3
生命情報科学研究センター	2001.04.01～											0
生物情報解析研究センター	2001.04.01～				1			2				3
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2001.04.01～							1				1
強相関電子技術研究センター	2001.04.01～											0
次世代半導体研究センター	2001.04.01～											0
サイバーアシスト研究センター	2001.04.01～2004.07.14											0
ものづくり先端技術研究センター	2001.04.01～							1		1		2
超臨界流体研究センター	2001.04.01～2005.03.31											0
界面ナノアーキテクニクス研究センター	2001.04.01～											0
グリッド研究センター	2002.01.01～	1										1
爆発安全研究センター	2002.04.15～	6		1								7
糖鎖工学研究センター	2002.06.01～											0
年齢軸生命工学研究センター	2002.07.01～											0
技術と社会研究センター	2002.10.01～2004.04.30											0
デジタルヒューマン研究センター	2003.04.01～											0
近接場光応用工学研究センター	2003.04.01～											0
ダイヤモンド研究センター	2003.04.01～									1		1
バイオニクス研究センター	2003.08.01～							1				1
ジーンファンクション研究センター	2003.09.01～											0
太陽光発電研究センター	2004.04.01～											0
システム検証研究センター	2004.04.01～											0
ナノカーボン研究センター	2004.04.01～											0
計測標準研究部門	2001.04.01～	2									1	3
地球科学情報研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
地圏資源環境研究部門	2001.04.01～							1			1	2
海洋資源環境研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
エネルギー利用研究部門	2001.04.01～2004.06.30											0
電力エネルギー研究部門	2001.04.01～2004.06.30											0
環境管理研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
環境調和技術研究部門	2001.04.01～2004.04.30							1				1
情報処理研究部門	2001.04.01～2004.07.14											0
知能システム研究部門	2001.04.01～									2		2
エレクトロニクス研究部門	2001.04.01～	1						2		4		7
光技術研究部門	2001.04.01～							1				1
人間福祉医工学研究部門	2001.04.01～	4					2	1		1		8
脳神経情報研究部門	2001.04.01～											0
ナノテクノロジー研究部門	2001.04.01～	2						1				3
計算科学研究部門	2001.04.01～											0
生物機能工学研究部門	2002.09.01～	4						5		4		13
計測フロンティア研究部門	2004.04.01～			1								1
ユビキタスエネルギー研究部門	2004.04.01～			1								1
セルエンジニアリング研究部門	2004.04.01～	3						1				4
ゲノムファクトリー研究部門	2004.04.01～											0
先進製造プロセス研究部門	2004.04.01～	1			1		1	2			1	6
サステナブルマテリアル研究部門	2004.04.01～		1					1		1		3
地質情報研究部門	2004.05.01～	2			2							4
環境管理技術研究部門	2004.05.01～	4	1	2				1		1		9
環境化学技術研究部門	2004.05.01～	2								13		15
エネルギー技術研究部門	2004.07.01～	3					2	10		1	1	17
情報技術研究部門	2004.07.15～			1				1		1		3
メンブレン化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31							1		1		2
マイクロ空間化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31											0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2002.10.01～2005.03.31											0
循環バイオマス研究ラボ	2003.04.01～2005.09.30							1		1		2
実環境計測・診断研究ラボ	2004.04.01～											0
フェロー、関連・管理部門等												0
計		43	5	8	4	0	6	35	0	32	4	137

※国際案件5件含む

産業技術総合研究所

3) 受託研究

他機関から委託を受けて産総研が実施する研究であり、その成果は委託元で活用できる。委託元の研究者を外来研究員として受け入れることも可能。

受託研究ユニット別件数一覧

平成17年3月31日現在

研究ユニット	設立・廃止日	国大	公大	私大	独立	特殊	公益	企業	国	公設研	その他	計
深部地質環境研究センター	2001.04.01～								1			1
活断層研究センター	2001.04.01～				1							1
化学物質リスク管理研究センター	2001.04.01～				1							1
ライフサイクルアセスメント研究センター	2001.04.01～				3		1	1	1			6
パワーエレクトロニクス研究センター	2001.04.01～				4			1				5
生命情報科学研究センター	2001.04.01～				2			4				6
生物情報解析研究センター	2001.04.01～				2							2
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2001.04.01～				1			3				4
強相関電子技術研究センター	2001.04.01～				2							2
次世代半導体研究センター	2001.04.01～				2		2	1				5
サイバーアシスト研究センター	2001.04.01～2004.07.14				2			1				3
ものづくり先端技術研究センター	2001.04.01～				1		3	1				5
超臨界流体研究センター	2001.04.01～2005.03.31				1							1
界面ナノアーキテクニクス研究センター	2001.04.01～				3							3
グリッド研究センター	2002.01.01～				3			4				7
爆発安全研究センター	2002.04.15～				2		1		1			4
糖鎖工学研究センター	2002.06.01～				4							4
年齢軸生命工学研究センター	2002.07.01～				1			1				2
技術と社会研究センター	2002.10.01～2004.04.30				1							1
デジタルヒューマン研究センター	2003.04.01～				3		1	3				7
近接場光応用工学研究センター	2003.04.01～				1		1					2
ダイヤモンド研究センター	2003.04.01～				4		2	2				8
バイオニクス研究センター	2003.08.01～							3				3
ジーンファンクション研究センター	2003.09.01～				2							2
太陽光発電研究センター	2004.04.01～				10			1				11
システム検証研究センター	2004.04.01～				2							2
ナノカーボン研究センター	2004.04.01～				2							2
計測標準研究部門	2001.04.01～				7			3	1			11
地球科学情報研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
地圏資源環境研究部門	2001.04.01～	1			5	1	2	1	1			11
海洋資源環境研究部門	2001.04.01～2004.04.30							1			1	2
エネルギー利用研究部門	2001.04.01～2004.06.30				2		2	4	3			11
電力エネルギー研究部門	2001.04.01～2004.06.30						2	1				3
環境管理研究部門	2001.04.01～2004.04.30				1			4				5
環境調和技術研究部門	2001.04.01～2004.04.30				2		1	3				6
情報処理研究部門	2001.04.01～2004.07.14											0
知能システム研究部門	2001.04.01～				7		1	5				13
エレクトロニクス研究部門	2001.04.01～				2			2	1			5
光技術研究部門	2001.04.01～				8		2	9	2			21
人間福祉医工学研究部門	2001.04.01～				1		2	4	1			8
脳神経情報研究部門	2001.04.01～	1			8		1					10
ナノテクノロジー研究部門	2001.04.01～				8			1	2			11
計算科学研究部門	2001.04.01～				4							4
生物機能工学研究部門	2002.09.01～	1			6		4	5	1			17
計測フロンティア研究部門	2004.04.01～				2		2	3	1			8
ユビキタスエネルギー研究部門	2004.04.01～				14		1	3				18
セルエンジニアリング研究部門	2004.04.01～	1		1	6		3	3	1			15
ゲノムファクトリー研究部門	2004.04.01～	1						2				3
先進製造プロセス研究部門	2004.04.01～			1	3		6	12				22
サステナブルマテリアル研究部門	2004.04.01～				3		2	3				8
地質情報研究部門	2004.05.01～	1			2		1	2	1		1	8
環境管理技術研究部門	2004.05.01～				3		6	5	2		1	17
環境化学技術研究部門	2004.05.01～				5		4	2			1	12
エネルギー技術研究部門	2004.07.01～			1	20		2	4	1			28
情報技術研究部門	2004.07.15～				2		2	1	1	1	1	8
メンブレン化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31				1		1		1			3
マイクロ空間化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31						1				1	2
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2002.10.01～2005.03.31				2		1					3
循環バイオマス研究ラボ	2003.04.01～2005.09.30						3	3				6
実環境計測・診断研究ラボ	2004.04.01～				1		4	1	1			7
フェロー、関連・管理部門等					13		1	2	17			33
計		6	0	3	198	1	68	115	41	1	6	439

※国際案件2件含む

研究関連業務

4) 請負研究

受託研究によることができない研究を他機関からの依頼に応じて産総研が行うものであり、その経費は依頼者に負担していただく。

請負研究ユニット別件数一覧

平成17年3月31日現在

研究ユニット	設立・廃止日	国大	公大	私大	独立	特殊	公益	企業	国	公設研	その他	計
深部地質環境研究センター	2001.04.01～											0
活断層研究センター	2001.04.01～											0
化学物質リスク管理研究センター	2001.04.01～											0
ライフサイクルアセスメント研究センター	2001.04.01～							3	2			5
パワーエレクトロニクス研究センター	2001.04.01～											0
生命情報科学研究センター	2001.04.01～											0
生物情報解析研究センター	2001.04.01～											0
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2001.04.01～											0
強相関電子技術研究センター	2001.04.01～											0
次世代半導体研究センター	2001.04.01～											0
サイバーアシスト研究センター	2001.04.01～2004.07.14											0
ものづくり先端技術研究センター	2001.04.01～											0
超臨界流体研究センター	2001.04.01～2005.03.31											0
界面ナノアーキテクニクス研究センター	2001.04.01～											0
グリッド研究センター	2002.01.01～											0
爆発安全研究センター	2002.04.15～											0
糖鎖工学研究センター	2002.06.01～											0
年齢軸生命工学研究センター	2002.07.01～											0
技術と社会研究センター	2002.10.01～2004.04.30											0
デジタルヒューマン研究センター	2003.04.01～											0
近接場光応用工学研究センター	2003.04.01～											0
ダイヤモンド研究センター	2003.04.01～											0
バイオニクス研究センター	2003.08.01～											0
ジーンファンクション研究センター	2003.09.01～											0
太陽光発電研究センター	2004.04.01～					1						2
システム検証研究センター	2004.04.01～											0
ナノカーボン研究センター	2004.04.01～											0
計測標準研究部門	2001.04.01～							2		1		3
地球科学情報研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
地圏資源環境研究部門	2001.04.01～									1		1
海洋資源環境研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
エネルギー利用研究部門	2001.04.01～2004.06.30											0
電力エネルギー研究部門	2001.04.01～2004.06.30											0
環境管理研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
環境調和技術研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
情報処理研究部門	2001.04.01～2004.07.14											0
知能システム研究部門	2001.04.01～											0
エレクトロニクス研究部門	2001.04.01～											0
光技術研究部門	2001.04.01～											0
人間福祉医学研究部門	2001.04.01～											0
脳神経情報研究部門	2001.04.01～											0
ナノテクノロジー研究部門	2001.04.01～											0
計算科学研究部門	2001.04.01～											0
生物機能工学研究部門	2002.09.01～											0
計測フロンティア研究部門	2004.04.01～									1		1
ユビキタスエネルギー研究部門	2004.04.01～											0
セルエンジニアリング研究部門	2004.04.01～											0
ゲノムファクトリー研究部門	2004.04.01～											0
先進製造プロセス研究部門	2004.04.01～											0
サステナブルマテリアル研究部門	2004.04.01～											0
地質情報研究部門	2004.05.01～											0
環境管理技術研究部門	2004.05.01～							1				1
環境化学技術研究部門	2004.05.01～								2			2
エネルギー技術研究部門	2004.07.01～							4	1			5
情報技術研究部門	2004.07.15～											0
メンブレン化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31											0
マイクロ空間化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31											0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2002.10.01～2005.03.31											0
循環バイオマス研究ラボ	2003.04.01～2005.09.30											0
実環境計測・診断研究ラボ	2004.04.01～											0
フェロー、関連・管理部門等												0
計		0	0	0	1	0	10	6	2	0	1	20

※国際案件なし

産業技術総合研究所

5) 技術研修

外部機関等の研究者、技術者を産総研が受け入れ、産総研の技術ポテンシャルを基に研修を行う。

技術研修ユニット別人数一覧

平成17年3月31日現在

研究ユニット	設立・廃止日	国大	公大	私大	独立	特殊	公益	企業	国	公設研	その他	人
深部地質環境研究センター	2001.04.01～	2		1				1				4
活断層研究センター	2001.04.01～											0
化学物質リスク管理研究センター	2001.04.01～	2										2
ライフサイクルアセスメント研究センター	2001.04.01～	6		5			1	4		1		17
パワーエレクトロニクス研究センター	2001.04.01～			8				4				12
生命情報科学研究センター	2001.04.01～	16		6				16				38
生物情報解析研究センター	2001.04.01～	7	2	6								15
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2001.04.01～	3		3			1					7
強相関電子技術研究センター	2001.04.01～	12										12
次世代半導体研究センター	2001.04.01～	4		11								15
サイバーアシスト研究センター	2001.04.01～2004.07.14											0
ものづくり先端技術研究センター	2001.04.01～							6		2		8
超臨界流体研究センター	2001.04.01～2005.03.31	12		4								16
界面ナノアーキテクニクス研究センター	2001.04.01～	10		7				1			4	22
グリッド研究センター	2002.01.01～	3										3
爆発安全研究センター	2002.04.15～	11										11
糖鎖工学研究センター	2002.06.01～	22		4				2			2	30
年齢軸生命工学研究センター	2002.07.01～	8		4	1					1		14
技術と社会研究センター	2002.10.01～2004.04.30											0
デジタルヒューマン研究センター	2003.04.01～	9		18								27
近接場光応用工学研究センター	2003.04.01～			8								8
ダイヤモンド研究センター	2003.04.01～	3		5				1				9
バイオニクス研究センター	2003.08.01～	4		17							2	23
ジーンファンクション研究センター	2003.09.01～	25		4							1	30
太陽光発電研究センター	2004.04.01～	5	1	6								12
システム検証研究センター	2004.04.01～											0
ナノカーボン研究センター	2004.04.01～	2		2						1		5
計測標準研究部門	2001.04.01～	3		12	20			32		2	1	70
地球科学情報研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
地圏資源環境研究部門	2001.04.01～	11						2				13
海洋資源環境研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
エネルギー利用研究部門	2001.04.01～2004.06.30	2		5				4			1	12
電力エネルギー研究部門	2001.04.01～2004.06.30	1		1								2
環境管理研究部門	2001.04.01～2004.04.30			1								1
環境調和技術研究部門	2001.04.01～2004.04.30	2		11				3		1		17
情報処理研究部門	2001.04.01～2004.07.14	2								2		4
知能システム研究部門	2001.04.01～	14		11				1		1		27
エレクトロニクス研究部門	2001.04.01～	13		19	2			5			1	40
光技術研究部門	2001.04.01～	28		26				8			1	63
人間福祉医学研究部門	2001.04.01～	35	4	27	3			5		1		75
脳神経情報研究部門	2001.04.01～	24	1	3			1	1				30
ナノテクノロジー研究部門	2001.04.01～	27	2	31				5		1		66
計算科学研究部門	2001.04.01～							1				1
生物機能工学研究部門	2002.09.01～	28	1	19				8	1	1		58
計測フロンティア研究部門	2004.04.01～	6		8				2		2		18
ユビキタスエネルギー研究部門	2004.04.01～	10		14	1			6		1	5	37
セルエンジニアリング研究部門	2004.04.01～	20	6	14	1			34			2	77
ゲノムファクトリー研究部門	2004.04.01～	20		9		1		3		1	4	38
先進製造プロセス研究部門	2004.04.01～	22		26				12		2		62
サステナブルマテリアル研究部門	2004.04.01～	17		12				3	2	1		35
地質情報研究部門	2004.05.01～	26		2	1		1	2		1		33
環境管理技術研究部門	2004.05.01～	14		19				6		1	2	42
環境化学技術研究部門	2004.05.01～	8		17				11		4		40
エネルギー技術研究部門	2004.07.01～	23	1	44				6				74
情報技術研究部門	2004.07.15～	14		9							1	24
メンブレン化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31	4		8				1				13
マイクロ空間化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31	7		1	2							10
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2002.10.01～2005.03.31	6		10								16
循環バイオマス研究ラボ	2003.04.01～2005.09.30	10		12							2	24
実環境計測・診断研究ラボ	2004.04.01～	4						3	1			8
フェロー、関連・管理部門等		33		8								41
計		600	18	498	31	1	4	199	4	27	29	1,411

※国内機関からの受入れ人数

研究関連業務

6) 外来研究員

外部機関等の研究者等が産総研において研究を行う際に研究員として受け入れる。外部機関等からの申請による場合（申請型）と産総研が招聘する場合（招聘型）がある。

外来研究員ユニット別人数一覧

平成17年3月31日現在

研究ユニット	設立・廃止日	国大	公大	私大	独立	特殊	公益	企業	国	公設研	その他	人	
深部地質環境研究センター	2001.04.01～	17		1			2	1	2	1		2	26
活断層研究センター	2001.04.01～	5	1		4	1		1			2	4	18
化学物質リスク管理研究センター	2001.04.01～			5				1					6
ライフサイクルアセスメント研究センター	2001.04.01～												0
パワーエレクトロニクス研究センター	2001.04.01～	3	1		2								6
生命情報科学研究センター	2001.04.01～	8		3								1	12
生物情報解析研究センター	2001.04.01～	7		2				2					11
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2001.04.01～	5	3	2				1	1				12
強相関電子技術研究センター	2001.04.01～	1											1
次世代半導体研究センター	2001.04.01～	4		1				1					6
サイバーアシスト研究センター	2001.04.01～2004.07.14							1					1
ものづくり先端技術研究センター	2001.04.01～	8		7		1		4		23	1		44
超臨界流体研究センター	2001.04.01～2005.03.31											1	1
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	2001.04.01～	7			1								8
グリッド研究センター	2002.01.01～	2		1	1			1			4		9
爆発安全研究センター	2002.04.15～												0
糖鎖工学研究センター	2002.06.01～			1									1
年齢軸生命工学研究センター	2002.07.01～	1		2									3
技術と社会研究センター	2002.10.01～2004.04.30												0
デジタルヒューマン研究センター	2003.04.01～			2				2					4
近接場光応用工学研究センター	2003.04.01～								1				0
ダイヤモンド研究センター	2003.04.01～	3			1			1			1		6
バイオニクス研究センター	2003.08.01～	2		15				14				1	32
ジーンファンクション研究センター	2003.09.01～	5		1	8						2		16
太陽光発電研究センター	2004.04.01～												0
システム検証研究センター	2004.04.01～	4		1									5
ナノカーボン研究センター	2004.04.01～	2		1									3
計測標準研究部門	2001.04.01～	3		1				1	1			4	10
地球科学情報研究部門	2001.04.01～2004.04.30											2	2
地圏資源環境研究部門	2001.04.01～	6										2	8
海洋資源環境研究部門	2001.04.01～2004.04.30												0
エネルギー利用研究部門	2001.04.01～2004.06.30											1	1
電力エネルギー研究部門	2001.04.01～2004.06.30	1											1
環境管理研究部門	2001.04.01～2004.04.30												0
環境調和技術研究部門	2001.04.01～2004.04.30	1						1				1	3
情報処理研究部門	2001.04.01～2004.07.14												0
知能システム研究部門	2001.04.01～	2		5				17				1	25
エレクトロニクス研究部門	2001.04.01～	8		2	2	3	2					4	21
光技術研究部門	2001.04.01～	9	2	5	12		2	10				20	60
人間福祉医工学研究部門	2001.04.01～	28	5	20	1	1	1	3			2	18	79
脳神経情報研究部門	2001.04.01～	12	3	10	1			2	1			1	30
ナノテクノロジー研究部門	2001.04.01～	35	1	8	6	1	1	30	2			4	88
計算科学研究部門	2001.04.01～	14		1				1	7	1			24
生物機能工学研究部門	2002.09.01～	10		3						1		5	19
計測フロンティア研究部門	2004.04.01～	2		1	1	1							5
ユビキタスエネルギー研究部門	2004.04.01～		2		1		7						10
セルエンジニアリング研究部門	2004.04.01～	19	7	13	1		2	2	4			14	62
ゲノムファクトリー研究部門	2004.04.01～							1					1
先進製造プロセス研究部門	2004.04.01～	30	2	14	2			4			2	14	68
サステナブルマテリアル研究部門	2004.04.01～	1			1			1					3
地質情報研究部門	2004.05.01～	59	1	5	8	2	3	4				12	94
環境管理技術研究部門	2004.05.01～	10	3	7				2	2		1	1	26
環境化学技術研究部門	2004.05.01～	5	1	1	1	1		4			1		14
エネルギー技術研究部門	2004.07.01～	16	3	6	2			4				4	35
情報技術研究部門	2004.07.15～	9	2	3				4					18
メンブレン化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31	2		1				2				2	7
マイクロ空間化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31												0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2002.10.01～2005.03.31	1											1
循環バイオマス研究ラボ	2003.04.01～2005.09.30				1							2	3
実環境計測・診断研究ラボ	2004.04.01～	1											1
フェロー、関連・管理部門等		1		3				1	7			4	16
計		369	37	154	57	13	23	137	12	31	133	966	

※国内機関からの受入れ人数  
※外国籍27人含む

## 7) 連携大学院

大学と産総研が協定を結び、産総研研究者が大学から連携大学院教官の発令を受け、大学院生を技術研修生として受け入れ、研究指導等を行う。この制度による大学院生には被指導者であると同時に研究協力者としての側面があり、産総研にとっても研究促進を図ることができる。

(参考：大学院設置基準「第13条第2項 大学院は、教育上有益と認めるときは、学生が他の大学院又は研究所等において必要な研究指導を受ける事を認めることができる。(後略)」)

連携大学院派遣教員一覧

平成17年3月31日現在

大学名	研究科名	身分	所 属	人数
北海道大学	農学研究科	教授	研究コーディネータ ライフサイエンス担当	1
北海道大学	農学研究科	教授	ゲノムファクトリー研究部門	2
北海道大学	理学研究科	教授	ゲノムファクトリー研究部門	2
東北大学	理学研究科	教授	メンブレン化学研究ラボ	1
東北大学	理学研究科	助教授	地圏資源環境研究部門	1
東北大学	理学研究科	教授	地圏資源環境研究部門	1
東北大学	理学研究科	助教授	地質情報研究部門	3
東北大学	理学研究科	教授	地質情報研究部門	1
東北大学	理学研究科	助教授	メンブレン化学研究ラボ	1
東北大学	理学研究科	教授	超臨界流体研究センター	1
東北学院大学	工学研究科	教授	超臨界流体研究センター	1
東北学院大学	工学研究科	教授	メンブレン化学研究ラボ	4
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	知能システム研究部門	5
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	次世代半導体研究センター	1
筑波大学	システム情報工学研究科	助教授	エネルギー技術研究部門	1
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	中国センター	1
筑波大学	システム情報工学研究科	助教授	先進製造プロセス研究部門	2
筑波大学	システム情報工学研究科	助教授	知能システム研究部門	2
筑波大学	システム情報工学研究科	助教授	情報技術研究部門	1
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	企画本部	1
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	フェロー	1
筑波大学	システム情報工学研究科	教授	脳神経情報研究部門	1
筑波大学	人間総合科学研究科	教授	糖鎖工学研究センター	2
筑波大学	人間総合科学研究科	教授	脳神経情報研究部門	1
筑波大学	人間総合科学研究科	助教授	生物機能工学研究部門	1
筑波大学	人間総合科学研究科	助教授	脳神経情報研究部門	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	ゲノムファクトリー研究部門	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	グリッド研究センター	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	2
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	環境化学技術研究部門	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	界面ナノアーキテクトニクス研究センター	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	企画本部	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	次世代半導体研究センター	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	助教授	光技術研究部門	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	助教授	環境化学技術研究部門	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	助教授	強相関電子技術研究センター	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	教授	ダイヤモンド研究センター	1
筑波大学	数理解物質科学研究科	助教授	エレクトロニクス研究部門	1
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	年齢軸生命工学研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	生物機能工学研究部門	2
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	地質情報研究部門	1
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	深部地質環境研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	助教授	生物機能工学研究部門	1
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	ジーンファンクション研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	教授	糖鎖工学研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	助教授	ジーンファンクション研究センター	1
筑波大学	生命環境科学研究科	助教授	地質情報研究部門	1
宇都宮大学	工学研究科	教授	電力エネルギー研究部門	2
宇都宮大学	工学研究科	教授	企画本部	1
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	太陽光発電研究センター	1
東京工業大学	総合理工学研究科	助教授	光技術研究部門	1

研究関連業務

大学名	研究科名	身分	所属	人数
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	環境管理研究部門	1
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	企画本部	1
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	サイバーアシスト研究センター	1
東京工業大学	総合理工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	1
東京農工大学	工学教育部 生命工学研究科	教授	セルエンジニアリング研究部門	2
東京農工大学	工学教育部 生命工学研究科	助教授	セルエンジニアリング研究部門	1
千葉大学	自然科学研究科	助教授	海洋資源環境研究部門	1
千葉大学	自然科学研究科	教授	地圏資源環境研究部門	2
千葉大学	自然科学研究科	教授	環境化学技術研究部門	1
千葉大学	自然科学研究科	助教授	界面ナノアーキテクトニクス研究センター	1
金沢大学	自然科学研究科	教授	環境管理研究部門	1
金沢大学	自然科学研究科	教授	企画本部	1
金沢大学	自然科学研究科	助教授	環境管理研究部門	1
大阪大学	大学院理学研究科	教授	脳神経情報研究部門	1
大阪大学	大学院理学研究科	助教授	脳神経情報研究部門	1
大阪大学	大学院理学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	1
大阪大学	大学院理学研究科	助教授	エレクトロニクス研究部門	1
大阪大学	大学院理学研究科	教授	セルエンジニアリング研究部門	1
大阪大学	大学院理学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
大阪大学	大学院理学研究科	助教授	環境化学技術研究部門	1
大阪大学	理学研究科	教授	知能システム研究部門	1
大阪大学	理学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
神戸大学	自然科学研究科	教授	光技術研究部門	1
神戸大学	自然科学研究科	教授	セルエンジニアリング研究部門	1
神戸大学	自然科学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	2
神戸大学	自然科学研究科	教授	地球科学情報研究部門	1
神戸大学	理学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
神戸大学	理学研究科	助教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
鹿児島大学	理工学研究科	教授	強相関電子技術研究センター	1
鹿児島大学	理工学研究科	助教授	企画本部	1
鹿児島大学	理工学研究科	教授	セルエンジニアリング研究部門	1
東京理科大学	基礎工学研究科	助教授	エレクトロニクス研究部門	3
東京理科大学	基礎工学研究科	教授	知能システム研究部門	1
東京理科大学	基礎工学研究科	教授	次世代半導体研究センター	1
東京理科大学	基礎工学研究科	教授	パワーエレクトロニクス研究センター	1
東京理科大学	基礎工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	3
東京理科大学	理工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	情報技術研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	脳神経情報研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	ジーンファンクショナル研究センター	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	先進製造プロセス研究部門	2
東京理科大学	理工学研究科	教授	爆発安全研究センター	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	環境化学技術研究部門	3
東京理科大学	理工学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	生物機能工学研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	界面ナノアーキテクトニクス研究センター	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	エネルギー技術研究部門	2
東京理科大学	理工学研究科	教授	パワーエレクトロニクス研究センター	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	太陽光発電研究センター	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	エネルギー技術研究部門	2
東京理科大学	理工学研究科	教授	知能システム研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	中国センター	1
東京理科大学	理工学研究科	教授	人間福祉医工学研究部門	1
東京理科大学	理工学研究科	助教授	デジタルヒューマン研究センター	1
東京電機大学	工学研究科	教授	計測標準研究部門	2
東京電機大学	工学研究科	教授	近接場光応用工学研究センター	1
東京電機大学	工学研究科	教授	エネルギー利用研究部門	1
東京電機大学	工学研究科	助教授	人間福祉医工学研究部門	1
東京電機大学	工学研究科	助教授	電力エネルギー研究部門	1
日本大学	生産工学研究科	教授	メンブレン化学研究ラボ	3
日本大学	生産工学研究科	教授	光技術研究部門	1
日本大学	生産工学研究科	教授	九州センター	1

## 産業技術総合研究所

大学名	研究科名	身分	所属	人数
日本大学	生産工学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	2
日本大学	生産工学研究科	教授	エネルギー技術研究部門	1
上智大学	理工学研究科	教授	環境調和技术研究部門	2
上智大学	理工学研究科	助教授	環境調和技术研究部門	1
上智大学	理工学研究科	助教授	光技術研究部門	1
上智大学	理工学研究科応用化学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	2
芝浦工業大学	工学研究科	教授	次世代半導体研究センター	1
芝浦工業大学	工学研究科	教授	知能システム研究部門	2
芝浦工業大学	工学研究科	教授	光技術研究部門	2
芝浦工業大学	工学研究科	教授	バイオニクス研究センター	1
芝浦工業大学	工学研究科	助教授	ナノテクノロジー研究部門	1
芝浦工業大学	工学研究科	助教授	光技術研究部門	1
千葉工業大学	工学研究科精密機械工学専攻	教授	計測標準研究部門	1
千葉工業大学	工学研究科精密機械工学専攻	教授	企画本部	1
千葉工業大学	工学研究科金属工学専攻	教授	環境調和技术研究部門	1
千葉工業大学	工学研究科工業化学専攻	教授	環境調和技术研究部門	1
千葉工業大学	工学研究科工業化学専攻	教授	エネルギー利用研究部門	1
千葉工業大学	工学研究科工業化学専攻	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科機械工学専攻	教授	エネルギー技術研究部門	2
神奈川工科大学	大学院工学研究科電気電子工学専攻	教授	強相関電子技術研究センター	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科電気電子工学専攻	教授	エレクトロニクス研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科電気電子工学専攻	教授	太陽光発電研究センター	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科電気電子工学専攻	助教授	知能システム研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科電気電子工学専攻	助教授	強相関電子技術研究センター	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	教授	近接場光応用工学研究センター	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	教授	環境管理技術研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	教授	エネルギー技術研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	教授	生物機能工学研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	教授	ゲノムファクトリー研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	助教授	先進製造プロセス研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	教授	環境化学技術研究部門	2
神奈川工科大学	大学院工学研究科応用化学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科機械システム工学専攻	教授	ものづくり先端技術研究センター	1
神奈川工科大学	大学院工学研究科機械システム工学専攻	教授	知能システム研究部門	2
神奈川工科大学	大学院工学研究科機械システム工学専攻	助教授	人間福祉医学工学研究部門	1
金沢工業大学	工学研究科システム設計工学専攻	教授	生物機能工学研究部門	1
金沢工業大学	工学研究科大学院機械工学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1
金沢工業大学	工学研究科大学院機械工学専攻	教授	企画本部	1
金沢工業大学	工学研究科大学院材料設計工学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1
金沢工業大学	工学研究科大学院材料設計工学専攻	教授	中国センター	1
金沢工業大学	工学研究科大学院材料設計工学専攻	教授	フェロー	2
金沢工業大学	工学研究科大学院材料設計工学専攻	教授	環境管理技術研究部門	1
金沢工業大学	工学研究科大学院材料設計工学専攻	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
金沢工業大学	工学研究科大学院材料設計工学専攻	教授	エレクトロニクス研究部門	1
金沢工業大学	工学研究科大学院電気電子工学専攻	教授	エレクトロニクス研究部門	2
金沢工業大学	工学研究科大学院電気電子工学専攻	教授	光技術研究部門	1
金沢工業大学	工学研究科大学院電気電子工学専攻	教授	計測標準研究部門	1
東邦大学	理学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
東邦大学	理学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
東邦大学	理学研究科	助教授	人間福祉医学工学研究部門	1
東邦大学	理学研究科	助教授	年齢軸生命工学研究センター	1
東邦大学	理学研究科	教授	生物機能工学研究部門	1
東邦大学	理学研究科	助教授	次世代半導体研究センター	2
東京都立大学	理学研究科	教授	計測標準研究部門	1
東京都立大学	理学研究科	教授	ナノテクノロジー研究部門	1
奈良先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	助教授	脳神経情報研究部門	1
名古屋工業大学	工学研究科都市循環システム工学専攻	教授	中部センター	1
名古屋工業大学	工学研究科都市循環システム工学専攻	助教授	先進製造プロセス研究部門	1
名古屋工業大学	工学研究科都市循環システム工学専攻	教授	計測フロンティア研究部門	1
岐阜大学	工学研究科環境エネルギーシステム工学専攻	教授	サステナブルマテリアル研究部門	1
岐阜大学	工学研究科環境エネルギーシステム工学専攻	助教授	サステナブルマテリアル研究部門	1
岐阜大学	工学研究科環境エネルギーシステム工学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1

研究関連業務

大学名	研究科名	身分	所属	人数
中部大学	工学研究科工業化学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1
中部大学	工学研究科工業化学専攻	教授	サステナブルマテリアル研究部門	2
中部大学	工学研究科工業化学専攻	教授	計測フロンティア研究部門	1
名城大学	理工学研究科材料機能工学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1
大同工業大学	工学研究科電気・電子工学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1
愛知工業大学	工学研究科電気・材料工学専攻	教授	サステナブルマテリアル研究部門	1
愛知工業大学	工学研究科電気・材料工学専攻	助教授	先進製造プロセス研究部門	1
愛知工業大学	工学研究科材料化学専攻	助教授	先進製造プロセス研究部門	1
立命館大学	理工学研究科	教授	地球科学情報研究部門	1
立命館大学	理工学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
立命館大学	理工学研究科	教授	人間福祉医工学研究部門	1
大阪府立大学	工学研究科	教授	ユビキタスエネルギー研究部門	1
京都工芸繊維大学	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻	教授	環境調和技術研究部門	1
京都工芸繊維大学	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻	教授	企画本部	1
山口大学	大学院理工学研究科	教授	循環バイオマス研究ラボ	1
山口大学	大学院理工学研究科	助教授	企画本部	1
広島大学	工学研究科	教授	計測フロンティア研究部門	1
広島大学	工学研究科	教授	エレクトロニクス研究部門	1
広島大学	工学研究科	助教授	人間福祉医工学研究部門	1
広島大学	生物圏科学研究科 環境循環系制御学専攻	教授	地質情報研究部門	1
広島大学	生物圏科学研究科 環境循環系制御学専攻	教授	循環バイオマス研究ラボ	1
広島大学	生物圏科学研究科 循環系制御学専攻	教授	海洋資源環境研究部門	1
徳島大学	工学研究科	教授	海洋資源環境研究部門	2
佐賀大学	大学院工学系研究科	教授	実環境計測・診断研究ラボ	2
佐賀大学	大学院工学系研究科	教授	九州センター	1
佐賀大学	大学院工学系研究科	助教授	サステナブルマテリアル研究部門	1
佐賀大学	大学院工学系研究科	教授	産学官連携部門	2
九州大学	総合理工学研究院	教授	マイクロ空間化学研究ラボ	1
九州大学	総合理工学研究院	助教授	実環境計測・診断研究ラボ	1
九州大学	総合理工学研究院	助教授	マイクロ空間化学研究ラボ	1
立教大学	理学研究科	教授	エネルギー利用研究部門	1
立教大学	理学研究科	教授	環境化学技術研究部門	1
立教大学	理学研究科	教授	環境調和技術研究部門	1
東京医科歯科大学	生命情報科学教育部	教授	生命情報科学研究センター	2
東京医科歯科大学	生命情報科学教育部	助教授	生命情報科学研究センター	1
長岡技術科学大学	大学院工学研究科 (連携大学院)・材料工学専攻	教授	電力エネルギー研究部門	1
長岡技術科学大学	工学研究科材料工学専攻	教授	先進製造プロセス研究部門	1
長岡技術科学大学	工学研究科材料工学専攻	助教授	先進製造プロセス研究部門	1
北九州市立大学	国際環境工学研究科	助教授	マイクロ空間化学研究ラボ	1
群馬大学	工学研究科	教授	計測標準研究部門	1
群馬大学	工学研究科	助教授	計測標準研究部門	1
群馬大学	工学研究科	教授	ベンチャー開発戦略研究センター	1
北陸先端科学技術大学院大学	知識科学研究科	助教授	技術と社会研究センター	1
北陸先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	助教授	情報技術研究部門	1
北陸先端科学技術大学院大学	材料科学研究科	教授	ヒューマンストレスシグナル研究センター	1
北陸先端科学技術大学院大学	材料科学研究科	助教授	ヒューマンストレスシグナル研究センター	1
北陸先端科学技術大学院大学	材料科学研究科	教授	メンブレン化学研究ラボ	1
北陸先端科学技術大学院大学	材料科学研究科	助教授	メンブレン化学研究ラボ	1
			合計	274

8) 技術相談

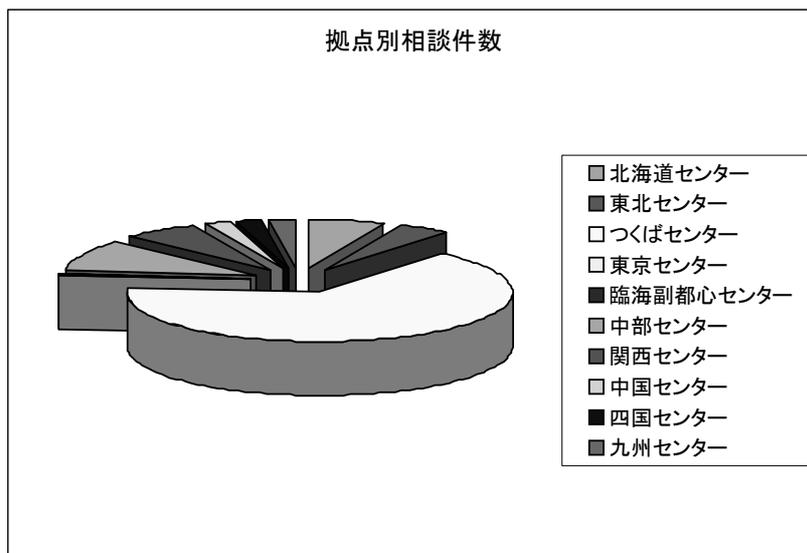
産業技術総合研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、民間企業、公設試験研究機関等からの技術相談を受ける。

1) 平成16年度「技術相談届け出システム」に入力された件数：4577件（内GSJ 1052件）

回答者延べ人数：5512人（内GSJ 1151人）

2) 拠点件数

拠 点	件 数	
北海道センター	291	
東北センター	207	
つくばセンター	3,018	
東京センター	6	
臨海副都心センター	13	
中部センター	466	
関西センター	291	
四国センター	106	
中国センター	95	
九州センター	126	
上記の合計	4,619	一相談で複数拠点にまたがる案件は、複数カウントされるため正味の相談件数より多くなっている。
相談件数	4,577	



研究関連業務

3) ユニット別回答者人数

ユニット名	回答者人数		GSJ 分等
研究コーディネータ			
企画本部	27		
企画本部特別事業推進室			
評価部	3		
環境安全部			
業務推進本部			
広報部	457		444
研究センター			
深部地質環境	49		49
活断層	48		48
化学物質リスク管理	8		
ライフサイクルアセスメント	120		
パワーエレクトロニクス			
生命情報科学			
生物情報解析			
ヒューマンストレスシグナル	32		
強関連電子技術			
次世代半導体	5		
ものづくり先端技術	130		
超臨界流体	13		
スマートストラクチャー	6		
界面ナノアーキテクニクス	34		
グリッド			
爆発安全	57		
糖鎖工学			
年齢軸生命工学	1		
デジタルヒューマン	11		
近接場光応用工学			
ダイヤモンド			
バイオニクス	11		
ジーンファンクション			
太陽光発電	5		
システム検証			
ナノカーボン	4		
研究部門			
計測標準	480		
地球科学情報	13		13
地圏資源環境	120		120
海洋資源環境	6		6
知能システム	28		
エレクトロニクス	62		
光技術	167		
人間福祉医工学	40		
脳神経情報	18		
ナノテクノロジー	43		
計算科学	8		
生物機能工学	144		
計測フロンティア	33		
ユビキタスエネルギー	66		
セルエンジニアリング	18		
ゲノムファクトリー	4		
先進製造プロセス	273		
サステナブルマテリアル	94		
地質情報	202		202
環境管理技術	229		
環境化学技術	135		
エネルギー技術	107		

産業技術総合研究所

ユニット名	回答者人数		GSJ 分等
情報技術			
研究ラボ			
メンブレン化学	18		
マイクロ空間化学	1		
単一分子生体ナノ計測	18		
循環バイオマス	36		
実環境・診断	96		
管理部門			
先端情報計算センター	3		
特許生物寄託センター	4		
ベンチャー開発戦略研究センター	1		
地質調査情報センター	31		31
計量標準管理センター	24		
技術情報部門	2		
産学官連携部門	1,782		
北海道産学官連携センター		319	49
東北産学官連携センター		257	
つくば産学官連携センター		607	10
中部産学官連携センター		409	
関西産学官連携センター		34	1
中国産学官連携センター		52	
四国産学官連携センター		63	
九州産学官連携センター		41	
成果普及部門	182		163
知的財産部門			
国際部門	3		1
業務推進部門	16		14
	5,512		1,151

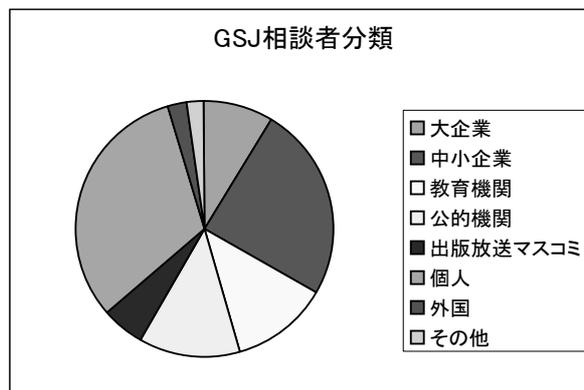
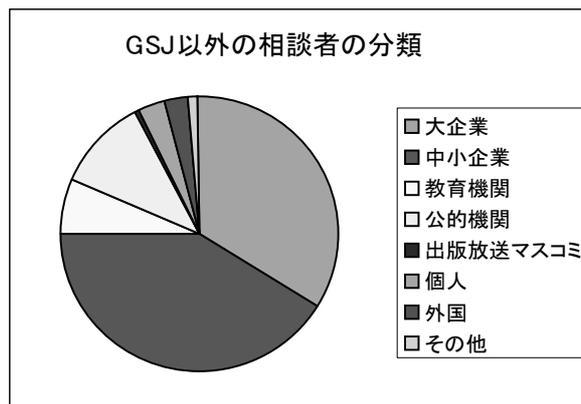
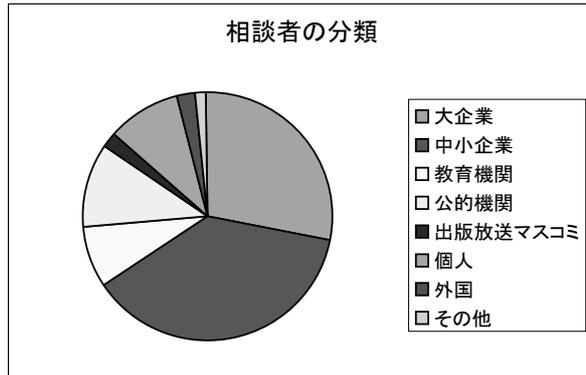
注1：回答者の所属は、入力時の個人IDにより自動的に決定される。

注2：集計に当たっては、基本的に2004年8月1日現在の組織図の名称を基にした。

注3：GSJに分類されるものは、成果普及部門地質調査情報部・地質標本館（～6/30）、広報部地質情報管理室（7/1～8/31）・地質標本館（7/1～）、地質調査情報センター（9/1～）、深部地質環境研究センター、活断層研究センター、地球科学情報研究部門（～4/30）、地圏資源環境研究部門、海洋資源環境研究部門（～4/30）、地質情報研究部門（5/1～）、各センターのGSJに関係するものおよび国際地質協力室（国際部門、～8/31）である。

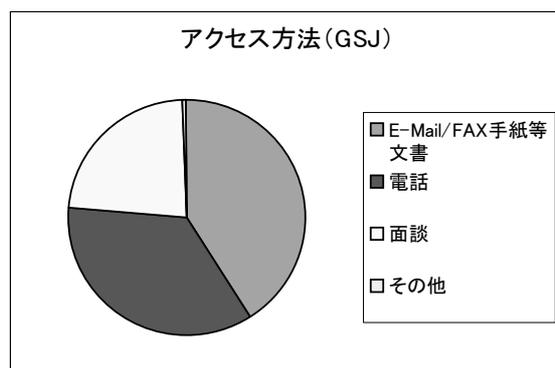
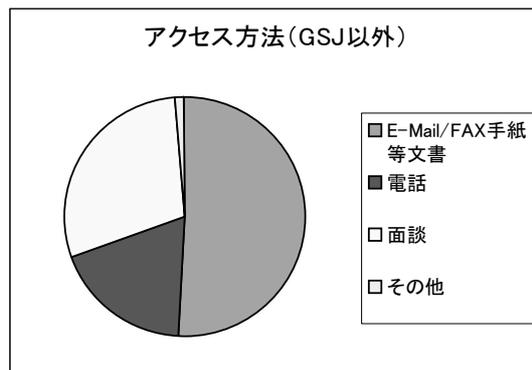
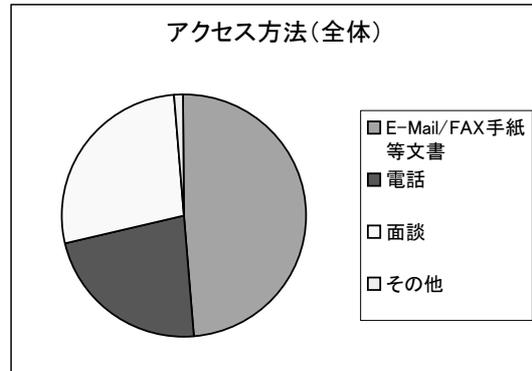
4) 相談者の分類

相談者の分類	全体件数	全体%	GSJ 以外件数	GSJ 以外%	GSJ 件数	GSJ%
大企業	1,291	28	1,198	34	93	9
中小企業	1,694	37	1,435	41	259	24
教育機関	366	8	240	7	126	12
公的機関	518	11	385	11	133	13
出版放送マスコミ	80	2	21	1	59	6
個人	444	10	110	3	334	32
外国	122	3	96	2	26	2
その他	62	1	40	1	22	2
合計	4,577	100	3,525	100	1,052	100



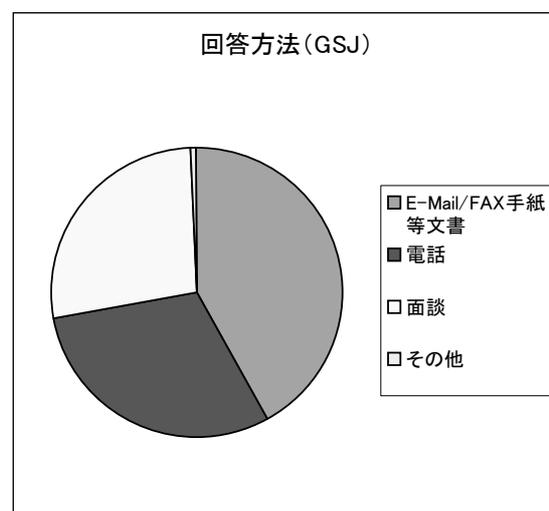
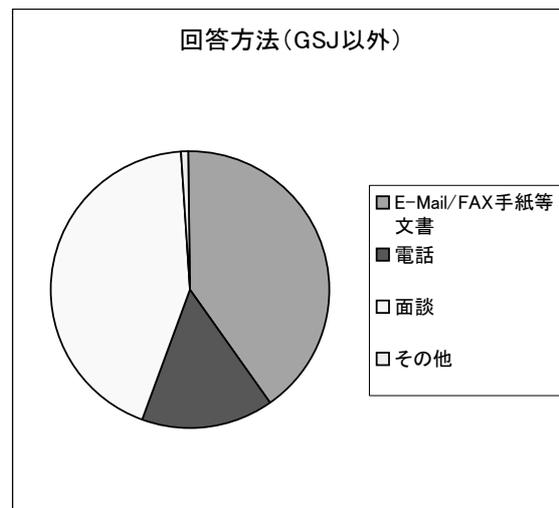
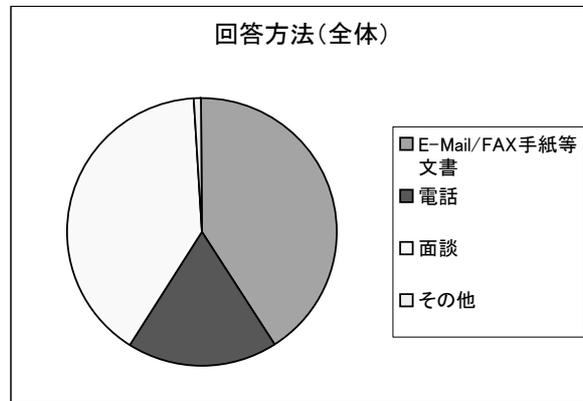
5) アクセス方法

アクセス方法	全体件数	全体%	GSJ以外件数	GSJ以外%	GSJ件数	GSJ%
E-Mail/FAX/手紙等文書	2,225	49	1,796	51	429	41
電話	1,027	22	655	19	372	35
面談	1,277	28	1,032	29	245	23
その他	48	1	42	1	6	1
合計	4,577	100	3,525	100	1,052	100



6) 回答方法

回答方法	全体件数	全体%	GSJ以外件数	GSJ以外%	GSJ件数	GSJ%
E-Mail/FAX/手紙等文書	1,864	41	1,423	40	441	42
電話	836	18	521	15	315	30
面談	1,841	40	1,552	44	289	27
その他	36	1	29	1	7	1
合計	4,577	100	3,525	100	1,052	100

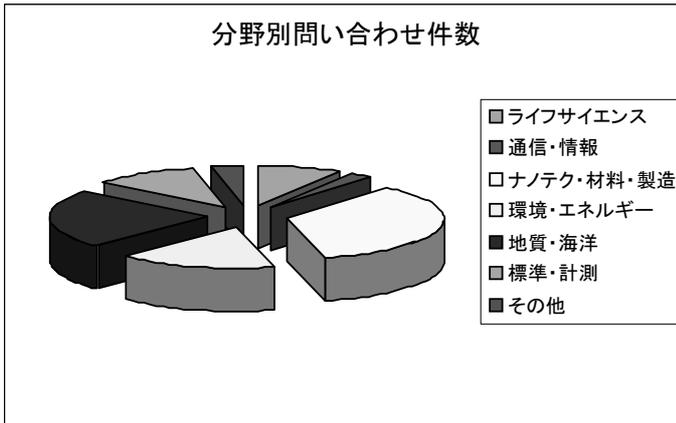


## 7) 分野別問い合わせ件数

件数

分野別問い合わせ件数	件数
ライフサイエンス	389
通信・情報	109
ナノテク・材料・製造	1,610
環境・エネルギー	737
地質・海洋	1,086
標準・計測	496
その他	150
合計	4,577

分野別問い合わせ件数



作業は、「技術相談届け出システム」から相談案件をエクセルにダウンロードして回答者数を求めた。回答者の所属については、平成16年度産総研組織図に準拠した。

研究関連業務

9) 依頼出張・受託出張

外部機関からの要請により、研究打ち合わせ、調査、講演等のために、職員が出張する。

依頼・受託出張ユニット別人数一覧

平成17年3月31日現在

研究ユニット	設立・廃止日	国大	公大	私大	独立	特殊	公益	企業	国	公設研	その他	人
深部地質環境研究センター	2001.04.01～	5			1		1			1		8
活断層研究センター	2001.04.01～	17		3	2		5	1	1	1		30
化学物質リスク管理研究センター	2001.04.01～	2			3					3		8
ライフサイクルアセスメント研究センター	2001.04.01～	2			3		1			6		12
パワーエレクトロニクス研究センター	2001.04.01～											0
生命情報科学研究センター	2001.04.01～	8			4							12
生物情報解析研究センター	2001.04.01～	16			1		1				2	20
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2001.04.01～	4								1		5
強相関電子技術研究センター	2001.04.01～	1			2							3
次世代半導体研究センター	2001.04.01～	1								1	1	3
サイバーアシスト研究センター	2001.04.01～2004.07.14		1		1							2
ものづくり先端技術研究センター	2001.04.01～						3			2		5
超臨界流体研究センター	2001.04.01～2005.03.31	3			11		1			1	6	22
界面ナノアーキテクニクス研究センター	2001.04.01～	1			2							3
グリッド研究センター	2002.01.01～	3			8						2	13
爆発安全研究センター	2002.04.15～							2			5	7
糖鎖工学研究センター	2002.06.01～	13			4			1				18
年齢軸生命工学研究センター	2002.07.01～	2			1				1		1	5
技術と社会研究センター	2002.10.01～2004.04.30											0
デジタルヒューマン研究センター	2003.04.01～	3			7			1				11
近接場光応用工学研究センター	2003.04.01～	1										1
ダイヤモンド研究センター	2003.04.01～	1			1		1	1				4
バイオニクス研究センター	2003.08.01～	1										1
ジーンファンクション研究センター	2003.09.01～	1			1							2
太陽光発電研究センター	2004.04.01～	2			1					1		4
システム検証研究センター	2004.04.01～	2			4							6
ナノカーボン研究センター	2004.04.01～	7			3		1					11
計測標準研究部門	2001.04.01～	27	1		62		8	2	1	4	3	108
地球科学情報研究部門	2001.04.01～2004.04.30	4			2			1			2	9
地圏資源環境研究部門	2001.04.01～	12		1	8		4		3	1	2	31
海洋資源環境研究部門	2001.04.01～2004.04.30	1					2		1			4
エネルギー利用研究部門	2001.04.01～2004.06.30	1										1
電力エネルギー研究部門	2001.04.01～2004.06.30	5			3							8
環境管理研究部門	2001.04.01～2004.04.30				1				2			3
環境調和技術研究部門	2001.04.01～2004.04.30											0
情報処理研究部門	2001.04.01～2004.07.14	2										2
知能システム研究部門	2001.04.01～	2			2		1	1		1	2	9
エレクトロニクス研究部門	2001.04.01～	26			6		4	2		2		40
光技術研究部門	2001.04.01～	12			3		5				2	22
人間福祉医学研究部門	2001.04.01～	16		2	5		4	1		4	3	35
脳神経情報研究部門	2001.04.01～	8		1	5			1			3	18
ナノテクノロジー研究部門	2001.04.01～	31		7	17		4					59
計算科学研究部門	2001.04.01～	12			7							19
生物機能工学研究部門	2002.09.01～	7		2	6		4	2	2	3	4	30
計測フロンティア研究部門	2004.04.01～	11			2			1				14
ユビキタスエネルギー研究部門	2004.04.01～	15			20		16				2	53
セルエンジニアリング研究部門	2004.04.01～	8			5		25	2			2	42
ゲノムファクトリー研究部門	2004.04.01～	7					2	1		1		11
先進製造プロセス研究部門	2004.04.01～	3					9	1			1	14
サステナブルマテリアル研究部門	2004.04.01～	3	2	1	4		17			3	9	39
地質情報研究部門	2004.05.01～	57	1	1	13		46	1	9	2	10	140
環境管理技術研究部門	2004.05.01～	18		3	11		9		4	2	1	48
環境化学技術研究部門	2004.05.01～	4		1	3		4			1	5	18
エネルギー技術研究部門	2004.07.01～	27			20		12	1		4	1	65
情報技術研究部門	2004.07.15～	2	1		1				1			5
メンブレン化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31	3		1			9			1		14
マイクロ空間化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31						1					1
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2002.10.01～2005.03.31	1										1
循環バイオマス研究ラボ	2003.04.01～2005.09.30				3		5			2	2	12
実環境計測・診断研究ラボ	2004.04.01～				5		1			2		8
フェロー、関連・管理部門等		26	1	4	15		42	1	7	36	7	139
計		447	7	27	289	0	248	24	32	86	78	1,238

産業技術総合研究所

10) 委員の委嘱

産総研の職員が外部の委員等に就任し、必要とされる情報、アドバイス等の提供を行う。

委員の委嘱ユニット別人数一覧

平成17年3月31日現在

研究ユニット	設立・廃止日	人
深部地質環境研究センター	2001.04.01～	32
活断層研究センター	2001.04.01～	60
化学物質リスク管理研究センター	2001.04.01～	52
ライフサイクルアセスメント研究センター	2001.04.01～	72
パワーエレクトロニクス研究センター	2001.04.01～	8
生命情報科学研究センター	2001.04.01～	7
生物情報解析研究センター	2001.04.01～	15
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2001.04.01～	11
強相関電子技術研究センター	2001.04.01～	2
次世代半導体研究センター	2001.04.01～	21
サイバーアシスト研究センター	2001.04.01～2004.07.14	11
ものづくり先端技術研究センター	2001.04.01～	33
超臨界流体研究センター	2001.04.01～2005.03.31	14
界面ナノアーキテクニクス研究センター	2001.04.01～	10
グリッド研究センター	2002.01.01～	25
爆発安全研究センター	2002.04.15～	72
糖鎖工学研究センター	2002.06.01～	9
年齢軸生命工学研究センター	2002.07.01～	6
技術と社会研究センター	2002.10.01～2004.04.30	0
デジタルヒューマン研究センター	2003.04.01～	17
近接場光応用工学研究センター	2003.04.01～	6
ダイヤモンド研究センター	2003.04.01～	19
バイオニクス研究センター	2003.08.01～	8
ジーンファンクション研究センター	2003.09.01～	6
太陽光発電研究センター	2004.04.01～	47
システム検証研究センター	2004.04.01～	3
ナノカーボン研究センター	2004.04.01～	21
計測標準研究部門	2001.04.01～	617
地球科学情報研究部門	2001.04.01～2004.04.30	95
地圏資源環境研究部門	2001.04.01～	199
海洋資源環境研究部門	2001.04.01～2004.04.30	55
エネルギー利用研究部門	2001.04.01～2004.06.30	140
電力エネルギー研究部門	2001.04.01～2004.06.30	134
環境管理研究部門	2001.04.01～2004.04.30	56
環境調和技術研究部門	2001.04.01～2004.04.30	67
情報処理研究部門	2001.04.01～2004.07.14	64
知能システム研究部門	2001.04.01～	124
エレクトロニクス研究部門	2001.04.01～	41
光技術研究部門	2001.04.01～	110
人間福祉医学研究部門	2001.04.01～	143
脳神経情報研究部門	2001.04.01～	23
ナノテクノロジー研究部門	2001.04.01～	48
計算科学研究部門	2001.04.01～	21
生物機能工学研究部門	2002.09.01～	67
計測フロンティア研究部門	2004.04.01～	81
ユビキタスエネルギー研究部門	2004.04.01～	92
セルエンジニアリング研究部門	2004.04.01～	63
ゲノムファクトリー研究部門	2004.04.01～	5
先進製造プロセス研究部門	2004.04.01～	198
サステナブルマテリアル研究部門	2004.04.01～	140
地質情報研究部門	2004.05.01～	157
環境管理技術研究部門	2004.05.01～	76
環境化学技術研究部門	2004.05.01～	71
エネルギー技術研究部門	2004.07.01～	146
情報技術研究部門	2004.07.15～	20
メンブレン化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31	8
マイクロ空間化学研究ラボ	2002.04.01～2005.03.31	9
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	2002.10.01～2005.03.31	16
循環バイオマス研究ラボ	2003.04.01～2005.09.30	15
実環境計測・診断研究ラボ	2004.04.01～	13
フェロー、関連・管理部門等		805
合計	計	4,506

## 11) 産業技術連携推進会議

約170の鉱工業系公設試験研究機関（支所を含む）並びに産総研との協力体制を強化し、これらの機関の総合能力を最高度に発揮させ、機関相互の試験研究を効果的に推進して、産業技術の向上を図り、我が国の産業の発展に貢献するために、産業技術連携推進会議を設置し運営している。この会議では技術分野別に9部会を設け、部会傘下の分科会・研究会・地域部会で産業技術関連情報の相互提供、戦略の検討、活動状況及び活動成果の情報発信等を行っている。また、経済産業局ブロックごとに、地域産業技術連携推進会議も設置し、経済産業局に事務局を置いて地域関連施策との連携強化を図っている。

産業技術連携推進会議開催実績 平成17年3月31日現在

部会名	回数
機械・金属部会	18
物質工学部会	16
窯業部会	7
資源・エネルギー環境部会	8
生命工学部会	7
情報・電子部会	14
繊維部会	23
福祉技術部会	7
知的基盤部会	6
合計	106

※地域部会等を含む

## 12) 工業標準

### ① JIS/TS 制度の概要

日本工業規格（JIS）は、鉱工業品の品質の改善、生産能率の増進、生産の合理化、取引の単純公正化、使用、消費の合理化を図る等を目的として、鉱工業品の種類、形式、形状、寸法、構造、品質等の要素、また、鉱工業品の生産方法、設計方法、使用方法等の方法、もしくは試験、検査等の方法その他について規定した技術文書として、工業標準化法（昭和24年6月1日法律第185号）に基づく手続きによって制定される。

標準仕様書（TS）は、日本工業標準調査会の審議において、市場適合性が確認できない、又は技術的に開発途上にあるなど、JIS 制定へのコンセンサスが得られなかったが、将来 JIS 制定の可能性があると判断され、公表される標準文書である。

### ② 工業標準化研究制度の概要

産業競争力強化の必要性が高まる中、研究開発成果の普及促進の観点から、研究開発と標準化との連携が重要な課題となっている。このような背景の下、産総研は、平成15年11月、「産総研工業標準化ポリシー」を制定し、所を挙げて工業標準化に取り組むこととしている。

このため、産総研の研究開発成果を工業標準化を通じて普及するために必要な研究及び経済産業省等行政からの要請に対応した工業標準化のために必要な研究を実施している。

工業標準化研究は、日本工業規格（JIS）、国際規格（ISO・IEC）、国際的フォーラム等への提案を直接の目標として掲げるものであり、現在、下記の2つの制度を実施している。

#### イ 標準基盤研究

産総研の研究開発成果の普及に資するため、社会ニーズ及び行政からの要請を反映しつつ、工業標準（JIS、ISO、IEC、国際的なフォーラム等の規格）の素案を作成することを目的とした研究を行う制度である。

研究実施者は、当該研究テーマについて、工業標準化の前提となる基礎的データ等の関連情報の収集・蓄積・体系化や、試験評価方法の確立の基礎となる評価データの取得・分析等を行いつつ、JIS や ISO、IEC、国際的なフォーラム等への国際提案の素案を作成する。なお、各研究テーマの研究期間は原則として1～3年である。

#### ロ エネルギー・環境技術標準基盤研究

エネルギー政策や環境政策の遂行の観点に立った経済産業省からの要請に基づく標準化テーマについて、産総研の研究ポテンシャルを活用しつつ、工業標準化に取り組むための研究を行う制度である（経済産業省からの委託事業）。

研究の内容は、標準基盤研究と同様に、工業標準化の前提となる基礎的データ等の関連情報の収集等を行いつつ、工業標準の素案を作成するものであるが、産総研のポテンシャルを活用するものの、必ずしも研究開発成果

が既に得られているとは限らず、追加的な研究を行う必要がある。このため、1件当たりの予算額は標準基盤研究のそれよりも大きく、各研究テーマの研究期間は原則として3年である。

国際標準 (ISO、IEC) 提案実績一覧

平成17年3月31日現在

No	JIS/IEC規格番号	名称	NP(新業務項目)提案	規格発行	提案者	産総研所属	研究名	ISO/IEC TC
18	ISO/IWA 3	Image Safety - Protecting people against the health risks posed by visual image sequence (映像の生体安全性評価方法)	2004/4/5	2005/9/27	佐川 賢 氏家 弘裕* 共同議長兼幹事	人間福祉医工学研究部門	H15-17 基準認証研究開発事業 (経済産業省委託)	ISO/IWA3 (映像の生体安全性)
19	ISO/IEC 24740	Responsive Link (レスポンスリンク)	2004/5/14		松井 俊浩* project leader 山崎 信行 (慶應義塾大学)	デジタルヒューマン研究センター	H15-20 戦略的創造研究推進事業 (JST)	JTC1/SC25 (情報機器間相互接続) /WG4
20	ISO 22493	Microbeam analysis -- Scanning electron microscopy -- Vocabulary (SEM用語)	2004/6/1		梅原 博行 (中国と共同提案)	計測標準研究部門		TC202 (マイクロビーム分析) /SC1 (用語)

国内標準 (JIS、TS) 提案実績一覧

平成17年3月31日現在

No	TR/JIS規格番号	名称	経済省提出年月日	公示/公表年月日	提案者	産総研所属	研究名
23	TS X XXXX	地質図-記号、色、模様、用語及び地層・岩体区分を示すコード群 (タイプII)	2004/9/21		鹿野 和彦	地質情報研究部門	H15TR化研究 (地質図凡例コードに関する標準情報)
24	JIS X XXXX	臨界ベンチュリノズル (CFVN) を用いた気体流量の測定	2004/10/18		高本 正樹 石橋 雅裕	計測標準研究部門	H13~14標準基盤 (気体流量標準用音速ノズル)

(15) 知的財産部門

(Intellectual Property Department)

機構図 (2005/3/31現在)

所在地: つくば中央第2

人員: 26名 (8名)

概要: 研究成果が社会に使われることにより、経済及び産業の発展に貢献することは、産総研の大きな使命である。このため、知的財産部門においては、知的財産権の戦略的な創出及び効果的な維持、管理を組織的に行い、産総研の研究成果の最大限の知的財産権化を図ると共に、技術移転フェアやホームページ等で研究所所有の知的財産を紹介し、また、指定技術移転機関 (産総研イノベーションズ) を活用することにより、目に見える技術移転を推進している。

また、職員に対して研修や説明会を開催することにより、知的財産権についての意識の高揚を促しているほか、内部弁理士や指定技術移転機関と連携し、内外のサービスニーズに対応している。さらには、ベンチャー開発戦略センターとの連携により、産総研発ベンチャーへの知的財産に係る支援も行っている。

知的財産部門の組織を右に示す。

[知的財産部門]

部門長 三原 裕三

[知的財産コーディネータ] 甲田 壽男 他  
 [知的財産企画室] 室長 中村 達之 他  
 総括主幹 久保田 敏  
 参与 佐村 秀夫  
 顧問 石丸 公生

[知的財産高度化支援室] 室長 甲田 壽男 (兼) 他

[知的財産管理室] 室長 渡部 陽介 他

・産総研の有する知的財産権の民間への移転・事業化の支援 (産総研イノベーションズと協力)

産総研平成16年度特許関連統計

国内特許	出願件数	1,194件
	登録件数	325件
国外特許	出願件数	375件
	登録件数	157件
実施 (国内+国外)	実施契約件数	433件
	実施料	462百万円

研究関連業務

平成16年度ユニット別出願件数（国内・外国出願）

研究ユニット	16年度国内出願件数			16年度外国出願件数			16年度外国権利数		
	単	共	計	単	共	計	単	共	計
深部地質環境研究センター	3	1	4	2		2	2		2
活断層研究センター			0			0			0
化学物質リスク管理研究センター	1		1			0			0
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター			0			0			0
ライフサイクルアセスメント研究センター			0			0			0
パワーエレクトロニクス研究センター	6	2	8	4	3	7	3	2	5
生命情報科学研究センター	6	2	8	3	1	4	3	1	4
生物情報解析研究センター	5	1	6	1	1	2	1	1	2
ティッシュエンジニアリング研究センター			0			0			0
ヒューマンストレスシグナル研究センター		2	2	2	4	6	2	4	6
強相関電子技術研究センター	6	3	9		2	2		2	2
次世代半導体研究センター	15	11	26	8	6	14	6	5	11
サイバーアシスト研究センター	1		1	1		1	1		1
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター			0			0			0
ものづくり先端技術研究センター	1	2	3			0			0
高分子基盤技術研究センター			0			0			0
光反応制御研究センター			0			0			0
新炭素系材料開発研究センター			0			0			0
シナジーマテリアル研究センター			0			0			0
超臨界流体研究センター	11	2	13		6	6		1	1
スマートストラクチャー研究センター			0			0			0
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	8	4	12		1	1		1	1
グリッド研究センター	2	10	12		1	1		1	1
爆発安全研究センター			0		2	2		2	2
糖鎖工学研究センター	11	14	25	2	5	7	2	4	6
年齢軸生命工学研究センター	4	1	5	3	2	5	3	2	5
技術と社会研究センター			0			0			0
デジタルヒューマン研究センター	7	3	10	2		2	2		2
近接場光応用工学研究センター	4	6	10		10	10		6	6
ダイヤモンド研究センター	5		5		1	1		1	1
バイオニクス研究センター	26	12	38	10	2	12	10	2	12
ジーンファンクション研究センター	3	12	15	9	4	14	8	5	13
太陽光発電研究センター	2	4	6		1	1		1	1
ナノカーボン研究センター	11	8	19	1		1	1		1
コンパクト化学プロセス研究センター			0	4		4			0
計測標準研究部門	21	9	30	4	1	5	4	1	5
計測標準研究部門 量子放射科			0			0			0
地球科学情報研究部門			0			0			0
地圏資源環境研究部門	3	4	7			0			0
海洋資源環境研究部門		2	2			0			0
エネルギー利用研究部門	15	5	20		4	4	3	1	4
電力エネルギー研究部門	6		6	2		2	2		2
環境管理研究部門	2		2	3	1	4	3	1	4
環境調和技術研究部門	9	6	15	3	5	8	3	3	6
情報処理研究部門		1	1	1	2	3	1	2	3
知能システム研究部門	22	2	24	1	4	5	1	4	5
エレクトロニクス研究部門	22	18	40	12	9	21	10	8	18
光技術研究部門	46	25	71	6	15	21	5	12	17
生物遺伝子資源研究部門			0			0			0
人間福祉医工学研究部門	21	4	25	10	2	12	8	2	10
脳神経情報研究部門	5	3	8	3	1	4	2	1	3

## 産業技術総合研究所

研究ユニット	16年度国内出願件数			16年度外国出願件数			16年度外国権利数		
	単	共	計	単	共	計	単	共	計
物質プロセス研究部門			0			0			0
セラミックス研究部門			0			0			0
基礎素材研究部門			0			0			0
機械システム研究部門			0			0			0
ナノテクノロジー研究部門	52	15	67	8	26	34	7	16	23
計算科学研究部門	1		1			0			0
生物機能工学研究部門	36	20	56	7	6	13	7	5	12
計測フロンティア研究部門	18	9	27	1	2	3	2		2
ユビキタスエネルギー研究部門	25	7	32	7	6	13	7	4	11
セルエンジニアリング研究部門	23	15	38	11	7	18	11	7	18
先進製造プロセス研究部門	76	49	125	17	16	33	12	10	22
ゲノムファクトリー研究部門	2	6	8	6	4	10	5	4	9
サステナブルマテリアル研究部門	38	19	57	15	5	20	12	4	16
環境管理技術研究部門	29	28	57	3	11	14	3	9	12
環境科学技術研究部門	42	16	58	3	6	9	3	6	9
エネルギー技術研究部門	45	19	64			0			0
情報技術研究部門	15	3	18		1	1		1	1
人間系特別研究体			0			0			0
生活環境系特別研究体			0			0			0
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ			0			0			0
デジタルヒューマン研究ラボ			0			0			0
ライフエレクトロニクス研究ラボ			0			0			0
次世代光工学研究ラボ			0			0			0
微小重力環境利用材料研究ラボ			0			0			0
純度制御材料開発研究ラボ			0			0			0
メンブレン化学研究ラボ	29	4	34		4	4	4		4
マイクロ空間化学研究ラボ	4	2	6			0			0
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ			0			0			0
極微プロファイル計測研究ラボ			0	2		2			0
ジーンファンクション研究ラボ			0			0			0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ	6	3	9			0			0
循環バイオマス研究ラボ	5	6	11		1	1		1	1
実環境計測・診断研究ラボ	25	1	26	6		6	4		4
システム検証研究ラボ			0			0			0
フェロー	2		2			0			0
フェロー			0			0			0
特許生物寄託センター			2			0			0
ベンチャー開発戦略研究センター	1	2	3	1		1	1		1
産学官連携部門 北海道産学官連携センター			0	2		2	2		2
産学官連携部門 関西産学官連携センター	1	1	2			0			0
産学官連携部門 九州産学官連携センター	1		1			0			0
北海道センター				2		2	2		2
中国センター		1	1	1		1	1		1
研究環境整備部門	1		1			0			0
合計	787	407	1,194	190	185	375	169	143	312

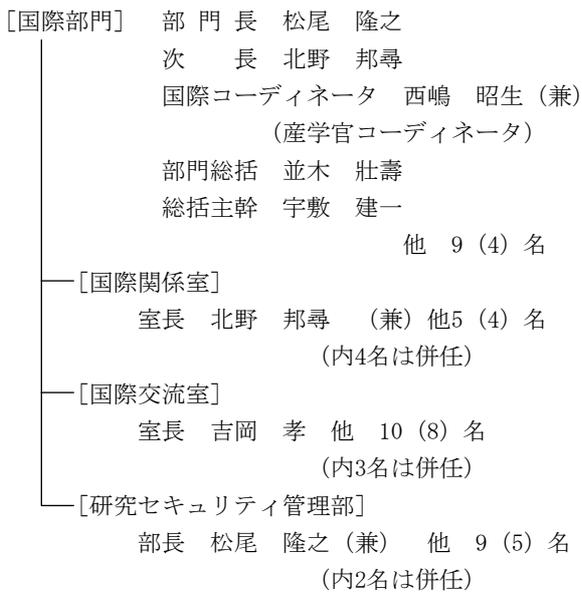
(16) 国際部門  
(International Affairs Department)

所在地：つくば中央第2、本部・情報棟

人員：20名（4名）

概要：国際部門は、関連部局と連携し、海外の研究機関等の技術政策・研究開発動向を把握分析し、国際戦略を構築・推進するとともに、研究交流・共同研究、人材養成・ネットワーク構築（優秀な外国研究者を惹きつける環境整備等人材ハブ・ネットワーク化）を含め世界の有力研究機関・研究者との相互補完的連携を強化し、研究開発のコンピタンス、国際競争力の強化を図る。グローバルな相互補完的連携により、世界の持続的発展可能な社会実現に向けた共通課題に取り組む。また、研究活動における安全保障輸出管理及び国際活動に伴う危機管理業務に携わるとともに、海外への成果普及、研究ユニットの国際活動を支援する。

機構図（3/31現在）



附属組織

産総研インターナショナルセンターおよびテクノ・グロース・ハウス  
センター長 大見 孝吉 他5名

国際関係室 (International Relations Office)

(つくば中央第2)

概要：MOU 締結、海外研究機関との連携強化、アジア環境エネルギーパートナーシップのアクション等アジア戦略の実施を図り、欧州戦略の構築・着実な立ち上げとともに、米国との戦略的研究連携を構築し推進する。また、ワークショップ開催、分野融合の具体的連携推進を含め、国際コーディネート業務をサポートしつつ、以

下の業務を実施する。

- 1) 戦略の構築・立ち上げ、海外の研究機関との MOU 提携・フォローアップを含め戦略的連携を強化。
- 2) MOU 締結・フォローとともに、研究ユニットからの海外機関との研究協力協定書や国際共同研究・受託研究・委託研究契約締結を支援する(知財、産学官と連携)。海外の機関・研究者との連携における研究セキュリティに関する体制を整備する。
- 3) 国際的な競争的資金や外部資金応募とりまとめを含め、国際連携プロジェクトに係る資金確保について研究ユニットの支援を促進する。技術移転に係わる業務として、国際協力機構等からの研修生の受け入れや海外への技術協力に係る業務を行う。
- 4) 重要な国際会議、バイ会議の戦略的活用、海外事務所活動を含めジェットロとの連携、海外からの VIP の受け入れ、研究機関・各国政府関係者とのネットワーク強化により、国際戦略に係る海外情報分析とともに、産総研の国際的プレゼンスの向上、(産総研イノベーションとも連携しつつ)産総研成果のグローバル市場への展開を図る。

国際交流室 (International Cooperation Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研フェロシップ（派遣及び招聘制度）の構築と実行、各種人材交流プログラムの推進等国際的な人材育成・ネットワーク化を推進するとともに、国際研究交流のための派遣・招聘に関する手続きの確実な実行及び研究者の国際研究活動に対する支援業務及び技術研修、海外危機管理システムの構築と具体的な危機に対する迅速な取組みを行うことを通じ、研究活動を積極的に支援するため、以下の事業を行う。

- 1) 産総研フェロシップ制度の構築・実行等国際的な人材育成・ネットワーク化の強化
- 2) 外国人研究者の生活支援事業及び活動拠点室運営事業
- 3) 技術研修
- 4) 国際研究活動に伴う海外危機管理業務の遂行

研究セキュリティ管理部

(Research Security Control Division)

(つくば中央第2)

概要：平成16年度に施行した産総研安全保障輸出管理規程・要領に基づき、産総研の輸出管理業務の統括及び周知徹底を行い、具体的な案件の審査、指導、教育、監査等の業務を推進する。我が国の公的研究機関としての Best Practice 機関としての取り組みを強化する。また、外部人材受入事前登録業務の着実な実施と業務の効率化を図る。

産総研インターナショナルセンター

(AIST International Center(AIC))

(つくば中央第1)

概要：産総研インターナショナルセンターは、産業技術総合研究所に滞在する外国人研究者およびその家族の

生活上の支援を目的に、日本語研修、日本文化研修、日本産業事情視察、交流会、および生活相談業務等の支援事業を行う。

-----

1) 海外出張

表1 平成16年度外国出張者数(予算別)

(件)

区 分	受付	取消等	実出張数
産総研予算による出張	3,073	44	3,029
外部機関からの依頼による出張	339	5	334
外部機関からの受託による出張	3	0	3
外部制度による出張	31	0	31
外国の研究機関等から招聘による出張	120	1	119
文科省科研費による出張	145	4	141
計	3,711	54	3,657

※上表の件数は平成16年度出張申請書受理ベースの件数です。

研究関連業務

表2 平成16年度外国出張者数(国別)

区分/国名	計		1内部	2公益法人 等依頼	3民間等よ り受託	4外部制度	5海外から の招聘	6文科省科 研費
	件数計	割合						
韓国	312	7.5%	249	17	2	6	29	9
台湾	67	1.6%	26	8			19	14
フィリピン	18	0.4%	14	3		1		
インドネシア	16	0.4%	11	4			1	
カンボジア	7	0.2%	6					1
タイ	158	3.8%	137	18			3	
マレーシア	14	0.3%	10	2			2	
ミャンマー	5	0.1%	5					
スリランカ	4	0.1%	2	2				
インド	36	0.9%	28	2		3	1	2
パキスタン	2	0.0%	1					1
ラオス	3	0.1%	2	1				
シンガポール	67	1.6%	56	3			6	2
中国	325	7.8%	263	26		5	15	16
モンゴル	5	0.1%	5					
ベトナム	60	1.4%	52	6				2
オーストラリア	106	2.5%	89	5			1	11
ニュージーランド	22	0.5%	20	1				1
タヒチ	1	0.0%	1					
米国	1,199	28.8%	1,026	107	1	7	18	40
カナダ	117	2.8%	95	14			1	7
メキシコ	29	0.7%	26	1				2
ブラジル	9	0.2%	7	1				1
アルゼンチン	5	0.1%	2	3				
ベネズエラ	1	0.0%		1				
チリ	12	0.3%	12					
英国	188	4.5%	158	18		2	4	6
ドイツ	250	6.0%	211	26			7	6
フランス	315	7.6%	254	40		4	7	10
イタリア	171	4.1%	152	9		1	1	8
スイス	70	1.7%	62	6			1	1
オーストリア	60	1.4%	52	4		1	2	1
ベルギー	50	1.2%	39	9				2
オランダ	55	1.3%	43	7			3	2
ノルウェー	15	0.4%	10	4				1
スウェーデン	49	1.2%	40	6			2	1
デンマーク	19	0.5%	16	3				
フィンランド	18	0.4%	14	3				1
アイルランド	3	0.1%	2	1				
スペイン	58	1.4%	53	4				1
ポルトガル	23	0.6%	20	2			1	
ギリシャ	11	0.3%	10					1
ロシア	22	0.5%	12	10				
ポーランド	40	1.0%	37	3				
チェコ	33	0.8%	30	2				1
ハンガリー	25	0.6%	19	5				1
ルーマニア	3	0.1%	3					
スロヴァキア	3	0.1%	2					1
トルコ	13	0.3%	13					
レバノン	1	0.0%	1					
カタール	2	0.0%	1					1
エジプト	5	0.1%	5					
南アフリカ	7	0.2%	5	1				1
チュニジア	2	0.0%	2					
ウクライナ	1	0.0%	1					

産業技術総合研究所

区分/国名	計		1内部	2公益法人 等依頼	3民間等よ り受託	4外部制度	5海外から の招聘	6文科省科 研費
	件数計	割合						
クロアチア	16	0.4%	16					
スロベニア	11	0.3%	8	1		2		
モーリタニア	2	0.0%		2				
タンザニア	1	0.0%	1					
ラトビア	2	0.0%	1					1
プエルトリコ	2	0.0%	2					
フランス領ポリネシア	3	0.1%	3					
モーリシャス	1	0.0%	1					
オマーン	1	0.0%	1					
日本 (海外在住)	19	0.5%	19					
計	4,170	100.0%	3,464	391	3	32	124	156
(1つの出張で数カ国またがる場合にはそれぞれの国にカウントされております。)								
実出張者数	3,657		3,029	334	3	31	119	141

表3 平成16年度外国出張者数(ユニット別)

区分/組織	計	1内部	2公益 法人等 依頼	3民間 等より 受託	4外部 制度	5海外 からの 招聘	6文科 省科研 費
110 理事長	6	5				1	
110 理事	17	14	2			1	
123 研究コーディネーター	29	20	8			1	
125 顧問	4	4					
130 企画本部	34	28	5			1	
140 評価部	24	20	3			1	
180 広報部	5	5					
211 深部地質環境研究センター	40	39				1	
212 活断層研究センター	61	56	2			3	
213 化学物質リスク管理研究センター	29	28	1				
215 ライフサイクルアセスメント研究センター	34	19	13			2	
216 パワーエレクトロニクス研究センター	31	24	6				1
217 生命情報科学研究センター	55	47	7				1
218 生物情報解析研究センター	28	16	2		1	6	3
221 ヒューマンストレスシグナル研究センター	19	18			1		
222 強相関電子技術研究センター	7	7					
223 次世代半導体研究センター	48	44	1			1	2
224 サイバーアシスト研究センター	13	8	5				
226 ものづくり先端技術研究センター	25	25					
231 超臨界流体研究センター	18	13	4				1
233 界面ナノアーキテクトニクス研究センター	33	19	4		5	3	2
234 グリッド研究センター	109	96	11			2	
235 爆発安全研究センター	25	19	6				
236 糖鎖工学研究センター	34	32	2				
237 年齢軸生命工学研究センター	17	14				2	1
239 デジタルヒューマン研究センター	51	38	10		1	1	1
240 近接場光応用工学研究センター	35	33	1			1	
241 ダイヤモンド研究センター	19	17	2				
242 バイオニクス研究センター	33	31					2
243 ジーンファンクション研究センター	39	32	1			4	2
244 太陽光発電研究センター	56	49	4			2	1
245 システム検証研究センター	18	8	8			1	1
246 ナノカーボン研究センター	15	11	3		1		
310 計測標準研究部門	322	273	32	2	1	10	4
320 地球科学情報研究部門	8	5	2			1	
321 地圏資源環境研究部門	126	107	12		1	3	3
322 海洋資源環境研究部門	6	4	1			1	
323 エネルギー利用研究部門	32	27	4		1		
324 電力エネルギー研究部門	41	39	2				
325 環境管理研究部門	11	11					
326 環境調和技術研究部門	8	8					
327 情報処理研究部門	14	5	8				1
328 知能システム研究部門	74	56	13				5
329 エレクトロニクス研究部門	75	62	8		2	2	1
330 光技術研究部門	79	67	7			3	2
333 人間福祉医工学研究部門	106	82	6		2	6	10
334 脳神経情報研究部門	53	35	5		1	2	10
339 ナノテクノロジー研究部門	122	104	4		2	8	4
340 計算科学研究部門	33	28	1			1	3
341 生物機能工学研究部門	103	91	5			2	5
342 計測フロンティア研究部門	43	32	6		1	2	2
343 ユビキタスエネルギー研究部門	58	43	6			5	4
344 セルエンジニアリング研究部門	69	58	5			1	5

産業技術総合研究所

区分/組織	計	1内部	2公益法人等 依頼	3民間等より 受託	4外部 制度	5海外から の招聘	6文科省科 研費
345 ゲノムファクトリー研究部門	14	12				1	1
346 先進製造プロセス研究部門	191	165	9		4	6	7
347 サステナブルマテリアル研究部門	89	84			1		4
348 地質情報研究部門	185	121	29	1	2	14	18
349 環境管理技術研究部門	116	83	14			7	12
350 環境化学技術研究部門	93	81	2			3	7
351 エネルギー技術研究部門	173	149	12		4	1	7
352 情報技術研究部門	80	60	17				3
418 メンブレン化学研究ラボ	11	10					1
419 マイクロ空間化学研究ラボ	1	1					
423 単一分子生体ナノ計測研究ラボ	6	6					
424 循環バイオマス研究ラボ	14	13	1				
426 実環境計測・診断研究ラボ	4	4					
491 フェロー	6	6					
620 特許生物寄託センター	2	2					
630 ベンチャー開発戦略研究センター	19	19					
635 地質調査情報センター	19	16	3				
640 計量標準管理センター	42	38	1			3	
710 技術情報部門	39	37	2				
720 産学官連携部門	16	13	3				
750 成果普及部門	7	7					
760 国際部門	33	32	1				
770 知的財産部門	23	21	2				
850 能力開発部門	1					1	
931 北海道センター	1	1					
933 管理監	1	1					
935 中部センター	2					2	
937 中国センター	4	4					
999 その他 (外部の者)	71	67	0	0	0	0	4

合 計	3,657	3,029	334	3	31	119	141
-----	-------	-------	-----	---	----	-----	-----

実出張者数	3,657	3,029	334	3	31	119	141
-------	-------	-------	-----	---	----	-----	-----

表4 出張目的別出張者数(複数申告)

区分/目的	計		1.内部	2.公益法人等 依頼	3.民間等より 受託	4.外部制度	5.海外から 招聘	6.文科省科 研費
	件数	割合						
国際会議・学会等	3,018	64.9%	2,576	243	0	12	68	119
動向調査	596	12.8%	508	65	0	0	4	19
実地調査	252	5.4%	210	28	0	1	1	12
在外研究	63	1.4%	46	4	0	3	7	3
共同研究	314	6.8%	245	24	0	12	20	13
技術協力	90	1.9%	50	24	1	0	14	1
交渉折衝	95	2.0%	68	23	0	0	3	1
在外研修	37	0.8%	34	1	0	2	0	0
その他	186	4.0%	144	15	2	3	15	7
合計	4,651	100%	3,881	427	3	33	132	175

(1つの出張で目的が数種類ある場合にはそれぞれの目的にカウントされております。)

実出張者数	3,657	3,029	334	3	31	119	141
-------	-------	-------	-----	---	----	-----	-----

表5 産総研職員を招聘した外国機関等

機 関 名	国 名	人数
Korean Institute of Ceramic Engineering and Technology (韓国窯業技術院)	韓国	6
Korea Institute of Geoscience & Mineral Resources (韓国地質資源研究院)	韓国	5
KITECH(韓国生産技術研究院)	韓国	2
Korea Research Insitutitel of Standards and Science (韓国標準研究所)	韓国	2
東亜大学	韓国	2
Korea Institute of Energy Research (韓国エネルギー研究所)	韓国	1
AATA Organizer	韓国	1
APEC	韓国	1
Chonnam National University	韓国	1
Inha University	韓国	1
韓国科学技術院	韓国	1
Korean Advanced Institute of Science and Technology (韓国産業技術研究所)	韓国	1
韓国人間工学会	韓国	1
Korean Association of Crystal Growth	韓国	1
Korean Federation of Science and Technology Societies (韓国科学技術団体総連合会)	韓国	1
Kyung Hee University (キョンヒ大学)	韓国	1
Seoul National University	韓国	1
(財)工業技術研究院:CMS/ITRI(台湾)	台湾	3
National Central University(台湾国立中央大学)	台湾	3
(財)交流協会/台湾・国家科学委員会	台湾	2
中國工程師學會	台湾	1
2004 IEDMS 委員会及び台北駐日経済文化代表处	台湾	1
International Conference-in Commenmoration	台湾	1
National Center of High-Performance Center	台湾	1
Taiwan Accreditation Foundation	台湾	1
亜東関係協会	台湾	1
国立政治大学商学院智慧財産研究所	台湾	1
成功大学防災研究センター	台湾	1
台湾行政院国家科学委員会科学技術資料中心	台湾	1
龍華科技大学	台湾	1
Chinese Culture University	台湾	1
KAN National Accreditation Body of Indonesia	インドネシア	1
International Center for Training and Exchanges in Geosciences	タイ	1
NIMT	タイ	1
日本インドネシア科学技術フォーラム	タイ	1
マレーシア NMI SIRIM	マレーシア	1
マレーシア大学	マレーシア	1
NPLI(インド国立物理学研究所)	インド	1
SPRING	シンガポール	2
A*STAR	シンガポール	1
Institute of Materials Research and Engineering	シンガポール	1
The Institute of High Performance Computing	シンガポール	1
アジア太平洋計量計画	シンガポール	1
清華大学	中国	3
アジア太平洋計量計画	中国	2
BASF	中国	1
The 2nd Japanese-Chinese Seminar on Advanced Battery Materials	中国	1
香港城市大学	中国	1
香港理工大学	中国	1
武漢大学	中国	1
中国フッ素化学協会、中国政府	中国	1
中国地質調査所	中国	1
中国電子科学技術集团公司五十四研究所	中国	1
中国科学院 上海有機化学研究所	中国	1
南京大学	中国	1

## 産業技術総合研究所

機 関 名	国 名	人数
The University of Queensland	オーストラリア	1
米国ソーク研究所	米国	3
Massachusetts General Hospital	米国	2
Dupont-MIT Alliance	米国	1
IODP-MI	米国	1
Materials Research Society	米国	1
Miller Institute	米国	1
National Institute of Mental Health	米国	1
RCSB Protein Data Bank	米国	1
Southern California Earthquake Center	米国	1
University of California, Berkeley	米国	1
University of Michigan Medical School	米国	1
University of Washington School of Medicine	米国	1
ジェット推進研究所	米国	1
デラウェア大学	米国	1
米国大気海洋庁太平洋海洋環境研究所	米国	1
ワークショップ組織委員会	米国	1
NINT	カナダ	1
European Bioinformatics Institute	英国	1
The Institution of Mechanical Engineers	英国	1
University of East Anglia	英国	1
ケンブリッジ大学	英国	1
Intenational Continental Scientific Drilling Project (国際陸上掘削計画)	ドイツ	2
IFM-GEOMAR	ドイツ	1
Institute for Economic and Social Ethics	ドイツ	1
ベルリン日独センター	ドイツ	1
ルイ・パスツール大学	フランス	4
ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE CACHAN	フランス	1
INRA 研究所	フランス	1
ユネスコ	フランス	1
Netherlands Institute for War Documentation	オランダ	1
化学兵器禁止機関	オランダ	1
国際陸上科学掘削計画	オーストリア	1
Karolinska Institute	スウェーデン	1
Royal Institute of Technology	スウェーデン	1
ICSU-SCOR	ポルトガル	1
合 計		119

(1つの出張で複数の機関から招聘されている場合にはそれぞれの機関にカウントしております。)

2) 外国人研究者受入

表6 平成16年度外国人研究者受入実績(制度別)

受入制度	受入人数	取り扱い部門
外国人客員研究員 (内 JSPS/STAフェロー 49人)	264	国際部門、産学官連携部門 (国内申請26件)
ウィンターインスティテュート	16	国際部門
JSPSサマープログラム	2	国際部門
重点研究支援協力員	13	産学官連携部門
NEDO養成技術者	4	産学官連携部門
JICA研修	31	国際部門
技術研修	72	国際部門、産学官連携部門 (国内申請55件)
共同研究派遣	52	産学官連携部門
非常勤職員	325	能力開発部門
その他	18	国際部門
計	797	

(新規受入分、滞在6日以上)

表7 平成16年度外国人研究者受入実績(国籍別)

国籍	受入人数
中国	256
韓国	127
インド	61
米国	37
ドイツ	30
タイ	24
フランス	21
ロシア	19
インドネシア	16
バングラデシュ	16
ポーランド	16
イタリア	14
ベトナム	13
英国	13
フィリピン	9
カナダ	9
台湾	8
トルコ	7
オーストラリア	7
エジプト	6
その他45カ国	88
合計	797

## 3) 技術研修

「独立行政法人産業技術総合研究所技術研修規程」（13規程第23号）に則り、企業及び大学等から派遣された者（外国籍）に対して研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、産業科学技術の発展及び継承を図るために技術研修を実施している。

また、(独)国際協力機構（JICA）や文部科学省、(社)科学技術国際交流センター（JISTEC）からの依頼により、JICA 集団研修、個別研修、サマープログラム研修、ウインターインスティテュート研修を実施している。

平成16年度は、6日以上滞在の技術研修員受入数は68名、5日以下16名の総数84名を受け入れた。

(平成15年度から継続滞在〔6日以上滞在13名〕を含むと、97名となる。)

表8 平成16年度 外国人技術研修受入実績

制 度	受入人数	5日以下	計
技術研修（JICA／サマー／ウインター 研修以外）	19	1	20
サマープログラム研修	2		2
ウインターインスティテュート研修	16		16
JICA 個別研修	8	10	18
JICA 集団研修／国別特設			
「アジア太平洋法定計量システム」及び「タイ国別特設：国家計量標準」	14		14
「ウクライナ国別特設：石炭鉱山保安技術」		5	5
「環境調和技術」	6		6
「産業標準・評価技術」	3		3
合計	68	16	84 (名)

## 平成15年度からの継続

JICA 集団研修 「環境調和技術」	4		4
JICA 集団研修 「産業標準・評価技術」	4		4
技術研修	5		5
合計	13	0	13 (名)

H15からの継続を含む合計 81 16 97 (名)

表9 平成16年度 外国人技術研修受入実績（ユニット毎）

## 平成16年度受入れ

制度	ユニット	受入人数	5日以下	計
技術研修（JICA／サマー／ウインター 研修以外）		19	1	20
	【ユニット別内訳】			
	パワーエレクトロニクス研究センター	1		
	生命情報科学研究センター	1		
	界面ナノアーキテクニクス研究センター	1		
	デジタルヒューマン研究センター	1		
	計測標準研究部門	2		
	地圏資源環境研究部門		1	
	知能システム研究部門	4		
	生物機能工学研究部門	1		
	ユビキタスエネルギー研究部門	1		
	ゲノムファクトリー研究部門	3		
	環境管理研究部門	1		
	環境化学技術研究部門	1		
	エネルギー技術研究部門	1		
	国際部門	1		
サマープログラム研修		2		2
	【ユニット別内訳】			
	人間福祉医学研究部門	1		
	生物機能工学研究部門	1		

表9 平成16年度 外国人技術研修受入実績（ユニット毎）  
平成16年度受入れ

ウィンターインスティテュート研修	16		16
【ユニット別内訳】			
ライフサイクルアセスメント研究センター	1		
生命情報科学研究センター	1		
ヒューマンストレスシグナル研究センター	2		
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	1		
年齢軸生命工学研究センター	1		
バイオニクス研究センター	1		
ジーンファンクション研究センター	2		
エレクトロニクス研究部門	1		
計算科学研究部門	1		
ゲノムファクトリー研究部門	1		
先進製造プロセス研究部門	1		
環境管理技術研究部門	1		
エネルギー利用研究部門	1		
情報技術研究部門	1		
JICA 個別研修	8	10	18
【ユニット別内訳】			
地圏資源環境研究部門	2	6	
ユビキタスエネルギー研究部門	1		
先進製造プロセス研究部門（つくばセンター）	2		
先進製造プロセス研究部門（中部センター）	1		
地質情報研究部門		1	
環境管理技術研究部門	2	3	
JICA 集団研修／国別特設			
「アジア太平洋法定計量システム」及び「タイ国別特設：国家計量標準」	14		14
【ユニット別内訳】			
国際部門 国際標準協力室	14		
「ウクライナ国別特設：石炭鉱山保安技術」		5	5
【ユニット別内訳】			
地圏資源環境研究部門		5	
「環境調和技術」	6		6
【ユニット別内訳】			
環境管理技術研究部門	2		
メンブレン化学研究ラボ（東北センター）	2		
循環バイオマス研究ラボ（中国センター）	1		
循環バイオマス研究ラボ（九州センター）	1		
「産業標準・評価技術」	2		2
【ユニット別内訳】			
メンブレン化学研究ラボ（東北センター）	2		
合計	67	16	83

(名)

産業技術総合研究所

H15からの継続

JICA 集団研修 「環境調和技術」	4		4
【ユニット別内訳】			
ヒューマンストレスシグナル研究センター	1		
生物機能工学研究部門	1		
環境化学技術研究部門	1		
メンブレン化学研究ラボ (東北センター)	1		
JICA 集団研修 「産業標準・評価技術」	4		4
【ユニット別内訳】			
ライフサイクルアセスメント研究センター	1		
ユビキタスエネルギー研究部門	1		
環境管理研究部門	1		
メンブレン化学研究ラボ (東北センター)	1		
技術研修	5		5
【ユニット別内訳】			
生物情報解析研究センター	2		
知能システム研究部門	1		
光技術研究部門	1		
エレクトロニクス研究部門	1		
合計	13	0	13
平成15年度からの継続を含む合計	81	16	97

研究関連業務

表10 平成16年度 外国人技術研修 国別受入れ一覧表 (6日以上滞在)

国別	人数(人)	受入れ人数	JICA	ウインターインスティテュート	サマーインスティテュート	技術研修
<b>アジア地域</b>						
イラン		2	2			
インド		1				1
インドネシア		2	2			
オマーン		0				
韓国		21		16		5
タイ		11	9			2
台湾		1				1
中華人民共和国		5	3			2
トルコ		1	1			
パキスタン		1				1
パレスチナ自治区		1	1			
フィリピン		1	1			
ベトナム		2	2			
マレーシア		1	1			
モンゴル		0				
ラオス		1	1			
<b>小計</b>		51	23	16	0	12
<b>米州地域</b>						
アメリカ		1			1	
アルゼンチン		4	4			
カナダ		1			1	
パナマ		0				
メキシコ		3	3			
<b>小計</b>		9	7	0	2	0
<b>ヨーロッパ地域</b>						
クロアチア		1	1			
ドイツ		1				1
フランス		4				4
<b>小計</b>		6	1	0	0	5
<b>その他の地域</b>						
<b>小計</b>		0	0	0	0	0
<b>合計</b>		68	31	16	2	19

表11 平成16年度 外国人技術研修 国別受入れ一覧表  
 (平成15年度からの継続；6日以上滞在)

人数(人) 国別	受入れ人数	JICA	技術研修
<b>アジア地域</b>			
インドネシア	1	1	
オマーン	1	1	
韓国	1		1
中華人民共和国	4	2	2
パレスチナ自治区	1	1	
モンゴル	2	2	
<b>小計</b>	10	7	3
<b>米州地域</b>			
パナマ	1	1	
<b>小計</b>	1	1	0
<b>ヨーロッパ地域</b>			
フランス	1		1
<b>小計</b>	1	0	1
<b>その他の地域</b>			
<b>小計</b>	0	0	0
<b>合計</b>	12	8	4

表12 外国機関との研究協力覚書締結

NO	調印日	相手先機関	相手先機関所属国	担当ユニット
1	2004/5/19	中国科学院 (Chinese Academy of Sciences)	中国	国際部門
2	2004/6/21	ソウル国立大学強相関電子材料研究センター／The Center for Strongly Correlated Materials Research (CSCMR)	韓国	計算科学研究部門
3	2004/6/26	モンペリエ第2大学&CNRS	フランス	近接場光応用光学研究センター
4	2004/6/30	ルイ・パスツール大学 (L'universite Louis Pasteur (ULP))	フランス	国際部門
5	2004/7/7	ロシア／VNIIMS	ロシア	計量標準管理センター
6	2004/7/9	トーマス・ジェファーソン大学 (Thomas Jefferson University /TJU)	アメリカ	国際部門
7	2004/8/16	インド国立ジャワハラル・ネール研究所 (Jawaharal Nehru Centre for Advanced Scientific Research/JUCASR)	インド	エレクトロニクス研究部門
8	2004/8/18	インドネシア (ムラワルマン大学附属熱帯降雨林研究センター)	インドネシア	環境管理研究部門
9	2004/8/18	国立高性能研究センター／NCHC	台湾	システム研究センター
10	2004/10/19	Agency for Science, Technology and Research (ASTAR)	シンガポール	国際部門
11	2004/10/26	スウェーデン国シャルマース工科大学	スウェーデン	システム検証研究センター
12	2004/11/15	International School for Advanced Studies (SISSA), University of Trieste	イタリア	ナノテクノロジー研究部門
13	2004/11/19	カリフォルニア大学サンディエゴ校／UCSD	アメリカ	グリッド研究センター
14	2004/11/25	National Science and Technology Development Agency／NSTDA	タイ	国際部門
15	2004/11/25	タイ科学技術研究院／TISTR	タイ	国際部門
16	2004/12/1	Max-Planck-Institute for Polymer Research	ドイツ	セルエンジニアリング研究部門分子創製研究グループ
17	2004/12/15	ベトナム科学技術院／VAST	ベトナム	国際部門
18	2005/1/20	バイロイト大学／UB	ドイツ	先進プロセス研究部門
19	2005/2/17	韓国化学技術研究所 Korea Research Institute of Chemical Technology／KRICT	韓国	生物機能工学研究部門

表13 平成16年度科学技術協力協定期協議への提示協力テーマ数

開催時期	相手国	政府間定期協議名	産総研の協力テーマ件数 (新規含む)
2004/5	カナダ	第11回日加宇宙パネル (「日加科学技術協力合同委員会」下)	6
2004/5	ハンガリー	第8回日・ハンガリー科学技術協力合同委員会	9
2004/6	ノルウェー	第1回日・ノルウェー科学技術協力合同委員会	5
2004/6	フィンランド	第3回日・フィンランド科学技術協力合同委員会	13
2004/7	スイス	第4回日・スイス科学技術ラウンドテーブル	7
2004/8	オーストラリア	第11回日豪科学技術協力合同委員会	3
2004/12	カナダ	第5回日本・カナダ 地球科学・環境パネル	2

表14 海外研究機関との共同研究、受託研究、委託研究件数

共同研究	0件
受託研究	2件
委託研究	6件

(年度内契約分)

表15 国際シンポジウム等開催（国際部門扱い）

会議等名称	開催場所	開催期間	参加者数	備考
ハノーバー・メッセ2004 -産総研成果のビジネスパートナーリングを含む-	ハノーバー	(2004-04-19~24)	約18万人	協力
Asia Nanotech Forum Summit (ANFoS2004)	プーケット、 バンコク	(2004-05-10~12)	約50人	主催
産総研・中国科学院連携シンポジウム	東京	(2004-05-19)	200人	主催
BIO2004：バイオテクノロジー産業の祭典 -生命情報科学研究センターと産総研バイオベンチャー 第1号の株式会社インフォジーンズ出展-	サンフランシスコ	(2004-06-06~09)	約17,000人	協力
The 2nd AIST and KOCI Joint Workshop	札幌	(2004-06-29)	40人	主催
第41回CCOP 年次総会	つくば	(2004-11-15~18)	180人	主催
Thailand-Japan Collaboration Workshop 2004	バンコク	(2004-11-24~ 25)	100人	主催
平成16年度産総研国際シンポジウム	東京	(2004-11-26)	315人	主催
Asia Nano Forum (ANF) Special Workshop- Societal Impact of Nanotechnology in the Asia Pacific Region	北京	(2004-11-26~27)	100人	主催
First VAST-AIST Workshop on Research and Development Collaboration	ハノイ	(2004-12-15~ 17)	100人	主催
バイオマス・アジア・ワークショップ2005	東京、つくば	(2005-1-19~21)	200人	主催
Nano Tech 2005 国際ナノテクノロジー総合展・技 術会議	東京	(2005-02-23~25)	39,069人	協力
HKUST-AIST Joint Workshop on Nano Science and Technology	香港	(2005-03-03~04)	100人	主催
Thailand-Japan Collaboration Follow-Up Meeting	つくば	(2005-3-22~23)	50人	主催

注1) 「協力」は分科会の企画・組織化の分担、あるいは日本側とりまとめとしての参加等。

注2) 研究ユニット等が主催し国際部門がかかわらない国際会議等が多数あり、重要なものは下記URLにて紹介されています。

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/event/old\\_event\\_main.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/event/old_event_main.html)

表16 平成16年度外国要人来訪

来訪日	来訪者	訪問先
2004年4月16日	タイ国家科学技術開発庁 (NSTDA) 長官	丸の内サイト
2004年4月20日	フランス原子力庁長官	つくばセンター
2004年5月17~19日	中国科学院院長	つくばセンター、臨海副都心センター
2004年5月27日	タイ商務副大臣	つくばセンター
2004年6月5日	タイ科学技術大臣	つくばセンター
2004年6月29日	韓国産業技術研究会 (KOCI) 理事長	北海道センター
2004年7月13~15日	シンガポールA*STAR Managing Director	つくばセンター、臨海副都心センター
2004年8月10日	台湾行政院國家科學委員會副主任委員	つくばセンター
2004年10月22日	台湾行政院國家科學委員會副主任委員	つくばセンター
2004年11月17日	韓国大統領補佐官	つくばセンター
2005年2月22日	台湾工業技術研究院 (ITRI) 副院長	つくばセンター
2005年2月24日	フランス経済産業省貿易担当大臣	つくばセンター
2005年3月23日	タイ国家科学技術開発庁 (NSTDA) 長官	つくばセンター

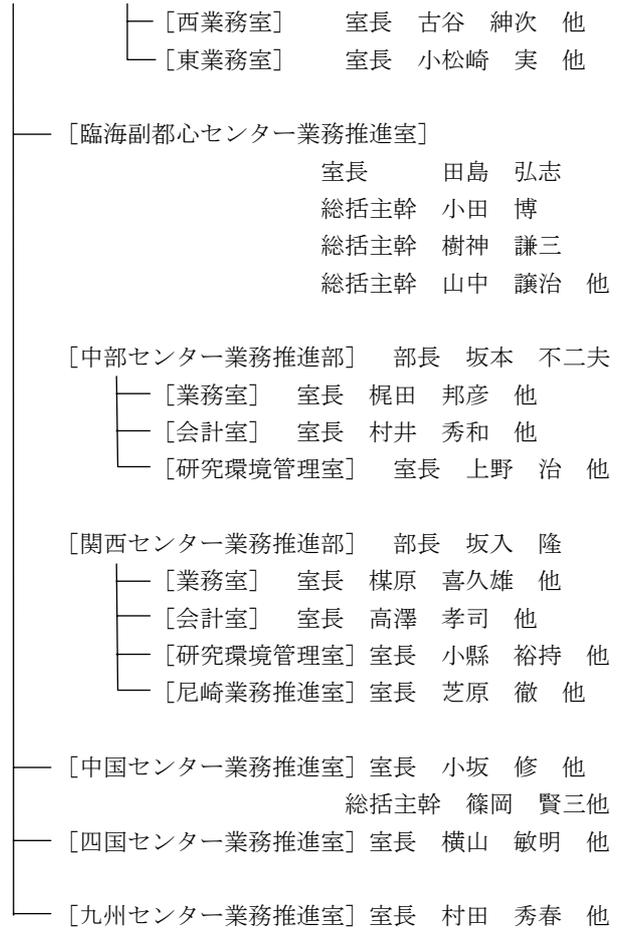
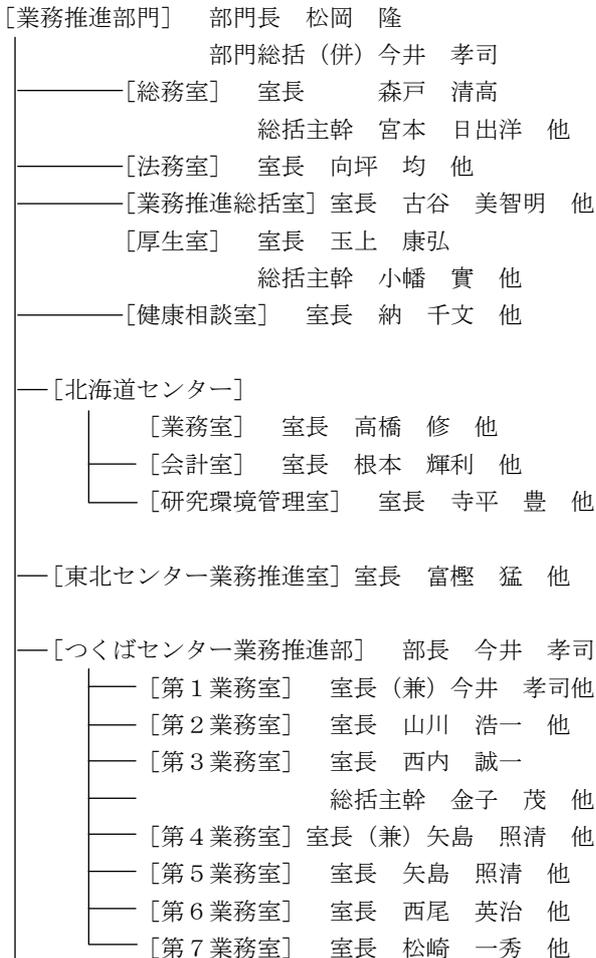
(17) 業務推進部門  
(General Administration Office)

所在地：東京本部、北海道センター、東北センター、つくばセンター（つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東）、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター

人員：189名

概要：業務推進部門は、産総研の法務関連支援、文書管理、職員の福祉厚生の実施及び健康の維持増進を図り、職員の勤務及びサービス管理など研究ユニットに密着した支援を行うと共に、職場の安全・衛生管理、建物及び施設の管理を主な業務としている。また、地域センターの業務推進部（室）では、会計室又は会計担当を配置し、物品の調達・管理等の会計事務を行っている。これらの業務は、職員の日常生活（業務）に極めて密着していることから、職員の要望に積極的に応える姿勢が重要と考え、また、適切な業務運営と業務の効率化を推進する。

機構図（2005/3/31現在）



総務室 (General affairs Office)

(東京本部)

概要：東京本部における文書管理、安全衛生管理、施設管理等定常的な庶務業務を行うとともに、役員の秘書業務及び官庁との事務連絡等の業務を行っている。

法務室 (Legal Office)

(東京本部)

概要：関係法令に基づく規程類（業務方法書、規程、規則、細則、要領等）の制定業務及び4法律事務所と顧問契約を締結し、日常の業務運営等に関する法律相談を行っている。

業務推進総括室 (General Affairs Management Office)

(つくば中央第2)

概要：つくば本部における役員の秘書、理事長が主宰する会議の庶務、文書・公印管理、職員の勤務・サービス管理及び廃棄物の処理・管理に関する業務を行っている。

厚生室 (Welfare Office)

(つくば中央第1)

概要：福利厚生業務として、公務員宿舎、団体扱の財形・生保・損保・簡保の差引き、レクリエーション費配分及び実施・サークル助成、公務災害補償、非常勤職員

社会保険手続、退職相談等の業務の他、つくばセンター一時預かり託児・児童保育も行なっている。経済産業省共済組合産総研支部業務として、短期給付、長期給付、福祉事業の3つの主な事業の他、支部及び分室診療所運営、食堂・売店・理美容・自動販売機等の委託を行っている。

健康相談室 (Health Consultation Office)

(つくば中央第1)

概要：つくばセンター・東京本部・臨海副都心センター職員に対する健康診断の企画・実施、健康相談及び保健指導並びに労働基準監督署への報告、職場巡視等を行うと共に、つくばセンターでは健康管理システムによる特殊検診受診項目確定、受診票作成・配信、結果管理及び結果通知配信、保健指導の為にデータ管理を行っている。インターネットによるメンタルヘルス相談、産業医等の予算に係る業務も行っている。

業務推進室 (General Administration Office)

(東北センター、臨海副都心センター、関西センター(尼崎)、中国センター、四国センター、九州センター)

概要：各センターの業務推進室は、センターの文書・公印管理、職員の勤務及び服務に関する管理・指導、職場の安全衛生管理、建物及び施設管理等を行い、安心して試験研究に取り組める環境整備に努めている。また、計画的な研究及び業務の遂行に期するため、各種物品の的確な調達及び資産管理を行うとともに関係機関等との連絡調整事務を行っている。

業務室 (Region General Affairs Office)

{北海道センター、つくばセンター(つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、中部センター、関西センター}

概要：つくばセンターの各サイト業務室は、サイト職員の勤務・サービス管理、庁舎の維持管理、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務を主な業務としている。

地域センター(つくばセンターを除く。)の業務室は、センター職員の勤務・サービス管理、庁舎の警備・維持管理、人事・研修等の能力開発業務及び職員の健康維持増進並びに福利厚生の実施等を主な業務としている。

これらの業務は、職員の規律の遵守とサービス支援の日常生活に密着しており、迅速な業務対応を行い効率的な組織運営を図っている。

会計室 (Region Accounting Office)

(北海道センター、中部センター、関西センター)

概要：会計室は、予算及び決算に関する予算業務、支

払い、収入及び旅費に関する経理業務、物品等の調達契約、役務契約などの調達業務、固定資産の管理、運用、減価償却計算、資産取得に伴う検収などの財産管理業務を行っている。

これらの業務は、適正かつ迅速な業務執行を求められる支援業務であり、的確な業務の推進を図っている。

研究環境管理室

(Region Environmental Management Office)

(北海道センター、中部センター、関西センター)

概要：研究環境管理室は、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務及び情報化を推進するため情報システム運営管理の業務を主な業務としており、よりよい研究環境を形成すべく環境保全、施設の維持・管理の業務を推進している。

(18) 能力開発部門

(Human Resources Department)

所在地：つくば中央第2

人員：41名(4名)

概要：能力開発部門の役割は、職員の能力の向上、適材配置の増進、各職員の職務遂行の能率の向上、適切な処遇制度の構築・運営を図ることである。

これらの人事制度は、組織運営の基盤となるものであることから、当部門においては、その適切な運営・改善・発展に不断の努力を払い、より良い制度となるように努めている。

機構図(2005/3/31現在)

[能力開発部門]

部門長 村永 祐司

能力開発コーディネータ 工藤 勝久

岩崎 孝志

宮崎 芳徳

審議役

佐藤 尚之

渡邊 修治

シニアリサーチャー 佐藤 芳夫

部門総括 渡邊 修治(兼)

[人事室] 室長 渡邊 修治(兼) 他

[勤労室] 室長 宮入 豊 他

[能力開発センター] センター長 岡本 幸男

副センター長 君島 信一他

人事室 (Personnel Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 役員及び職員の任用に関すること。

- ② 評価制度の構築・実施に関すること。
- ③ 給与の支給に関すること。
- ④ 人件費の把握、見直しに関すること。
- ⑤ 兼業の許可に関すること。
- ⑥ 分限に関すること。
- ⑦ 就職に関すること。
- ⑧ 栄典及び表彰に関すること。

勤労室 (Staff Office)

(つくば中央第2)

概要:

- ① 職員の労働条件の基準に関すること。
- ② 労使関係に係る総合調整に関すること。
- ③ 服務規律に関すること。
- ④ 役員及び職員の懲戒に関すること。

能力開発センター

(Human Resources Development Center)

(つくば中央第1)

概要:

- ① 職員の研修、能力開発に関すること。
- ② 職員に対する就職情報の提供及び相談に関すること。

業務報告データ

年度特記事項

1. 評価制度 (短期評価・長期評価) の構築、実施。
2. ワイドキャリアスタッフ、所内公募制の実施。
3. 就業規則、給与規程の設定等労働条件の整備。
4. 行政系階層別研修及び研究職員向けの専門研修を充実させ実施。
5. 大学等の非常勤講師等年次休暇を取得しての兼業の実施のため、関係規程の整備を実施。
6. 本格研究、研究関連・管理業務の理事長表彰の実施。
7. 産総研の非特定独立行政法人化 (非公務員型) に向けた、新たな人事制度及び人事関連規程整備の実施。
8. 給与業務において、年末調整に係る申請書類のシステム化による効率化・サービス向上の実施

(19) 財務会計部門

(Financial Affairs Department)

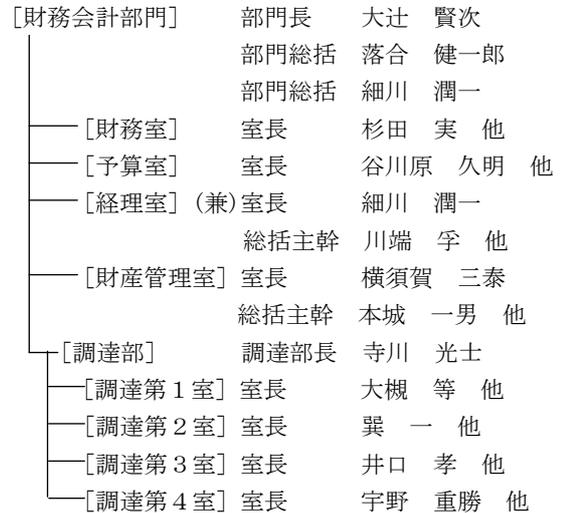
所在地: つくば中央第1、つくば中央第2、東京本部

人員: 80名

概要: 財務会計部門は、独立行政法人制度に則り産総研の活動を財務会計という側面について、内部管理を行い、結果を財務諸表等により適正かつ迅速に社会に公表するとともに、産総研全体の活動に対する業務支援を行うミッションを担っている。また、財務会計に係るコン

プライアンスとリスク管理を適切に行いつつ支援業務を遂行するため「財務室、予算室、経理室、財産管理室及び調達部 (4室で構成)」を配置している。

機構図 (2005/3/31現在)



財務室 (Finance Office)

(東京本部)

概要: 予算のとりまとめ、財務分析、予算の分野別情報の管理、余裕金の運用、資金の借入及び償還、財務会計に係る業務であって、他の所掌に属しないもの

予算室 (Budget Office)

(つくば中央第2)

概要: 年度計画に基づく実行予算の配賦の計画及び示達、予算の執行管理、収入管理

○収入件数 約4,200件、収入金額1,919億円。

経理室 (Accounting Office)

(つくば中央第2)

概要: 資金計画、決算、金銭の支払、出納及び保管、税務、計算証明、財務会計システムの管理

○支払件数 約22万件、支払金額1,933億円。

○旅費件数 約7万件、約26億円。

○小口現金交付件数 約270件、約26百万円。

財産管理室 (Property Administration Office)

(つくば中央第1)

概要: 有形固定資産の検収・管理及び運用、共通在庫消耗品の払出及び在庫管理、借地権の取得及び管理

○不用品処分とリサイクルの促進

資産等廃棄点数 1,383点、総廃棄重量は資産とされぬい物品も含めて 379トﾝ、廃棄物処理費 26,758千円。

リサイクル掲示板及びリサイクルコーナー [第2事業所テント倉庫内 (100m<sup>2</sup>)] により、リサイクルの促進を図った。

○つくばセンターにおける在庫消耗品払出センターの運用

つくば中央第2事業所、第5事業所及び西事業所の3ヶ所で運営。アイテム数は約1,000。

調達部 (Procurement Division)

(つくば中央第1)

概要：物件の調達、物件の売払及び賃貸等の契約、役務の提供等の契約、調達物品等の市場調査、競争参加者の資格審査、調達業務の調整、政府調達に係る協定に基づく調達公告等の官報掲載等。

各室の業務分担は、概ね、研究ユニット毎としている。

○インターネット調達の拡充

インターネット上で商品検索・注文を行い、翌日以降に指定場所まで納品され、支払は毎月一括というスキームのインターネット調達を運用している。現在オフィス用品 (約33,000アイテム)、理化学用品 (約27,000アイテム)、電子部品 (約45,000アイテム)、試薬類 (28メーカー) に加え、平成16年4月に書籍 (全般) を拡充。

利用件数1.5万件、利用金額2.1億円。

○政府調達協定の対象案件数 94件、66億円

○全契約件数 123,670件

○グリーン購入法の適用

「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」に基づき、産総研として、平成16年度における環境物品等の調達の推進を図るための方針を定め、実施しているところ。

(20) 研究環境整備部門  
(Research Facilities Department)

所在地：つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第7、つくば東、つくば西

人員：57名

概要：研究環境整備部門は、施設及び設備の整備計画、建設及び管理、共用研究設備・施設及びエネルギー等の供給施設の運営、電気工作物の保安、依頼試作等に関する業務を行っている。

これらの業務を遂行するため、施設計画室、建設室、施設管理室、建設事業推進室及びテクニカルセンターの4室1センターを配置している。

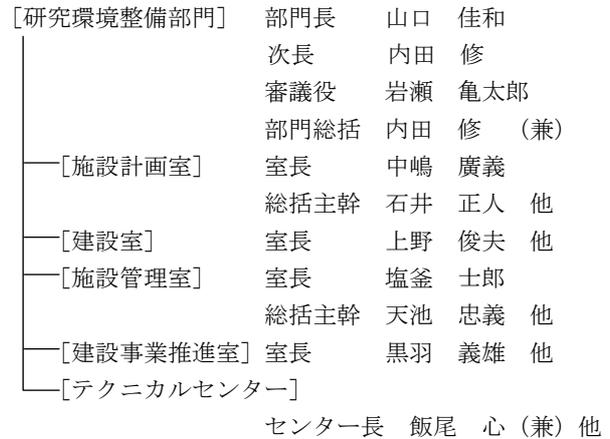
産業技術総合研究所の活動基盤となる施設・設備の整備を行い、良好なインフラストラクチャーとして保全し、向上させるとともに、創造的で効率的な研究の実施に必要な技術支援を推進し、もって競争力ある研究環境を創出することを部門のミッションとしている。

次のとおりの施設等をその管理対象としている。

○敷地面積 約252<sup>㉓</sup>

○建築面積 (延床面積) 約75万 m<sup>2</sup> (約750棟)

機構図 (2005/3/31現在)



施設計画室 (Facilities Planning Office)

(つくば中央第1)

概要：施設計画室は、施設及び設備の整備計画、技術審査及び関連法令に関する業務、研究実施部門等の施設使用の管理に関する業務、工事及び工事関連役務の提供等の契約業務を行っている。

建設室 (Construction Office)

(つくば中央第1)

概要：建設室は、施設及び設備の建設工事に係る設計・積算・監理、監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

施設管理室 (Facilities Maintenance Office)

(つくば中央第1)

概要：施設管理室は、施設及び設備・外構・植栽に係る維持管理、エネルギーの供給施設及び廃水処理施設等の運営を行っている。

これらの管理・運営に係る労働安全、電気工作物の保安、省エネルギーに関する業務を行っている。また、研究実施部門等からの設計依頼の受付窓口を行うと共に、施設設備等の補修、修繕の業務を行っている。

建設事業推進室

(Construction Project Promotion Office)

(つくば中央第1)

概要：建設事業推進室は、臨海副都心センターパイオ・IT 融合研究施設の整備、つくばセンターの特殊空調設備改修をはじめとする老朽化改修、ナノカーボン応用製品創製施設及びプロテインシステムチップ作成の技術開発のためのクリーンルーム施設の高度化改修などの特別事業に係る設計・積算・監理、監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

テクニカルセンター (Technical Service Center)

(つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第7、つくば東、つくば西)

概要：テクニカルセンターは、研究活動を技術的な側面から支援する業務を行っている。

主な業務は、研究用物品の設計・試作、研究者が自ら試行錯誤して工作ができる共用工作室の維持管理と講習等の指導、物質の化学分析・解析、及び試作・工作・分析等に関する技術相談を行っている。

1) 施設の整備

施設建設記録（平成16年度に産総研資産になった主なもの）

○バイオ・IT 融合研究棟

(臨海副都心センター)

1. 施設目的

本施設は、「産業技術総合研究所 臨海副都心センター」の産学官連携の研究拠点を拡張し、生命科学・情報工学の融合研究施設であり、既存棟と共に新規産業の創出や市場拡大につながる独創的な研究に取り組む最先端の研究施設である。また産学官の国内外一線級の研究者が集まって取り組むことを想定し、研究者の交流や研究成果の普及、情報交流の場としても充実した施設を有している。

2. 施設概要

(1) 規模：	(建築面積)	2,513.09 [m <sup>2</sup> ]
	(延床面積)	20,506.51 [m <sup>2</sup> ]
(2) 構造：	鉄骨造(一部鉄骨鉄筋コンクリート) 地上12階建(一部3階建)	

2. 整備費用（老朽化対策） 25億円（平成16年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第2事業所改修機械設備(特殊空調)その他工事	株式会社 エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ	高砂・日設特定建設 工事共同企業体	平成16年7月22日～ 平成17年3月31日
つくば中央第3事業所改修機械設備(特殊空調)その他工事		大成温調 株式会社	平成16年9月1日～ 平成17年2月28日
つくば中央第4事業所改修機械設備(特殊空調)その他工事		大成温調 株式会社	平成16年9月1日～ 平成17年2月28日
つくば中央第5事業所改修機械設備(特殊空調)その他工事		新菱冷熱工業 株式 会社	平成16年9月1日～ 平成17年3月31日
つくば中央第6事業所改修機械設備(特殊空調)その他工事		株式会社 大気社	平成16年9月1日～ 平成17年2月28日
つくば中央・東地区エネルギーモニタリングシステム設置工事(特殊空調)		三機工業 株式会社	平成17年1月14日～ 平成17年3月31日

○ナノカーボン応用製品創製施設高度化改修

1. 改修目的

バイオ IT 融合機器開発プロジェクトの研究を加速するため、また、ナノ加工技術を応用し高効率・高精度な分離・分析が可能のように構造評価を一体的に行えるよう、既存の研究室をクリーンルーム化し、ドラフトチャンパー、スクラパー、超純水装置、特殊ガス供給設備等を設置し高度化を図った。

2. 整備費用（高度化対策） 3億円（平成16年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計	施工	工期
つくば中央5-1A 棟他機械設備改修その他工事(クリーンルーム他工事)	株式会社 綜企画設計	新菱冷熱工業 株式 会社	平成16年9月30日～ 平成17年2月28日

3. 整備費用・工事関連

整備費用：	250億円（平成14年度補正予算）	
工事発注・設計・監理：	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
設計・監理：	株式会社 山下設計	
施工：	建築工事	清水・前田・東亜 特定建設工事共同企業体
	電気(電力)工事	トーエネック・北海・大栄 特定建設工事共同企業体
	電気(通信)工事	株式会社 東電通
	電気(電力)工事	株式会社 東芝
	機械(空調)工事	新菱・日比谷・富士総 特定建設工事共同企業体
	機械(衛生)工事	三機・一設 特定建設工事共同企業体
	エレベーター	フジテック 株式会社
工期：	平成15年9月25日～平成17年1月31日	

○特殊空調設備改修

(つくばセンター)

1. 改修目的

つくばセンターの特殊空調機は、経年劣化により空調機本体・ダクト及び自動制御設備において、腐食、各部の損耗が進行しており、設定された温度・湿度調整等が困難な状況であるため、これらの機器を改修し機能改善を図った。

### 3. 地域拠点

#### (1) 東京本部 (AIST Tokyo Headquarters) つくば本部 (AIST Tsukuba Headquarters)

所在地：

(東京本部)

〒100-8921 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1

(つくば本部)

〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

概要：産業技術総合研究所は、東京及びつくばに本部機能を集中した2本部体制をとり、それぞれの地理的な特長を生かした活動を行い効率的な運営を行っている。

東京を行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として産総研の機動的な活動に有効に活用するとともに、つくば拠点には補完する本部機能として、産学官連携、国際、業務推進等を大規模な研究拠点に隣接させることにより効率的となる組織を置いている。

具体的には、東京本部には、理事長、理事の一部等、企画本部のうち産総研の経営、財務に関する部署及び監査室等を配置している。つくば本部には、副理事長、理事の一部、企画本部のうち研究企画に関する部署及び、産学官連携部門、国際部門、業務推進部門等、研究実施部門との密接な連携が不可欠な部署等を設けている。また、テレビ会議システムの活用により、東京・つくば両本部の有機的・効率的連携を図っている。

-----  
機構図 (2005/3/31現在)

東京本部

役員

企画本部

業務推進本部

監査室

ベンチャー開発戦略研究センター

技術情報部門東京分室

国際部門国際関係室東京分室

業務推進部門総務室、法務室

財務会計部門財務室

つくば本部

役員

企画本部

業務推進本部

評価部

環境安全管理部

広報部

技術情報部門

産学官連携部門

知的財産部門

国際部門

業務推進部門

能力開発部門

財務会計部門

研究環境整備部門

#### (2) 北海道センター (AIST Hokkaido)

-----  
所在地：〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17丁目2-1

代表窓口：TEL. 011-857-8400、FAX. 011-857-8900

サイト：札幌大通りサイト

(住所：〒060-0042 札幌市中央区大通西5丁目8

TEL. 011-219-3359、FAX. 011-219-3351)

人員：238名

概要：産業技術総合研究所北海道センターは、地域における中核研究機関として、遺伝子組換え植物や微生物によるバイオプロセスの開発、高機能タンパク質等の生産を目的としたゲノムファクトリー研究部門を中心とした研究拠点の構築とともに、北海道経済産業局が推進する「北海道スーパークラスター振興戦略」と連携して、産総研全体の研究成果を活用した北海道バイオ産業の活性化や新産業創出に資するための地域連携拠点の構築を目指している。

##### 1) 産学官連携・地域連携拠点の強化

平成16年度から札幌市中心部に札幌大通りサイトを開設し、北海道大学、室蘭工業大学、北見工業大学、経済産業局、自治体、経済団体等14機関と協同して企業等の技術相談に対するワンストップサービスを行うなど、北海道における企業の技術開発、新事業創出のための各種相談、セミナー・交流会等の人的交流を促進する場として活動を開始した。平成16年度の利用者数は3,100人以上に達し、また技術相談件数も310件余りで、そのうち約20件が相談企業と参画機関との共同研究、製品化、プロジェクト提案・採択等につながり、本サテライト事業は着実に成果を挙げつつある。

また、北海道経済産業局や道内各地域の公設試験研究機関、テクノセンター等と連携して、技術開発・特許活用セミナーを旭川、北見、帯広、釧路、室蘭、苫小牧、札幌の7ヶ所で開催し、全産総研の技術シーズや共同研究成果、並びに各種技術支援制度の紹介を行うとともに個別技術相談会を実施し、技術ニーズ・シーズのマッチングに努めた。

##### 2) ベンチャー企業等道内バイオ産業振興への支援

産総研自らの技術シーズに基づく起業、産総研の技術ポテンシャルを活用したバイオベンチャーの支援を目的とした「バイオベンチャー育成センター」の外部専門家による経営支援機能を強化するとともに、東京で開催されたバイオジャパン2004に出展し、ベンチャーの販路開拓やマッチングなど、ビジネス支援の強化に努めた。

また、クリーンルームや動物飼育施設を備えた「産

学官連携研究棟」の竣工など先端バイオの研究開発に対応した研究環境の整備につとめ、技術開発型ベンチャー企業が事業展開するための基盤を構築した。平成16年度末には、入居ベンチャー6社中の1社が独立して、札幌市内に事業所を開設した。

さらに、専門学校生を技術研修員として受け入れ、バイオ技術者としての技術・資質の向上を図る「バイオテクニシャン育成事業」を実施しており、16年度は2名が卒業して大学への編入および専門学校の助手に採用された。

### 3) 産学官連携センター業務の円滑な推進

外部研究機関との共同研究、受託・委託研究、技術研修、研究助成金等に係わる契約業務、JSPS・NEDOによるフェローシップや研究交流（派遣・招聘）等の手続きの円滑化、夏休み期間中の一般公開による広報活動の強化、さらには質の高い特許取得のための弁理士相談やセミナー開催等の啓蒙活動を積極的に推進した。

また、技術・ビジネス交流会／特許流通フェア、コラボレーションフォーラムなどの各種展示会やフォーラムでは、全産総研の研究成果の紹介や技術相談を通じて成果の普及に努めた。

さらに、平成17年2月には産総研と北海道大学で包括連携協定を締結し、4研究分野（ナノバイオ、計算科学、分散型エネルギー、地質科学）での研究協力を推進するとともに、北海道センターが窓口になって協定の実効化に努めている。

### 機構図（2005/3/31現在）

[北海道センター]	
所長	吉田 忠
所長代理	江川 裕之
[北海道産学官連携センター]	
センター長	吉田 忠（兼任）
産学官連携コーディネータ	太田 英順 他
[ものづくり基盤技術支援室]	
室長	太田 英順（兼任） 他
[北海道地質調査連携研究体]	
連携研究体長	中川 充（兼任） 他
[北海道センター業務推進部門]	
[業務室]	室長 高橋 修 他
[会計室]	室長 根本 輝利 他
[研究環境管理室]	室長 寺平 豊 他
[研究顧問]	
[ゲノムファクトリー研究部門]	
[エネルギー技術研究部門]	
[地質情報研究部門]	
[糖鎖工学研究センター]	

### (3) 東北センター（AIST Tohoku）

所在地：〒983-8551 仙台市宮城野区苦竹4-2-1  
代表窓口：TEL. 022-237-5211 FAX. 022-236-6839  
人員：149名（57名）

概要：産業技術総合研究所東北センターは、世界有数レベルの研究に基づくナショナルセンターとしての機能と全産総研の技術ポテンシャルを背景とする産学官連携機能の二つの機能をもって、東北地域の産業技術発展の中核研究機関となることが期待されている。その中で、東北センターは、あらゆる技術の中に、環境保全とエネルギー削減への対応を組み込む、いわゆる「産業の環境化」を進める必要があると考え、この視点に立って、環境負荷の小さい機能性材料の開発と、生産段階から環境負荷の少ない、またエネルギー消費の少ない化学プロセス技術の開発研究を集中的に実施し、低環境負荷化学プロセスにおけるナショナルセンターを目指し活動してきた。同時に、東北経済産業局が推進する産業クラスター計画「循環型社会対応産業振興プロジェクト」における産学官連携の中核機関としても重要な役割を果たすため積極的に活動を展開してきた。

平成16年度においては、超臨界流体研究センター、メンブレン化学研究ラボの2研究ユニットの拡充を図り、研究開発を推進している。また、サステナブルマテリアル研究部門連携研究体の研究開発が行われた。さらに、産学官連携の研究会組織として「超臨界インキュベーションコンソーシアム（SIC）」を昨年度立ち上げ、今年度は47企業が参加し、超臨界流体技術の汎用的産業技術として普及させるため活発に活動した。さらに、「メンブレンインキュベーションコンソーシアム（MIC）」を本年度立ち上げ、49企業が参加し、エネルギー・有機溶媒多消費型化学プロセスから省エネルギー・省資源・低環境負荷プロセスへの革新的転換を可能とする技術開発とその実用化、新しい産業の創出させるための活動をした。これらの組織活動を活発化させてナショナルセンター化を図るとともに、東北経済産業局との緊密な連携の下に産総研のネットワークを活用して東北地域における循環型社会対応産業振興への貢献を目指している。

この他、産学官の連携活動として、地域の企業や公設研との技術交流を深めるため第4回東北産業技術研究交流会（八戸市）、平成16年度東北地域産業技術懇談会（八戸インテリジェントパーク）を、産業の活性化・東北地域産業の振興を図るため東北地域産業技術懇話会（仙台市）を開催した。研究成果の発信では、成果発表会、講演会、一般公開などを開催し成果の普及に努めた。また、東北地域における新たな産業技術創生のために、東北産学官連携研究棟（とうほく OSL）を昨年度に完成し、18研究室が使用され、研究開発が行われている。

業務報告データ：

○刊行物

名称 (Vol. No.)	刊行区分	発行部数
産業技術総合研究所東北センター技術資料 第4号	不定期	100部
産業技術連携推進会議 東北・北海道地域部会研究 論文集 第4号	年刊	200部
産総研東北 Newsletter No. 1~6	定期	各500部
平成16年度産総研東北センター研究講演会 講演要旨集	不定期	300

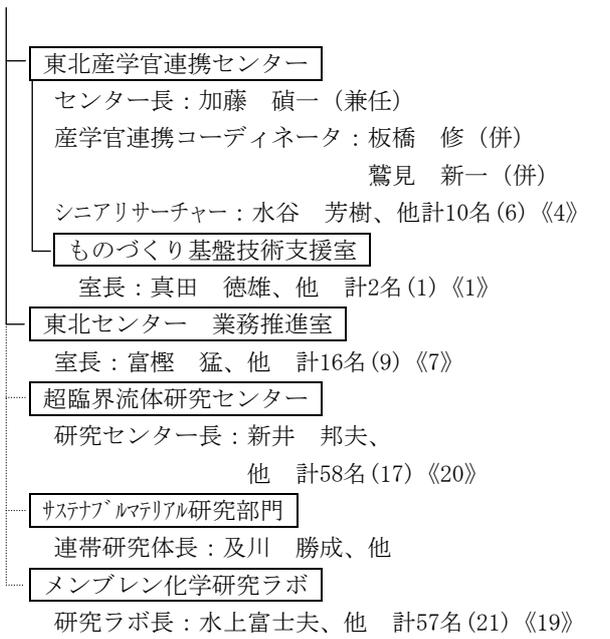
○主催行事

開催年月日	名称
16. 04. 21	メンブレンインキュベーションコンソーシアム発足式
16. 08. 21	東北センター一般公開
16. 10. 07	第4回東北産業技術研究交流会 －研究資源の活用と産業活性化－
16. 10. 08	平成16年度東北地域産業技術懇談会 －中小企業支援と地域活性化－
16. 12. 13	平成16年度産総研東北センター研究講演会 －低環境負荷化学プロセス技術の開発－
17. 03. 10	東北地域産業技術懇話会 －東北地域における中小企業支援と 経済産業の活性化－

東北センター 機構図 (2005/3/31現在)

人員：実行人員数 149名 (内職員57名)  
《内非常勤52名》

所長：加藤 碩一  
所長代理：板橋 修



(4) つくばセンター (AIST tsukuba)

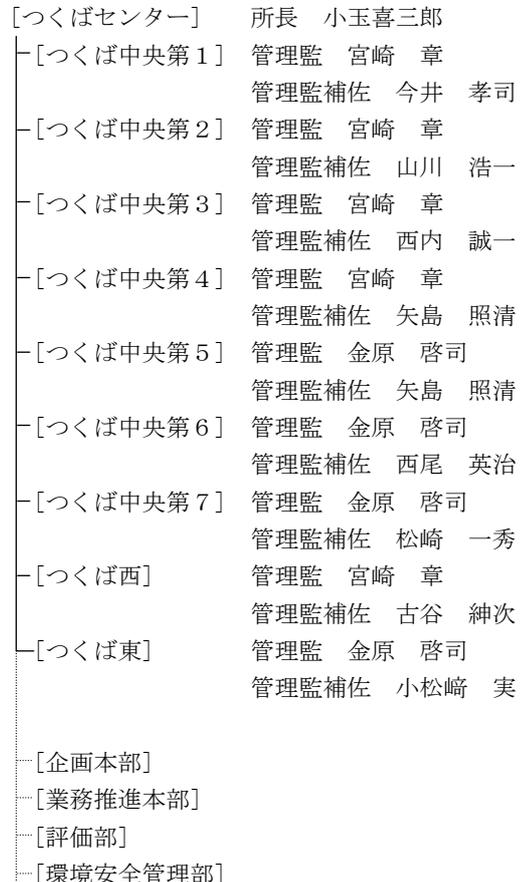
所在地：〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

概要：産総研つくばセンターは、産総研全体の研究機能の中核として、およそ70パーセントの施設や研究者が集積した大規模研究拠点である。その特徴を生かし、幅広い研究分野をカバーするとともに、分野を融合した、これまでにない新規研究分野の創出を目指している。また、それらの研究ユニットとともに研究関連・管理部門の大部分が集中配置され、東京本部及びつくば本部との密な連携によって、産総研の中核を担う役割が持たされている。

つくばセンターは、全国に展開する地域研究センターと連携して、また、その立地する茨城県やつくば市そして首都圏の大学・研究機関・民間企業とも密接な連携を進め、研究人材の供給や研究成果の移転を促進する役割を果たしている。地域から国際社会までを視野に入れて、社会や産業界が直面している困難な問題について、科学技術の立場から解決策や解決に必要な知識を提供している。

つくばセンターは、つくば地域に展開する最大規模の研究施設の一つとして、地域の環境と安全への配慮についても責任をもって取り組んでいる。

機構図 (2005/3/31現在)



- [広報部]
- [監査室]
- [深部地質環境研究センター]
- [活断層研究センター]
- [化学物質リスク管理研究センター]
- [ライフサイクルアセスメント研究センター]
- [パワーエレクトロニクス研究センター]
- [生物情報解析研究センター]
- [ヒューマンストレスシグナル研究センター]
- [強相関電子技術研究センター]
- [次世代半導体研究センター]
- [ものづくり先端技術研究センター]
- [界面ナノアーキテクトニクス研究センター]
- [グリッド研究センター]
- [爆発安全研究センター]
- [糖鎖工学研究センター]
- [年齢軸生命工学研究センター]
- [近接場光応用工学研究センター]
- [ダイヤモンド研究センター]
- [バイオニクス研究センター]
- [ジーンファンクション研究センター]
- [太陽光発電研究センター]
- [ナノカーボン研究センター]
- [計測標準研究部門]
- [地圏資源環境研究部門]
- [知能システム研究部門]
- [エレクトロニクス研究部門]
- [光技術研究部門]
- [人間福祉医工学研究部門]
- [脳神経情報研究部門]
- [ナノテクノロジー研究部門]
- [計算科学研究部門]
- [生物機能工学研究部門]
- [計測フロンティア研究部門]
- [先進製造プロセス研究部門]
- [地質情報研究部門]
- [環境管理技術研究部門]
- [環境化学技術研究部門]
- [エネルギー技術研究部門]
- [情報技術研究部門]
- [先端情報計算センター]
- [特許生物寄託センター]
- [地質調査情報センター]
- [計量標準管理センター]
- [技術情報部門]
- [産学官連携部門]
- [知的財産部門]
- [国際部門]
- [業務推進部門]
- [能力開発部門]

- [財務会計部門]
- [研究環境整備部門]

### (5) 臨海副都心センター (AIST Tokyo Waterfront)

所在地：〒135-0064 東京都江東区青海二丁目41番地6号  
代表窓口：TEL. 03-3599-8001

人 員：188名（80名）

概 要：産業技術総合研究所臨海副都心センターは、文部科学省及び経済産業省の連携協力によって整備された国際研究交流大学村に、産学官連携の役割を担う研究拠点として、平成13年4月1日に設置された。当センターは国内外産学官各分野の一線級研究者による多様な研究に対応できるフレキシビリティの高い空間を設けている。

そして4つの研究センター（生命情報科学研究センター、生物情報解析研究センター、情報技術研究部門、デジタルヒューマン研究センター）が、新産業の創出や市場拡大につながる独創的かつ先端的技術シーズの研究開発とともに国内外の研究者との交流や研究成果の情報交換を行っている。

平成15年11月に、産学官連携の研究拠点を拡張し、新たに生命科学と情報工学の融合研究のための施設として、バイオ・IT融合研究施設の建設に着手し、平成16年度末に完成した。

当センターへは、平成16年度に内外の大学・企業・政府関係者等約370名が視察に訪れており、国際的な産学官による研究交流拠点としての役割を果たしている。

機構図（2005/3/31現在）

[臨海副都心センター] 所長 曾我 直弘

所長代理 石川 雄一

[臨海副都心産学官連携センター]

センター長 曾我 直弘（兼）

[臨海副都心センター業務推進室]

室 長 田島 弘志

総括主幹 小田 博

室長代理 山中 譲治 他

生命情報科学研究センター

生物情報解析研究センター

情報技術研究部門

デジタルヒューマン研究センター

### (6) 中部センター（AIST Chubu）

所在地：〒463-8560

名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞2266-98

代表窓口：TEL. 052-736-7000、FAX. 052-736-7400

サイト：瀬戸サイト：〒489-0884瀬戸市西茨町110番地、

TEL. 0561-82-2141～2

人員：480名（167名）

概要：産業技術総合研究所中部センターは、ものづくり産業の一大集積地である中京地域に立地し、セラミックスや軽量金属など工業材料の創製とそのプロセス・部材化を軸とした研究開発を通じ、新産業の創生と産業競争力強化に寄与している。当センターは、旧工業技術院名古屋工業技術研究所を母体として、昭和27年の設立以来、名古屋市北区平手町の本所と愛知県瀬戸市の瀬戸分室を研究拠点としてきたが、平成13年11月に志段味ヒューマンサイエンスパークに移転した。先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門及び計測フロンティア研究部門を擁し、サイエンスパークの中核研究機関として位置づけられている。本年度の代表的な活動状況を以下に示す。

中部センター所属の研究ユニット合同により「産業技術総合研究所中部センター研究講演会」を開催した。平成17年3月25日に開幕する国際博覧会「愛・地球博」においては「自然の叡智」というテーマのもと、「循環型社会」の必要性が謳われているが、中部センターでもこのテーマと密接に関連する「持続可能な社会の実現」に資する先進材料プロセス技術の研究開発を行っている。そこで、愛・地球博パートナーシップ事業として企画し、平成16年11月15日に“環境調和型先進材料”をテーマとして10件、平成17年2月23日に“環境負荷低減材料プロセス”をテーマとして9件の住環境材料、先進材料計測、輸送機器材料、廃熱発電材料など、最新の研究成果を紹介した。

全国各地から約290名の参加者があり、活発な意見交換が行われ、中部センターの研究動向をアピールし好評を得た。

成果普及講演会を岐阜県（参加者70名）と富山県（参加者50名）で開催した。また、名古屋商工会議所で新技術動向セミナーを6月（参加者80名）と2月（参加者60名）に行った。

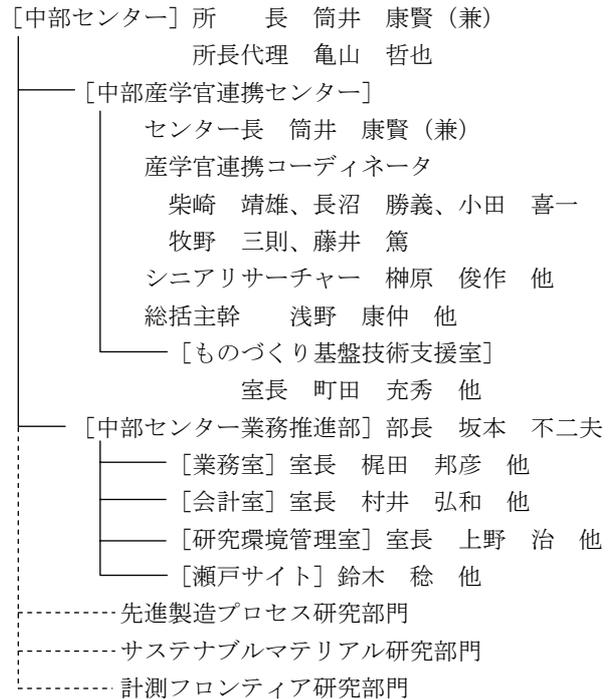
志段味ヒューマンサイエンスパーク研究機関統一一般公開に呼応して7月（来場者750余名）に一般公開を開催した。これらの行事以外に、本年度の延べ見学者は823名に達している。

知的財産権の取得を積極的に推進し、国内特許119件、外国特許37件を出願した。

技術相談件数は467件あった。

産業界をはじめとする外部機関との連携も積極的に展開し、共同研究216件、委託研究5件、受託研究12件を行った。大学とは、連携大学院の拡充強化に努め、8大学（名古屋工業大学、岐阜大学、大同工業大学、名城大学、中部大学、愛知工業大学、上智大学、長岡技術科学大学）に14名の教授と5名の助教授が就任している。

機構図(2005/3/31現在)



## (7) 関西センター (AIST Kansai)

所在地：〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31

代表窓口：TEL. 0727-51-9601 FAX. 0727-54-1939

サイト：

尼崎事業所：〒661-0974 兵庫県尼崎市若王子3-11-46、  
TEL. 06-6494-7854

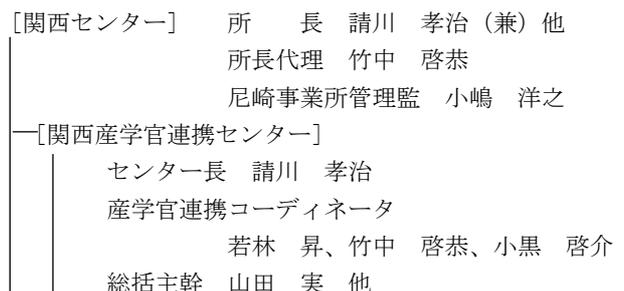
扇町サイト：〒530-0025 大阪府大阪市北区扇町2-6-20、  
TEL. 06-6312-0521

千里サイト：〒560-0083 大阪府豊中市新千里西町  
1-2-14、TEL. 06-4863-5025

人員：468名

概要：産業技術総合研究所 関西センターは、旧大阪工業技術研究所（池田）、旧電子技術総合研究所 大阪ライフエレクトロニクス研究センター（尼崎）、旧計量研究所 大阪計測システムセンター（大阪扇町）、及び旧地質調査所 大阪地域地質センター（大阪大手前）をまとめた、研究拠点の総称です。

機構図(2005/3/31現在)



- [ものづくり基盤技術支援室]
  - 室長 山中 裕 (兼)
- [関西地質調査連携研究体]
  - 連携研究体長 寒川 旭
- [関西センター業務推進部] 部長 坂入 隆 他
  - [業務室] 室長 榎原喜久雄 他
  - [会計室] 室長 高澤 孝司 他
  - [研究環境管理室] 室長 小縣 裕持 他
  - [尼崎業務推進室] 室長 芝原 徹 他
- [活断層研究センター]
- [ユビキタスエネルギー研究部門]
- [ヒューマンストレスシグナル研究センター]
- [ダイヤモンド研究センター]
- [計測標準研究部門]
- [システム検証研究センター]
- [光技術研究部門]
- [人間福祉医工学研究部門]
- [セルエンジニアリング研究部門]
- [環境化学技術研究部門]

関西地質調査連携研究体

(Kansai Collaborative Research Team of Geological Survey)

連携研究体長：寒川 旭 (関西センター)

概要：16年度計画

・関西地質調査連携研究体では、つくばの地質調査総合センター、および、地元の大学・自治体・企業との連携を密にして、関西圏の活断層の活動履歴や地震に伴う地盤災害の研究を推進し、近い将来に発生が懸念され地元で特に関心の高い南海地震の最近2千年間の発生史をまとめる。また未利用採石資源の試料採取を行う。関西産学官連携センターの一員という立場を考慮し、成果を、学術報告書にまとめる他、一般公開や地質相談・普及講演・イベントにおいて、一般市民にわかりやすい形にして普及させる。

16年度成果

つくばの地質調査総合センター・地元大学・自治体・地質関連企業との連携を密にしながら有馬—高槻構造線活断層系・琵琶湖西岸断層系の最新活動の資料を収集した。一方、近い将来確実に発生するとされている南海地震の発生の歴史を知るため過去の南海地震に伴う液状化跡の解析を行った。また、広島県周辺において未利用資源活用に関する資料収集を行った。研究成果の公表・地元への貢献にも力を注ぎ、地質相談37件、新聞・テレビの取材22件、委員の委嘱8件の他、日本地震学会主催の子供サマースクール地震教室での講演、豊中市主催のタッチザサイエンスの科学実験、関西センター一般公開への出展、東北センター一般公開での子供向け科学講演

などを行った。

(8) 中国センター (AIST Chugoku)

所在地：〒737-0197 広島県呉市広末広2-2

代表窓口：TEL. 0823-72-1111、FAX. 0823-73-3284、

人員：83名 (職員33名、併任3名、非常勤職員31名、客員4名、産学官制度11名、派遣1名)

概要：独立行政法人産業技術総合研究所中国センターは、中国地域における中核的な研究機関として、基礎から応用に到る連続的な研究フェーズを有する「本格研究」の確立を目指しつつ、積極的な産学官連携と、基礎研究の成果を産業技術へ橋渡しする「第二種基礎研究」の推進に鋭意取り組んでいる。

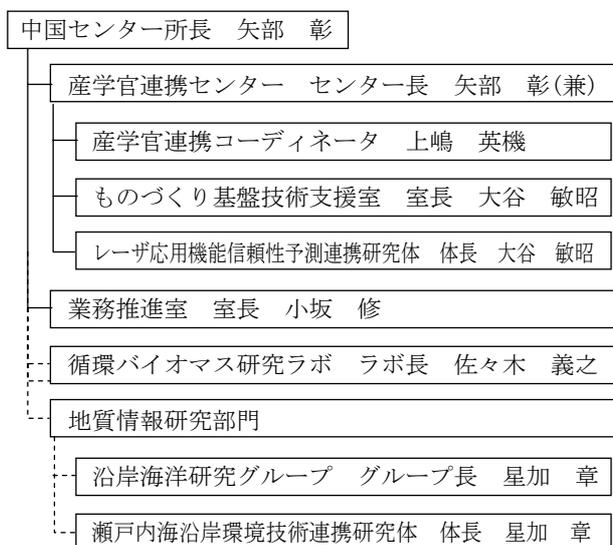
中国センターには、「循環バイオマス研究ラボ」が設置されており、中国地域が有しているポテンシャルを基に、循環型バイオマス技術に関する世界的研究拠点としての確立と、未利用バイオマス資源のエネルギー等への有効利用技術の確立による化石資源消費量の削減を目指している。

また、沿岸海洋研究分野においては、瀬戸内海沿岸環境技術連携体を設置し、環境修復産業の創出を目指して、環境エンジニアリングの研究開発に努めている。

さらに、ものづくり技術分野においては、地域のものづくり企業のニーズ収集、産総研のものづくり技術研究成果の地域への普及を推進している。

産学官連携センターは、「中国地域産総研技術セミナー」(16年度は中国地域各地で8回開催)等を通して産総研の研究開発の成果を中国地域に紹介するとともに、産学官連携による技術開発をコーディネートするべく、努力している。

組織図 (2005/3/31現在)



## レーザ応用機能信頼性予測連携研究体

(Collaborative Research Team of Advanced LASER Non-Destructive Reliability Estimation Technology : 略称 LANDRET)

連携研究体長：大谷 敏昭（中国センター、実効研究員数（研究職員数）3名）

概要：レーザ応用機能信頼性予測連携研究体は、中国センターにおいて長年にわたって培ってきたレーザ光回折法に基づく非破壊検査技術及び画像診断技術に関する研究成果を民間企業との共同研究を通じて実用化、事業化することを目的とする。

産総研中国センターの研究シーズである、レーザ光回折法に基づく非破壊検査技術及び画像診断技術に関する研究成果を基盤として、(1)自動車用エンジンシリンダーブロックの高品位加工曲面の品質検査システムの開発、(2)産業機械部品の円筒形状加工部（鏡面、光沢面）の内・外曲面の微小傷・欠陥検査システムの開発、(3)異形・非円筒形状部品の表面欠陥高速検査技術の開発、(4)検査画像の知的画像解析・診断技術の開発に関して、革新的な検査システムの開発試作と性能及び機能評価を行うとともに異常部自動検出のための知的画像診断アルゴリズムの開発と検査画像による性能評価を行う。

## (9) 四国センター (AIST Shikoku)

所在地：〒761-0395 高松市林町2217番地14号

代表窓口：TEL. 087-869-3511

人員：73名（33名）

概要：独立行政法人産業技術総合研究所の四国における拠点としての四国センターは、四国で唯一の工業系公的研究所であり、'94.7月に香川県が技術・情報・文化の複合拠点として旧高松空港跡地を開発・整備して出来た先端技術・ソフトウェア開発などを行う県内外有力企業の民間研究所、国立香川大学工学部、香川県立図書館、県内一の総合コンベンション施設のサンメッセ香川などの産業支援機関や試験研究機関が集積している「香川インテリジェントパーク」に新築移転した。

四国センターにおける産学官連携等においては、研究開発や新規産業創出拠点に立地している環境を活かし、同パーク交流推進協議会等を通じて、四国における民間企業などとの産学官連携活動を推進し、技術開発やコーディネート等の支援活動を活発に行い、地域の産業振興・社会ニーズへ貢献できるように奮闘しているところである。

研究拠点としての四国センターでは、四国経済産業局の四国テクノブリッジ（産業クラスター）計画の重点課題である健康関連産業及び環境関連産業の育成・振興に向けた取組を強化するなど特定の領域で、世界的に高いポテンシャルを有する先端融合研究を推進している。

また、産総研では「持続可能な循環型社会の実現に向

けて」を旗印に、研究所全体において ISO14001の認証取得を目指しており、工技院時代に取得している東事業所、2003年10月に取得した中部センターに続き、2004年1月23日に当四国センターが産総研で3番目に認証取得、2005年3月31日現在、認証継続中である。

平成16年度における四国センターの主な業務実績等は次のとおりである。

## (1) 単一分子生体ナノ計測研究ラボ

平成14年10月に、健康で長寿命の社会の実現のための予防診断技術創生を目指した「単一分子生体ナノ計測研究ラボ」を設立し、四国経済産業局と連携した産業クラスター計画の推進を図り（16年度に四国センターから地域新生コンソーシアムに提案した『ピコインジェクターと分取機構を有する新規バイオデバイスの開発』が採択され、企業4社と研究開発中）、或いはナノデバイスを用いた生体分子計測技術について、徳島大学、香川大学、医療計測機器関係企業との連携を通して、研究をリードしている。また、生体機能評価に不可欠な量子ドットの低温合成法を開発し、これを活用した細胞診断技術等の予知診断技術開発へと展開させつつある。

なお、16年度は論文20件、口頭発表71件、特許出願7件を数え、さらに、馬場嘉信ラボ長が「DNA 分離チップ用ナノスフェアに関する研究」でハイブリック・エマニュエル・メルク賞を受賞した。

## (2) 環境管理技術研究部門 界面機能応用研究グループ

海洋資源環境研究部門において培ってきた海洋の無機・有機資源の回収・利活用技術の研究ポテンシャルをもとに、環境中に存在する極微量でかつ有害な物質を効率よく分離・無害化する技術開発を開始した。水系の浄化・再生を目標として、特に有害な陰イオン、有機化合物の高選択的な吸着・無害化技術、さらには海水系で持続性を有する抗菌モデルの設計に着手した。硝酸イオンに高選択性を発現する層状の無機イオン交換体を開発した。また、海水中においても抗菌性を発現する銀-アミノ酸錯体を発見した。平成17年度環境省公害特別研究課題が採択されるなど、生活環境のリスク削減に向けた研究が展開されつつある。

H16年度における主な成果は、論文26件、口頭発表38件、特許出願18件である。

## ○研究開発成果

- ・硝酸イオン選択性無機イオン交換体の開発
- ・海水系でも抗菌作用を発現する銀-アミノ酸錯体の発見

## (3) ものづくり先端技術研究センター

- ・溶接現象の高速度画像情報のデータベース化

## (4) 四国産学官連携センター

H16年度の連携拠点としての取組と実績は次の通りである。

## ① 産学官連携プロジェクトの発掘・立案・実施

- ・四国経済産業局と連携したテクノキャラバンを実施（相談件数186件）
- ・地域コンソーシアムに採択2件、実施中4件：アドバイザー及び事業化委員会委員等としての活動
- ・共同研究20件（四国内45%、資金提供型5件）、受託研究8件、技術研修10件

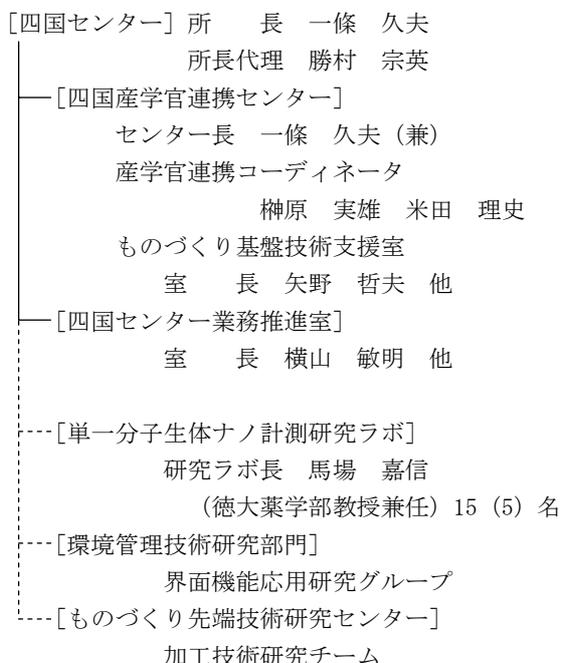
② 広域連携を目指したコーディネート活動

H16年4月に西条産業情報センター内に技術相談窓口を開設し、東予地区の企業ニーズを把握しつつ同地区内外の技術シーズとのマッチングを図っている。H16中小企業支援型研究開発制度においては、『木質加工屑の新規乾燥法による製材業高収益化システム技術の開発』の提案が採択され、Y 鉄工所(株)および徳島県立工業技術センターと共同研究を実施した。また、四国4県の公設研との意見交換の場を設定し、これにもとづく広域連携の構築へと発展しつつある。

③ 広報活動

- ・地域への技術シーズの提供として、研究講演会（健康産業シリーズ、産総研研究紹介シリーズ、次世代バイオナノシリーズ）6回、四国センターシンポジウム・国際シンポジウム・学会との共催講演会等5回実施。
- ・四国経済産業局、経済団体等と連携した技術シーズ紹介イベントで成果紹介2件。
- ・四国センター一般公開（333名）、見学者受け入れ4団体（延べ28名）を実施。

機構図（2005/3/31現在）



(10) 九州センター (AIST Kyushu)

所在地：〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町807-1

代表窓口：TEL. 0942-81-3600 FAX. 0942-81-3690

サイト：

福岡サイト：〒810-0022 福岡市中央区薬院4-4-20

TEL. 092-524-9047 FAX. 092-524-9010

直方サイト：〒822-0002 直方市頓野1541

TEL. 0949-26-5511 FAX. 0949-26-5518

人 員：148名

概 要：産業技術総合研究所九州センターは、センター（旧九州工業技術研究所）、直方サイト（旧資源環境技術総合研究所九州石炭鉱山技術試験センター）および福岡サイト（平成14年度設置）をまとめた研究拠点の総称である。

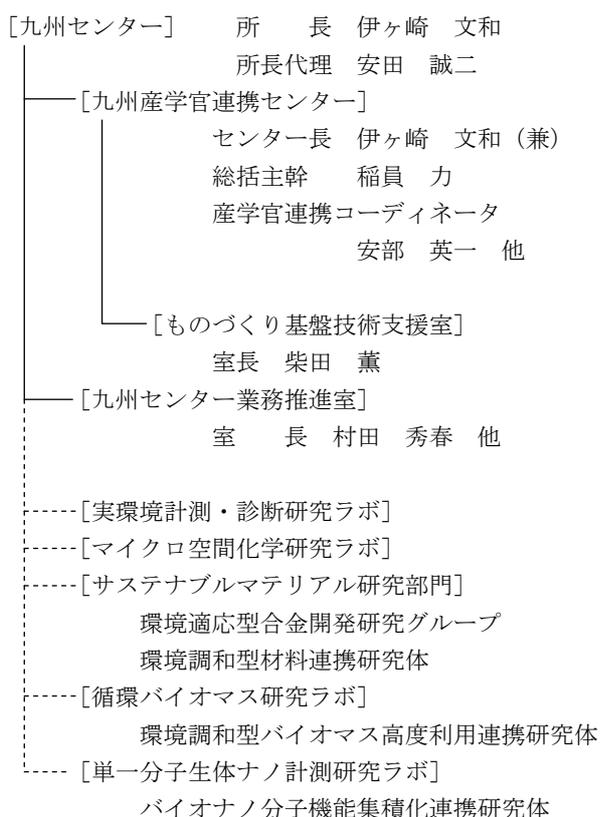
平成16年7月29日に、地域の青少年への科学技術の啓蒙を目的とした当センターの一般公開をセンターで行った。つくばセンターチームによる「体験型サイエンス実験ショー」、「移動地質標本館コーナー」、「つくば出展コーナー」をはじめとして九州センターから8つのテーマを公開し、わかりやすい理科実験・展示等を行い活気ある公開となり、入場者数は487名に上った。

福岡ナノテク NOW2004（7月13日）、北九州学研都市産学連携フェア（10月6日～8日）、エコテクノ2004「機能性材料展」（10月27日～29日）、特許流通フェア2004in九州・沖縄（11月17～19日）等の定例イベント、九州地域バイオベンチャーフォーラム2004（7月30日）、全九州半導体技術フォーラム in 宮崎（10月25日）、バイオマス・ニッポン in 九州（10月27日～29日）等の地域イベント、市制50周年記念事業「とす50祭」、青少年のための科学の祭典「鳥栖基山大会」等の地域の市民と密着したイベント、中部パック2004、第7回国際福祉健康産業展ウエルフェア2004、国際光触媒テクノフェア2004、北海道ビジネスエキスポ、国際ナノテクノロジー総合展・技術会議等の九州以外の地域でのイベントおよびハノーバーメッセ2004「環境とエネルギー技術」、NANO KOREA2004等の外国におけるイベントにも試作品やパネル等の出展を行った。

平成17年2月4日に、「九州センターの目指すもの～ものづくり・生活の場で役に立つ計測診断技術～」をメインテーマとした平成16年度九州センター研究講演会を福岡市で開催した。当センターにおける研究成果の発表、および関連分野から講師を招いた特別講演を催した。参加人数は165名であった。

九州センター産学官連携推進事業（講演会・ミニシンポジウム等）として、平成16年8月4日に第7回マイクロリアクター技術研究会@九州研究講演会（参加者88名）、1月7日に九州センター・佐賀大学連携大学院10周年記念講演会等を開催した。

機構図 (2005/3/31現在)



#### 4. 地質調査総合センター (Geological Survey of Japan)

所在地：〒305-8567 つくば市東1-1-1 中央第7 他  
 概要：産業技術総合研究所地質調査総合センターは、産総研内の地質の調査に関連する組織の総称で、具体的にはあとで示す機構図に含まれる研究ユニット・関連部署・連携研究体及び関連研究コーディネータからなる。この組織はほぼ旧地質調査所を引き継いでおり、対外的には **Geological Survey of Japan** を名乗って、各国地質調査所に対して我が国を代表する窓口となっている。

地質の調査は、産総研のミッションの一つとして位置付けられている。地球科学及び関連科学の幅広い分野にわたる研究者を有している地質調査総合センターは、学際的・境界領域的研究分野の積極的開拓を目指した連携体制を構築し、国の知的基盤整備の一翼をになうとともに、地震・火山噴火等の突発的地質災害発生時の緊急調査・観測体制に対応する仕組みとしての機能を持っている。また、地質調査総合センターは、参加する研究ユニットの地球科学分野における研究成果を一つの出口としてまとめ、旧地質調査所の出版物刊行を引き継いだ出版活動及び成果普及活動を実施する仕組みともなっている。更に、経済産業省知的基盤課との定期懇談会、産学官連携活動の一環として、関連業界団体である(社)全国地質調査業協会連合会との定期懇談会の実施も、地質調査総合センターとして行っている。

地質調査総合センターでは、各ユニット及び関連部署間の意思の疎通を図るために、隔週の連絡会議を開催し、情報交換・意見交換等をおこなっている。連絡会議の議長及び事務局は地質調査情報センターが担当する。

関連組織 (2005/3/31現在)

- [地質調査総合センター]
- 研究コーディネータ 佃 栄吉
- 産学官連携コーディネータ 金原 啓司
- [研究ユニット]
- [深部地質環境研究センター]
- センター長 笹田 政克 他
- [活断層研究センター]
- センター長 杉山 雄一 他
- [地質情報研究部門]
- 部門長 富樫 茂子 他
- [地圏資源環境研究部門]
- 部門長 松永 烈 他
- [関連部署]
- [地質調査情報センター]
- センター長 佃 栄吉 他
- [広報部]
- [地質標本館]

館長 青木 正博 他  
 {連携研究体}  
 [産学官連携部門 北海道地質調査連携研究体]  
 中川 充 他  
 {地域拠点等}  
 [産学官連携部門 関西地質調査連携研究体]  
 寒川 旭 他  
 事務局  
 [地質調査情報センター]

業務報告データ

日付 地質調査総合センター行事  
 H16. 5. 9 地球惑星科学関連学会（幕張メッセ）  
 （ブース出展）～13日  
 H16. 5. 25 経済産業省知的基盤課との第11回  
 定期懇談会  
 H16. 8. 3 経済産業省知的基盤課との第12回  
 定期懇談会  
 H16. 8. 20 第32回万国地質学会  
 （ブース出展）～28日  
 H16. 9. 18 地質情報展ちば開催～20日  
 H16. 9. 21 全地連技術 e-フォーラム福岡  
 （ブース出展）～22日  
 H16. 10. 9 日本地震学会2004年秋季大会  
 （ブース出展）～11日  
 H16. 11. 15 第41回 CCOP 総会  
 （ブース出展）～18日  
 H16. 12. 13 経済産業省知的基盤課との第13回  
 定期懇談会  
 H17. 1. 18 第9回震災対策技術展（神戸会場）  
 ・国連防災世界会議  
 （ブース出展）～22日  
 H17. 1. 26 経済産業省知的基盤課との第14回  
 定期懇談会  
 H17. 2. 3 第9回震災対策技術展（横浜会場）  
 （ブース出展）～4日  
 H17. 3. 26 春休み火山調査隊  
 （ブース出展）

5. 計量標準総合センター  
 (National Metrology Institute of Japan)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3  
 人員：334名

概要：産業技術総合研究所内の計測標準研究部門と計量標準管理センターの2つの部署等を一括して、計量標準総合センター（National Metrology Institute of Japan：NMIJ）と総称している。計量標準総合センターは、この2部署等が互いに連携を取りながら、経済産業省が企画立案する政策のもと、計量標準や計測分析技術に関する先導的な研究開発を行っていくとともに、質の高い標準供給を行い、我が国のトレーサビリティ制度と法定計量制度の発展に貢献をしている。また、計量標準総合センターは、外部からは産総研の計量に関わる活動の中核的な組織として位置付けられ、国際的にはメートル条約などにおいて日本の代表機関として位置付けられている。

計量に関わる活動を円滑に進めるために、企画本部と首席評価役を交えて毎週1回の定期的な連絡会を開催しており、その事務局を計量標準計画室が担っている。

具体的な、主な活動は以下の通りである。

- 1) 標準整備計画に基づく、既存の計量標準の維持・改善と新しい標準の研究・開発
- 2) 高品質な標準の供給、共同研究・技術指導、広報活動等による成果の普及
- 3) 計量標準の需要動向の調査と、それに基づく標準整備計画や研究課題への反映
- 4) メートル条約、OIML 条約などの国際条約に基づく活動（計量標準の国際相互承認 [MRA]、各国の国家計量機関 [NMI] との研究協力・技術協力など）
- 5) 計量や計測に関する人材の育成
- 6) 計量法に基づく計量器の型式承認試験、基準器検査等

-----  
 関連組織（2005/3/31現在）

[計量標準総合センター] 代表 田中 充  
 [計測標準研究部門]  
 部門長 田中 充 他  
 [計量標準管理センター]  
 センター長 中野 英俊 他

-----  
 業務報告データ

- ・計量標準総合センター全体会合 2回  
 （4月2日、1月4日）
- ・知的基盤課・計量標準総合センター連絡会 3回  
 （5月19日、7月30日、11月16日）
- ・計量標準総合センター連絡会 38回

- ・2004年度供給開始標準項目  
物理標準 17、標準物質 11
- ・ピアレビュー及び ASNITE-NMI 認定審査  
標準17品目に対して、ピアレビュー合同審査6回及び  
認定審査2回を実施 認定済は累積112品目
- ・品質システムの新たな立ち上げ  
新たに38品目を立ち上げ、累積134品目の計量標準に  
ついて品質システムでカバーしている
- ・JCSS 審査等への技術アドバイザの派遣  
46件の審査に当たって、延べ52名の技術アドバイザを  
派遣した
- ・講演会等 8回
  1. NMIJ セミナー「整備・拡張が進む計量標準」  
4月8日 東京ビッグサイト
  2. NMIJ セミナー「省令（検定検査規則）の JIS  
化」4月8日 東京ビッグサイト
  3. 国際計量標準シンポジウム「通商と規制を支える計  
量標準」4月9日 東京ビッグサイト
  4. NMIJ セミナー「新規 NMIJ 標準物質の開発」  
9月3日 幕張メッセ
  5. 計測標準フォーラム第2回合同講演会  
11月5日 大田区産業プラザ PiO
  6. 計測標準総合センター第6回成果発表会  
11月18-19日 3-9棟会議室
  7. 計測標準総合センター第7回成果発表会  
1月20-21日 3-9棟会議室
  8. 臨床検査標準化に係る講演会「臨床検査が変  
わる！？－根拠に基づく健康・医療の実現に向けて－」  
3月25日 ウェスティンホテル東京
- ・イベント参加等 5回
  1. 「INTERMEASURE 2004（第21回国際計量計測  
展）」ブース出展 4月7-9日 東京ビッグサイト
  2. 「2004分析展」ブース出展 9月1-3日 幕張メッセ
  3. 「計測展2004 OSAKA」ブース出展 12月8-10日  
グランキューブ大阪
  4. 「PITTCON 2005」ブース出展 2月27日-3月4日  
米国オーランド Orange County Convention Center
  5. 世界物理年 春休みイベント「めざせ！未来のアイ  
ンシュタイン～研究者との出会いから学ぶ物理の最前  
線～  
“研究者と物理実験”」出展 3月21-22日 科学技術  
館
- ・出版物発行 8回
  1. 産総研計量標準報告 Vol. 3 No. 1 発刊 (2004. 5)
  2. 産総研計量標準報告 Vol. 3 No. 2 発刊 (2004. 8)
  3. 産総研計量標準報告 Vol. 3 No. 3 発刊 (2004. 10)
  4. 産総研計量標準報告 Vol. 3 No. 4 発刊 (2005. 2)
  5. 産総研計量標準モノグラフ 第4号発刊 (2004. 5)
- 電子プローブマイクロアナライザー (EPMA) 用  
鉄基合金標準物質の開発
- 6. 産総研計量標準モノグラフ 第5号発刊 (2004. 12)  
電圧標準に用いる仲介用標準器の環境特性
- 7. 産総研計量標準モノグラフ 第6号発刊 (2005. 2)  
NMIJ ポリスチレンオリゴマー標準物質 (NMIJ  
CRM 5001-a 及び5002-a) の開発
- 8. 産総研計量標準モノグラフ 第7号発刊 (2005. 2)  
 $\gamma$ 線空気カーマ標準の設定

①物理標準

法定計量

種 類	受理個数	検査・試験個数	不合格個数	不合格率 (%)
検定	19	19	0	0.0
型式承認試験	95	107(86)	9	10.5
基準器検査	2,840	2,862	30	1.0
比較検査	65	75	1	1.3

\* ()内は試験個数を示すもの

校正・試験等

種類	受理個数	校正・試験個数
特定標準器による校正 (特定二次標準器)	255	250
特定標準器による校正 (特定副標準器)	16	13
依頼試験	207	210
技能試験等校正	42	96
所内構成	98	92

イ. 検 定

当所で現在行われている計量法に基づいた検定業務は、精度の極めて高いものと高度の検定設備能力を必要とするものなどの機種だけがその対象となっている。

種 類	項目	受理個数	検査個数	不合格 個 数	不合格率 (%)	
						本支所別
温	バックマン温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	19	19	0	0.0
		小 計	19	19	0	0.0
度	バックマン温度計以外の ガラス製温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
合 計	つくばセンター	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	19	19	0	0.0	
総 計		19	19	0	0.0	

## ロ、型式承認試験

計量器の構造（性能及び材料の特性を含む。）をあらかじめ十分に試験して、一定の基準に適合するものに「型式の承認」を与え、同一構造のものについては、その後の計量器の検定に際し、構造の検定を省略（一部残るものもある）し、検定の適正化と効率化を図る制度である。

型式承認試験統計表

種 類	項目 本支所別	受 理 件 数			試 験 件 数	承 認 件 数	不承認 件数	不承認率 (%)	
		新規	追加	計					
タクシメーター	つくばセンター	2	0	2	3	3	0	0.0	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	2	0	2	3	3	0	0.0	
質量計	非自動はかり	つくばセンター	8	8	16	12	15	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	8	8	16	12	15	0	0.0
温度計	抵抗体温計	つくばセンター	0	0	0		0	0	0.0
		大阪扇町サイト	10	0	10	9	4	5	55.6
		計	10	0	10	9	4	5	55.6
体積計	水道メーター	つくばセンター	10	0	10	23	20	3	13.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	10	0	10	23	20	3	13.0
	ガスメーター	つくばセンター	5	0	5	4	4	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	5	0	5	4	4	0	0.0
	燃料油メーター	つくばセンター	1	0	1	1	1	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	1	0	1	1	1	0	0.0
圧力計	アネロイド型血圧計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	32	0	32	32	31	1	3.1
		計	32	0	32	32	31	1	3.1
熱量計	ボンベ型熱量計	つくばセンター	1	0	1	0	1	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	1	0	1	0	1	0	0.0
	積算熱量計	つくばセンター	0	0	0	2	2	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	2	2	0	0.0
騒音計	普通騒音計	つくばセンター	2	0	2	0	2	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	2	0	2	0	2	0	0.0
	精密騒音計	つくばセンター	2	0	2	0	2	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	2	0	2	0	2	0	0.0
濃度計	磁気式酸素濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	1	0	1	0	1	0	0.0
		計	1	0	1	0	1	0	0.0
	非分散型赤外線式 二酸化硫黄濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	1	2	3	0	3	0	0.0
		計	1	2	3	0	3	0	0.0
	非分散型赤外線式 窒素酸化物濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	1	2	3	0	3	0	0.0
		計	1	2	3	0	3	0	0.0
	非分散型赤外線式 一酸化炭素濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	2	1	3	0	3	0	0.0
		計	2	1	3	0	3	0	0.0
化学発光式窒素 酸化物濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0	
濃度計	ガラス電極式水素 イオン濃度検出器	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	1	0	1	0	1	0	0.0
		計	1	0	1	0	1	0	0.0
	ガラス電極式水素 イオン濃度指示計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	2	1	3	0	2	0	0.0
		計	2	1	3	0	2	0	0.0
合 計	つくばセンター	31	8	39	45	50	3	6.7	
	大阪扇町サイト	50	6	56	41	48	6	14.6	
総 計		81	14	95	86	98	9	10.5	

ハ、基準器検査

計量器の構造、修理などの事業を行う者及び計量関係行政機関等が、検定、定期検査、立入検査などを行う場合には、その標準として基準器検査に合格して基準器検査成績書が交付された基準器を用いることになっている。基準器検査の対象機種種の大半については、当所が検査をおこなっており、これらの業務は、計量法に基づいて行う重要な標準供給業務となっている。なお、基準器検査は検定手数料の関係から次の二つに大別される。

- (1) 手数料を徴収する検査（計量器メーカー等が使用するもの）
- (2) 手数料を伴わない検査（計量行政機関等が使用するもの）

基準器検査統計表

種類	項目		受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
	本支所別					
長さ	基準巻尺	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	20	20	0	0.0
		小計	20	20	0	0.0
	合計		20	39	0	0.0
質量基準器	基準手動天びん	つくばセンター	173	173	3	1.7
		大阪扇町サイト	150	149	2	1.3
		小計	323	322	5	3.1
	基準台手動はかり	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	0	0	0	0.0
	基準直示天びん	つくばセンター	3	3	0	0.0
		大阪扇町サイト	11	11	0	0.0
		小計	14	14	0	0.0
	特級基準分銅	つくばセンター	257	257	1	0.4
		大阪扇町サイト	431	461	2	0.4
		小計	688	718	3	0.8
	合計		1,025	1,054	8	3.9
	温度基準器	基準ガラス製温度計	つくばセンター	0	0	0
大阪扇町サイト			105	98	1	1.0
小計			105	98	1	1.0
基準ベックマン温度計		つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	0	0	0	0.0
合計		105	98	1	1.0	
体積基準器	基準フラスコ	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	188	196	7	3.6
		小計	188	196	7	3.6
	基準ビュレット	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	29	29	3	10.3
		小計	29	29	3	10.3
	基準ガスメーター	つくばセンター	68	65	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	68	65	0	0.0
	基準水道メーター	つくばセンター	87	76	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	87	76	0	0.0
	基準燃料油メーター	つくばセンター	67	67	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	67	67	0	0.0
	基準タケ	つくばセンター	180	184	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	180	184	0	0.0
	基準体積管	つくばセンター	22	28	3	10.7
大阪扇町サイト		0	0	0	0.0	
小計		22	28	3	10.7	
合計		641	645	13	24.6	

種 類	項 目		受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
	本支所別					
圧力基準器	基準液柱型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	186	189	0	0.0
		小 計	186	189	0	0.0
	基準重錘型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	478	479	1	0.2
		小 計	478	479	1	0.2
合 計		664	668	1	0.2	
密度基準器	基準密度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	26	26	0	0.0
		小 計	26	26	0	0.0
	液化石油ガス用 浮ひょう型密度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	58	58	4	6.9
		小 計	58	58	4	6.9
合 計		84	84	4	6.9	
濃 度	基準酒精度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	34	41	0	0.0
		小 計	34	41	0	0.0
合 計		20	39	0	0.0	
比重基準器	基準比重浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	195	180	1	0.6
		小 計	195	180	1	0.6
	基準重荷マ度 浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	26	27	0	0.0
		小 計	26	27	0	0.0
合 計		221	207	1	0.6	
振 動	基準サーボ式ビッカップ	つくばセンター	18	17	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	18	17	0	0.0
合 計		18	17	0	0.0	
騒音	騒音静電型マイク ロホン	つくばセンター	28	28	2	7.1
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	28	28	2	7.1
	合 計		28	28	2	7.1
合 計		つくばセンター	903	898	9	1.0
		大阪扇町サイト	1,937	1,964	21	1.1
総 計			2,840	2,862	30	1.0

二、比較検査

比較検査は、検定と同様に合否の判定を行うが、具体的な器差を明らかにして成績書を交付し、精密な計量に奉仕する制度である。

比較検査

種 類	項目 本支所別	受理個数	検定個数	不合格 個 数	不合格率 (%)
		酒精度浮ひょう	つくばセンター	0	0
	大阪扇町サイト	65	75	1	1.3
総	計	65	75	1	1.3

ホ、特定標準器による校正

## 特定標準器による校正（特定二次標準器）

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01.長さ	5	0	5	6	0	6
よう素安定化ヘリウムネオンレーザ	5	0	5	6	0	6
02.幾何学量	3	0	3	3	0	3
ロータリーエンコーダ	3	0	3	3	0	3
03.時間	3	0	3	4	0	4
周波数発振器	3	0	3	4	0	4
04.質量	124	0	124	124	0	124
標準分銅	124	0	124	124	0	124
05.力	6	0	6	10	0	10
ビルトアップ式力基準機	2	0	2	2	0	2
実荷重式、こうかん式又は油圧式力基準機	4	0	4	8	0	8
07.圧力	21	0	21	22	0	22
液体	8	0	8	8	0	8
気体	13	0	13	14	0	14
10.流量	10	0	10	2	0	2
超音波流速計	1	0	1	1	0	1
ISO型トロイダルスロート音速ノズル	7	0	7	0	0	0
気体流量校正装置	1	0	1	0	0	0
微風速校正風洞	1	0	1	1	0	1
14.音響	3	0	3	3	0	3
標準マイクロホン	3	0	3	3	0	3
16.振動加速度	1	0	1	0	0	0
レーザ干渉式振動測定装置	1	0	1	0	0	0
19.直流・低周波	15	0	15	15	0	15
標準キャパシタ	2	0	2	2	0	2
標準抵抗器（1～10 <sup>4</sup> Ω）	8	0	8	8	0	8
電圧発生装置	5	0	5	5	0	5
20.高周波	26	0	26	26	0	26
ピストン減衰器	1	0	1	1	0	1
光パワー測定装置	7	0	7	7	0	7
高周波電圧	2	0	2	2	0	2
高周波電力	9	0	9	9	0	9
同軸可変減衰器	7	0	7	7	0	7
21.測光量・放射量	10	0	10	10	0	10
分光応答度	10	0	10	10	0	10
22.放射線	3	0	3	3	0	3
放射線線量計	3	0	3	3	0	3
23.放射能	3	0	3	0	0	0
液体シンチレーションカウンタ	1	0	1	0	0	0
荷電粒子測定装置	2	0	2	0	0	0
25.温度	11	0	11	11	0	11
白金抵抗温度計	3	0	3	5	0	5
貴金属熱電対	8	0	8	6	0	6
26.湿度	10	0	10	9	0	9
露点計	10	0	10	9	0	9
28.硬さ	1	0	1	2	0	2
ロックウェル硬さ基準機	1	0	1	2	0	2
合 計	255	0	255	250	0	250

へ、依頼試験

依頼試験（一般）

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01.長さ	13	0	13	12	0	12
ブロックゲージ絶対測定	6	0	6	6	0	6
距離計	5	0	5	4	0	4
長尺ブロックゲージ絶対測定	2	0	2	2	0	2
02.幾何学量	13	0	13	15	0	15
CMMによる幾何形状測定	2	0	2	2	0	2
ボールプレート	1	0	1	3	0	3
触針式段差・深さ	0	0	0	1	0	1
平面度	8	0	8	7	0	7
オートコリメータ	1	0	1	1	0	1
ポリゴン鏡	1	0	1	1	0	1
04.質量	62	0	62	62	0	62
分銅又はおもり	62	0	62	62	0	62
05.力	6	0	6	6	0	6
高精度力計	6	0	6	6	0	6
06.トルク	6	0	6	6	0	6
トルクメータ	4	0	4	4	0	4
参照用トルクレンチ	2	0	2	2	0	2
07.圧力	1	0	1	1	0	1
微差圧標準/差圧計	1	0	1	1	0	1
09.真空計	1	0	1	1	0	1
真空計	1	0	1	1	0	1
10.流量	2	0	2	2	0	2
液体大流量	1	0	1	1	0	1
気体中流量	1	0	1	1	0	1
12.粘度・動粘度	20	0	20	18	0	18
粘度計校正用標準液	20	0	20	18	0	18
13.体積（衡量法）	0	1	1	0	1	1
フラスコ	0	1	1	0	1	1
19.直流・低周波	5	0	5	5	0	5
テラオームメータ	1	0	1	1	0	1
交流電流比較器	3	0	3	3	0	3
インダクタ	1	0	1	1	0	1
20.高周波	1	0	1	2	0	2
アンテナ係数試験	0	0	0	1	0	1
高周波電力	1	0	1	1	0	1
21.測光量・放射線量	12	0	12	12	0	12
分光応答度試験	9	0	9	9	0	9
分光拡散反射率（可視域）	3	0	3	3	0	3
22.放射線	20	0	20	22	0	22
照射線量測定器	11	0	11	8	0	8
照射線量率測定器	8	0	8	13	0	13
放射線量検出素子	1	0	1	1	0	1
23.放射能	2	0	2	2	0	2
放射能濃度	2	0	2	2	0	2
24.中性子	2	0	2	2	0	2
中性子測定器校正試験	2	0	2	2	0	2
25.温度	3	0	3	3	0	3
非接触温度計・校正試験	3	0	3	3	0	3
26.湿度	2	0	2	1	0	1
露点計	2	0	2	1	0	1
29.衝撃値	1	0	1	1	0	1
衝撃試験機（JIS B 7740）	1	0	1	1	0	1
30.粒子・粒子特性	1	0	1	1	0	1
粒径	1	0	1	1	0	1
その他	33	0	33	34	0	34
体積	8	0	8	8	0	8
流量	25	0	25	26	0	26
O I M L 適合証明書	0	0	0	1	0	1
非自動はかり	0	0	0	1	0	1
合 計	206	1	207	209	1	210

## 技能試験等校正

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
02.幾何学量	1	0	1	1	0	1
ロータリーエンコーダ	1	0	1	1	0	1
03.時間	3	0	3	3	0	3
周波数発信器	3	0	3	3	0	3
04.質量	0	0	0	10	0	10
分銅又はおもり	0	0	0	10	0	10
05.力	10	0	10	10	0	10
力計	10	0	10	10	0	10
07.圧力	12	0	12	16	0	16
液体	6	0	6	8	0	8
気体	6	0	6	8	0	8
10.流量	1	0	1	1	0	1
気体中流量	1	0	1	1	0	1
20.高周波	4	0	4	4	0	4
アンテナ係数試験	2	0	2	2	0	2
同軸可変減衰器	1	0	1	1		1
高周波電力	1	0	1	1	0	1
21.測光量・放射線量	4	0	4	4	0	4
分光応答度試験	4	0	4	4	0	4
22.放射線	2	0	2	4	0	4
照射線量測定器	0	0	0	0	0	0
照射線量率測定器	2	0	2	4	0	4
25.温度	4	0	4	6	0	6
非接触温度計・校正装置	1	0	1	1	0	1
白金抵抗温度計	3	0	3	5	0	5
26.湿度	1	0	1	1	0	1
露点計	1	0	1	1	0	1
28.硬さ	0	0	0	36	0	36
ロックウェル硬さ標準片	0	0	0	36	0	36
合 計	42	0	42	96	0	96

特定標準器による校正（特定副標準器）

種 類	本支所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
19. 直流・低周波		6	0	6	6	0	6
交流電圧用交直変換器		3	0	3	3	0	3
標準抵抗器（1～10 <sup>4</sup> Ω）		2	0	2	2	0	2
標準電圧発生器		1	0	1	1	0	1
21. 測光量・放射量		3	0	3	0	0	0
全光束標準電球		3	0	3	0	0	0
25. 温度		7	0	7	7	0	7
水の三重点実現装置		1	0	1	1	0	1
インジウム点実現装置		1	0	1	1	0	1
水銀点実現装置		1	0	1	1	0	1
スズ点実現装置		1	0	1	1	0	1
亜鉛点実現装置(放射温度計校正用)		1	0	1	1	0	1
銀点実現装置		1	0	1	1	0	1
銅点実現装置		1	0	1	1	0	1
合 計		16	0	16	13	0	13

## 所内校正

種 類	本支所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01.長さ		5	4	9	5	4	9
長尺ブロックゲージ絶対測定		5	0	5	5	0	5
内径・外径		0	4	4	0	4	4
02.幾何学量		2	0	2	1	0	1
ロータリーエンコーダ		0	0	0	1	0	1
光学式段差測定		2	0	2	0	0	0
03.時間		4	0	4	8	0	8
周波数発振器		4	0	4	8	0	8
04.質量		57	0	57	52	0	52
分銅又はおもり		57	0	57	52	0	52
07.圧力		7	0	7	7	0	7
液体		2	0	2	2	0	2
気体		5	0	5	5	0	5
12.粘度・動粘度		0	0	0	2	0	2
粘度標準液		0	0	0	2	0	2
19.直流・低周波		3	0	3	1	0	1
交流電流比較器		1	0	1	1	0	1
標準抵抗器 (1~10 <sup>4</sup> Ω)		1	0	1	0	0	0
標準電圧発生器		1	0	1	0	0	0
20.高周波		1	0	1	1	0	1
導波管可変減衰器		1	0	1	1	0	1
25.温度		8	2	10	8	2	10
ガラス製温度計		0	2	2	0	2	2
非接触温度計・校正装置		2	0	2	2	0	2
白金抵抗温度計		6	0	6	6	0	6
26.湿度		1	0	1	1	0	1
露点計		1	0	1	1	0	1
27.固体物性		4	0	4	0	0	0
熱膨張率		4	0	4	0	0	0
合 計		92	6	98	86	6	92

② 認証標準物質

計量標準総合センターでは品質システムを整備し、生産計画に基づいて、標準物質の生産を行っている。特性値は、安定性と均一性を確認し、妥当性が確かめられた測定方法とトレーサビリティの確立された計測標準を用いている。また、不確かさを算出した上で、内部の標準物質認証委員会にて審議され、認証標準物質（NMIJ CRM）を随時、頒布している

認証標準物質の一覧表  
(NIMC 認証標準物質)

識別記号	名 称	頒 布 数
NIMC CRM5201-a	GaAs/AlAs超格子標準物質	7
NIMC CRM5501-a	高分子引張弾性率標準物質	3

(NMIJ 認証標準物質)

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM1001-a	鉄-クロム合金(Cr 5%)	4
NMIJ CRM1002-a	鉄-クロム合金(Cr 15%)	4
NMIJ CRM1003-a	鉄-クロム合金(Cr 20%)	4
NMIJ CRM1004-a	鉄-クロム合金(Cr 30%)	4
NMIJ CRM1005-a	鉄-クロム合金(Cr 40%)	4
NMIJ CRM1006-a	鉄-ニッケル合金(Ni 5%)	3
NMIJ CRM1007-a	鉄-ニッケル合金(Ni 10%)	3
NMIJ CRM1008-a	鉄-ニッケル合金(Ni 20%)	3
NMIJ CRM1009-a	鉄-ニッケル合金(Ni 40%)	3
NMIJ CRM1010-a	鉄-ニッケル合金(Ni 60%)	3
NMIJ CRM1011-a	鉄-炭素合金(C 0.1%)	12
NMIJ CRM1012-a	鉄-炭素合金(C 0.2%)	12
NMIJ CRM1013-a	鉄-炭素合金(C 0.3%)	12
NMIJ CRM1014-a	鉄-炭素合金(C 0.5%)	12
NMIJ CRM1015-a	鉄-炭素合金(C 0.7%)	12
NMIJ CRM1016-a	蛍光X線用鉄-クロム合金(Cr 40%)	2
NMIJ CRM3001-a	フタル酸水素カリウム	6
NMIJ CRM3401-a	一酸化窒素	0
NMIJ CRM3402-a	二酸化硫黄	0
NMIJ CRM3403-a	亜酸化窒素標準ガス(窒素希釈、高濃度)	0
NMIJ CRM4001-a	エタノール	0
NMIJ CRM4002-a	ベンゼン	0
NMIJ CRM4003-a	トルエン	0
NMIJ CRM4004-a	1, 2-ジクロロエタン	0
NMIJ CRM4011-a	o-キシレン	0
NMIJ CRM4012-a	m-キシレン	0
NMIJ CRM4021-a	エチルベンゼン	0
NMIJ CRM4022-a	フタル酸ジエチル	0
NMIJ CRM4040-a	アクリロニトリル	0
NMIJ CRM4201-a	p,p'-DDT 標準液	0
NMIJ CRM4202-a	p,p'-DDE 標準液	0
NMIJ CRM4203-a	γ-HCH 標準液	0
NMIJ CRM4204-a	p,p'-DDT, p,p'-DDE, γ-HCH 混合標準液	0
NMIJ CRM4206-a	PCB28 (2,4,4'-トリクロロビフェニル) 標準液	0
NMIJ CRM4207-a	PCB153 (2,2',4,4',5,5'-ヘキサクロロビフェニル) 標準液	0
NMIJ CRM4208-a	PCB170 (2,2',3,3',4,4',5'-ヘプタクロロビフェニル) 標準液	0
NMIJ CRM4209-a	PCB194 (2,2',3,3',4,4',5,5'-オクタクロロビフェニル) 標準液	0
NMIJ CRM4210-a	PCB70 (2,3',4,5'-テトラクロロビフェニル) 標準液	0
NMIJ CRM4211-a	PCB105 (2,3',4,4'-ペンタクロロビフェニル) 標準液	0
NMIJ CRM4401-a	VOC 三種混合ガス(高濃度)	0
NMIJ CRM4402-a	VOC 三種混合ガス(低濃度)	0

## 産業技術総合研究所

NMIJ CRM4403-a	六フッ化硫黄・四フッ化メタン混合標準ガス（窒素希釈、排出レベル）	0
NMIJ CRM5001-a	ポリスチレン 2400	3
NMIJ CRM5002-a	ポリスチレン 500	3
NMIJ CRM5003-a	ポリカーボネート 46000	1
NMIJ CRM5004-a	ポリスチレン 1000	0
NMIJ CRM5202-a	SiO <sub>2</sub> /Si 多層膜標準物質	3
NMIJ CRM5502-a	動的粘弾性標準物質 (PVC)	0
NMIJ CRM5503-a	動的粘弾性標準物質 (PMMA)	4
NMIJ CRM5504-a	動的粘弾性標準物質 (PE-UHMW)	0
NMIJ CRM5505-a	動的粘弾性標準物質 (PEEK)	2
NMIJ CRM5506-a	高分子のシャルピー衝撃強さ標準物質 (PVC)	0
NMIJ CRM5507-a	高分子のシャルピー衝撃強さ標準物質 (PMMA)	0
NMIJ CRM5508-a	高分子のシャルピー衝撃強さ標準物質 (ABS)	0
NMIJ CRM6001-a	コレステロール	0
NMIJ CRM7201-a	河川水（有害金属分析用－無添加－）	22
NMIJ CRM7202-a	河川水（有害金属分析用－添加－）	22
NMIJ CRM7301-a	海底質（ブチルスズ分析用）	6
NMIJ CRM7302-a	海底質（有害金属分析用）	21
NMIJ CRM7303-a	湖底質（有害金属分析用）	18
NMIJ CRM7304-a	海底質（ポリクロロビフェニル・塩素系農薬類分析用－高濃度）	7
NMIJ CRM7305-a	海底質（ポリクロロビフェニル・塩素系農薬類分析用－低濃度）	0
NMIJ CRM7306-a	海底質（有機スズ分析用）	0
NMIJ CRM7401-a	サメ肝油（塩素系農薬類分析用）	0
NMIJ CRM8001-a	ファインセラミックス用炭化けい素（ $\alpha$ 型）微粉末標準物質	2
NMIJ CRM8002-a	ファインセラミックス用炭化けい素（ $\beta$ 型）微粉末標準物質	3
NMIJ CRM8102-a	重金属分析用ABS樹脂ペレット（Cd、Cr、Pb低濃度）	0
NMIJ CRM8103-a	重金属分析用ABS樹脂ペレット（Cd、Cr、Pb高濃度）	0

③ 外国出張・招へい

外国出張

出張件数	出張先国	出張目的
165件	イタリア	国際度量衡局諮問委員会 国際法定計量機関委員会 アジア太平洋計量計画 アジア太平洋法定計量フォーラム アジア太平洋経済協力機構 二国間比較 その他
	英国	
	オーストラリア	
	カナダ	
	韓国	
	クロアチア	
	タイ	
	台湾	
	中国	
	ドイツ	
	ニュージーランド	
	フランス	
	米国	
	ベトナム	
	マレーシア	
	南アフリカ	
メキシコ		
その他		

外国人招へい

件数	招へい国	招へい目的
20件	イタリア	ピアレビュー
	英国	
	オーストラリア	
	韓国	
	台湾	
	デンマーク	
	ドイツ	
	ニュージーランド	
	フィリピン	

JICA 予算による外国人の受入及び派遣（出張）

外国への派遣（出張）

テーマ名	人数（人）	派遣先
タイ NIMT プロジェクト	6	タイ

外国人の受入

研修名	人数（人）	受入相手国
アジア太平洋法定計量システム	9	イラン
		インドネシア
		ベトナム
		タイ
		中国
		パレスチナ
		マレーシア
ラオス		
タイ国別：国家計量標準	5	タイ

産業技術総合研究所

外国機関との研究協力覚書締結

題名	相手機関	調印日
独立行政法人産業技術総合研究所計量標準総合センター（NMIJ）とロシア VNIIMS との法定計量包括協力に関する覚書	Russian Scientific-Research Institute for Metrological Service of Gosstandart of Russia（ロシア）	2004/7/7
産総研（計測標準研究部門）とロシア VNIIM 研究所との、国際比較における協力に関する付属書 No. 2/04の協定	VNIIM (D. I. Mendeleev Institute for Metrology)（ロシア）	2005/1/17

国際比較

分野（BIPM）	件数
時間	0
長さ	3
質量	15
振動・音響	6
温度	5
物質量	15
測光放射	1
放射線	6
電磁気	1
合計	52

④ 講習・教習

平成16年度計量教習実績

計量標準管理センター 計量研修センター

講習・教習名		対象者	期間		場所	受講者数	受講料収入金
一般計量教習	前期	計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員	H16.4.5～7.2	3月	つくば	19	2,468,400
	後期	同上	H16.8.31～12.3	3月	つくば	39	2,758,800
一般計量特別教習		計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員で一般計量教習を修了した者	H17.1.11～3.11	2月	つくば	34	1,936,000
環境計量特別教習	濃度関係		H17.1.11～3.2	7週間	つくば	15	2,517,600
	騒音・振動関係		H17.3.3～3.18	2週間	つくば	15	792,000
短期計量教習	第一回	計量行政機関等の職員	H16.6.21～7.16	1月	つくば	20	48,400
	第二回	同上	H16.11.15～12.10	1月	つくば	34	
特定教習	計量検定所・計量検査所 新任所長教習	都道府県及び特定市の新任所長	H16.6.16～6.18	3日	つくば	16	
	指定製造事業者制度教習	当該制度の検査に携わる都道府県等の職員	H16.7.20～7.30	2週間	つくば	22	
	計量検定所・計量検査所 幹部職員教習	都道府県及び特定市の幹部計量公務員	H16.5.26～5.28	3日	つくば	15	
	環境計量証明事業制度教習	都道府県及び特定市の職員	H16.5.31～6.11	2週間	つくば	9	
	特定計量証明事業管理者講習	当該事業の環境計量士（濃度関係）であって、ダイオキシン類の実務の経験一年以下の者	H16.10.4～10.8	1週間	お台場	7	240,100
	非自動はかり 検定検査教習	OIML 準拠のはかりの検定・検査研修	H16年4月～8月に5回の開催	1週間	つくば	68	
	化学系内部審査員 研修	NMIJ で校正業務、内部監査業務に携わっている/携わる予定のある者	H16.7.7	1日	つくば	50	
	試験所・校正機関 認定審査員研修	JNLA、JCSS、MLAP 等の審査員候補者、審査員等希望者、及びこれらの者と同等の審査知識・技術の取得希望者	H16.4.12～4.16	1週間	つくば	21	
環境計量講習	濃度関係	環境計量士の国家試験に合格した者であって、施行規則第51条（登録条件）の条件を満たさない者。登録しようとする区分に係る環境計量証明事業者等に属し、かつ、計量に関する実務に1年以上従事している方については、その実務経験が認められれば環境計量士として登録することが出来るので本講習を受講することは不要	H16.7.13～7.16	各4日間	つくば	30	2,733,000
			H16.7.20～7.23			30	2,733,000
			H16.7.27～7.30			27	2,459,700
			H16.8.3～8.6			27	2,459,700
			H16.8.24～8.27			27	2,459,700
			H16.8.31～9.3			26	2,368,600
			H16.9.14～9.17			24	2,186,400
			H16.10.5～10.8			25	2,277,500
			H16.10.12～10.15			22	2,004,200
			H16.10.26～10.29			25	2,277,500
	H16.12.7～12.10		19	1,730,900			
	H16.12.14～12.17		25	2,277,500			
	騒音・振動関係		H16.9.6～9.10	1週間	つくば	30	1,731,000
			H16.9.27～10.1			29	1,673,300
			H16.10.18～10.22			26	1,500,200
H16.11.8～11.12		30	1,731,000				
JICA 集団研修	『アジア太平洋法定計量システム』 コース	発展途上国の計量関係公務員	H16.6.1～9.3	14週間	つくば	6	

### Ⅲ. 資 料

### Ⅲ. 資 料

従来の工業技術院年報では大部分を占めていた研究発表、特許登録などのデータは、産業技術総合研究所年報からは、単に研究ユニット別の発表数等を記載している。これらのデータは、産業技術総合研究所公式ホームページ (<http://www.aist.go.jp/>) からデータベースの形で提供されている。検索等が自由に行えるため、是非、公式ホームページにアクセスしていただきたい。

## 資料

## 1. 研究発表

ユニット名 (合計)	誌上	口頭	著書	地球	計量	ソフト	DB	イベント	プレス	合計
理事(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
監事(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究コーディネータ(1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
顧問(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
企画本部(104)	50	47	2	2	0	1	0	1	1	104
評価部(9)	1	8	0	0	0	0	0	0	0	9
環境安全管理部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
業務推進本部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
法務室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
監査室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
広報部(43)	0	2	4	2	0	0	1	34	0	43
深部地質環境研究センター(184)	51	114	11	5	0	0	1	2	0	184
活断層研究センター(244)	48	130	27	25	0	0	0	13	1	244
化学物質リスク管理研究センター(142)	39	63	36	0	0	1	0	1	2	142
フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター(4)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
ライフサイクルアセスメント研究センター(119)	50	62	6	0	0	0	0	0	1	119
パワーエレクトロニクス研究センター(69)	32	34	1	0	0	0	0	0	2	69
生命情報科学研究センター(133)	49	77	6	0	0	0	0	7	1	133
生物情報解析研究センター(242)	46	188	5	0	0	0	0	1	2	242
ティッシュエンジニアリング研究センター(12)	7	5	0	0	0	0	0	0	0	12
ジーンディスカバリー研究センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒューマンストレスシグナル研究センター(142)	48	83	8	0	1	0	0	0	2	142
強相関電子技術研究センター(177)	62	112	0	0	0	0	0	0	3	177
次世代半導体研究センター(189)	60	122	3	0	2	0	0	1	1	189
サイバーアシスト研究センター(12)	9	3	0	0	0	0	0	0	0	12
マイクロ・ナノ機能広域発現研究センター(6)	4	1	1	0	0	0	0	0	0	6
ものづくり先端技術研究センター(155)	45	104	4	0	0	0	0	2	0	155
高分子基盤技術研究センター(11)	3	8	0	0	0	0	0	0	0	11
光反応制御研究センター(11)	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
新炭素系材料開発研究センター(9)	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
シナジーマテリアル研究センター(38)	34	4	0	0	0	0	0	0	0	38
超臨界流体研究センター(147)	51	91	4	0	0	0	0	0	1	147
スマートストラクチャー研究センター(18)	15	2	1	0	0	0	0	0	0	18
界面ナノアーキテクトニクス研究センター(350)	65	269	6	0	0	0	0	10	0	350
グリッド研究センター(108)	33	72	2	0	0	0	0	1	0	108
爆発安全研究センター(197)	55	118	21	0	0	0	3	0	0	197
糖鎖工学研究センター(148)	46	100	2	0	0	0	0	0	0	148
年齢軸生命工学研究センター(99)	31	54	12	0	0	0	0	1	1	99
技術と社会研究センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
デジタルヒューマン研究センター(179)	66	103	7	0	0	2	0	1	0	179
近接場光応用工学研究センター(89)	24	59	5	0	0	0	0	0	1	89
ダイヤモンド研究センター(53)	20	33	0	0	0	0	0	0	0	53
バイオニクス研究センター(169)	27	126	8	0	0	0	0	2	4	169
ジーンファンクション研究センター(179)	67	112	0	0	0	0	0	0	0	179
太陽光発電研究センター(108)	39	65	4	0	0	0	0	0	0	108
システム検証研究センター(52)	18	34	0	0	0	0	0	0	0	52
ナノカーボン研究センター(96)	40	50	1	0	0	0	0	3	2	96
健康工学研究センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
情報セキュリティ研究センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
コンパクト化学プロセス研究センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計測標準研究部門(1287)	308	628	48	0	291	0	0	9	3	1,287
地球科学情報研究部門(128)	41	50	11	22	0	0	2	2	0	128
地図資源環境研究部門(517)	153	286	54	16	0	0	0	8	0	517
海洋資源環境研究部門(95)	50	40	5	0	0	0	0	0	0	95
エネルギー利用研究部門(177)	98	74	1	0	0	0	0	2	2	177
電力エネルギー研究部門(127)	68	58	1	0	0	0	0	0	0	127
環境管理研究部門(70)	46	17	5	0	0	0	0	2	0	70
環境調和技術研究部門(72)	46	20	4	0	0	0	0	2	0	72
情報処理研究部門(24)	10	10	2	0	0	0	0	0	2	24
知能システム研究部門(356)	135	185	12	0	0	0	0	16	8	356
エレクトロニクス研究部門(408)	155	237	1	0	0	0	0	11	4	408
光技術研究部門(719)	258	405	27	0	0	0	0	20	9	719
生物遺伝子資源研究部門(9)	7	1	1	0	0	0	0	0	0	9
分子細胞工学研究部門(1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
人間福祉医学研究部門(763)	296	412	28	0	0	5	0	19	3	763
脳神経情報研究部門(320)	146	162	11	0	0	0	0	0	1	320
物質プロセス研究部門(20)	18	1	1	0	0	0	0	0	0	20
セラミックス研究部門(57)	53	3	1	0	0	0	0	0	0	57
基礎素材研究部門(61)	52	6	3	0	0	0	0	0	0	61

## 産業技術総合研究所

ユニット名 (合計)	誌上	口頭	著書	地球	計量	ソフト	DB	イベント	プレス	合計
機械システム研究部門(49)	32	16	1	0	0	0	0	0	0	49
ナノテクノロジー研究部門(715)	214	469	14	0	0	0	0	13	5	715
計算科学研究部門(207)	67	134	5	0	0	0	0	0	1	207
生物機能工学研究部門(595)	153	423	10	0	0	0	0	5	4	595
計測フロンティア研究部門(403)	131	258	10	0	0	0	0	1	3	403
ユビキタスエネルギー研究部門(433)	121	300	9	0	0	1	0	1	1	433
セルエンジニアリング研究部門(320)	103	195	21	0	0	0	0	0	1	320
ゲノムファクトリー研究部門(178)	53	119	6	0	0	0	0	0	0	178
先進製造プロセス研究部門(1046)	308	682	34	0	0	0	0	11	11	1,046
サステナブルマテリアル研究部門(555)	156	358	9	0	0	0	2	29	1	555
地質情報研究部門(1036)	182	607	63	124	0	0	6	53	1	1,036
環境管理技術研究部門(663)	181	436	31	0	0	0	0	14	1	663
環境化学技術研究部門(514)	123	369	13	0	0	0	0	6	3	514
エネルギー技術研究部門(1113)	401	667	23	0	0	2	1	14	5	1,113
情報技術研究部門(253)	105	129	8	0	1	0	0	7	3	253
人間系特別研究体(16)	11	5	0	0	0	0	0	0	0	16
生活環境系特別研究体(41)	27	12	2	0	0	0	0	0	0	41
グリーンプロセス研究ラボ(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
薄膜シリコン系太陽電池開発研究ラボ(6)	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6
デジタルヒューマン研究ラボ(2)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
ライフエレクトロニクス研究ラボ(9)	2	7	0	0	0	0	0	0	0	9
次世代光工学研究ラボ(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
微小重力環境利用材料研究ラボ(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
純度制御材料開発研究ラボ(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
メンブレン化学研究ラボ(112)	48	60	2	0	0	0	0	1	1	112
マイクロ空間化学研究ラボ(51)	23	25	1	0	0	0	0	2	0	51
先端バイオエレクトロニクス研究ラボ(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
極微プロファイル計測研究ラボ(3)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
ジーンファンクション研究ラボ(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
単一分子生体ナノ計測研究ラボ(98)	21	71	3	0	0	0	0	1	2	98
循環バイオマス研究ラボ(92)	36	47	5	0	0	0	0	2	2	92
システム検証研究ラボ(4)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
実環境計測・診断研究ラボ(110)	28	73	5	0	0	0	0	4	0	110
メタンハイドレート研究ラボ(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェロー(22)	9	12	1	0	0	0	0	0	0	22
先端情報計算センター(3)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
特許生物寄託センター(17)	2	14	1	0	0	0	0	0	0	17
ベンチャー開発戦略研究センター(11)	2	5	2	0	0	0	0	2	0	11
地質調査情報センター(23)	1	1	1	19	0	0	0	0	1	23
計量標準管理センター(31)	2	2	4	0	23	0	0	0	0	31
技術情報部門(45)	8	24	13	0	0	0	0	0	0	45
産学官連携部門(66)	17	35	1	0	0	0	0	11	2	66
産学官連携推進部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
成果普及部門(20)	4	4	3	4	0	0	0	5	0	20
国際部門(9)	5	3	1	0	0	0	0	0	0	9
知的財産部門(1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
業務推進部門(3)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
能力開発部門(1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
財務会計部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究環境整備部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東京本部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北海道センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東北センター(5)	4	0	1	0	0	0	0	0	0	5
つくばセンター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
臨海副都心センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中部センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
関西センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中国センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
四国センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
九州センター(2)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
合計	5,796	10,622	706	219	318	12	16	348	105	18,142

## 資料

## 2. 兼 業

## 平成16年度兼業一覧

所属 \ 依頼先	大 学	官 庁	民 間	公的法人	その他	計
深部地質環境研究センター	2			1		3
活断層研究センター	3					3
化学物質リスク管理研究センター	1	1	1	2	1	6
ライフサイクルアセスメント研究センター	6	1		7		14
パワーエレクトロニクス研究センター						0
生命情報科学研究センター	5	1	2	6		14
生物情報解析研究センター	7	1	3 (1)	11		22 (1)
ティッシュエンジニアリング研究センター (H16. 3. 31廃止 (再編))	1			1	2	4
ヒューマンストレスシグナル研究センター	3	1		3		7
強相関電子技術研究センター	2			1		3
次世代半導体研究センター	3		5 (2)	3		11 (2)
サイバーアシスト研究センター (H16. 7. 14廃止 (再編))	5	1	2			8
ものづくり先端技術研究センター	1		1 (1)	3		5 (1)
高分子基盤技術研究センター (H16. 3. 31廃止 (再編))	2				1	3
シナジーマテリアル研究センター (H16. 3. 31廃止 (再編))	1					1
超臨界流体研究センター	3					3
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	2			5		7
グリッド研究センター	6	6	4	1		17
爆発安全研究センター	3	1		4		8
糖鎖工学研究センター	3		1	4		8
年齢軸生命工学研究センター	4	2		6		12
技術と社会研究センター (H16. 4. 30廃止)	1					1
デジタルヒューマン研究センター	7		2 (2)	7		16 (2)
近接場光応用工学研究センター	1		1			2
ダイヤモンド研究センター	1					1
バイオニクス研究センター	4			6		10
ジーンファンクション研究センター	2			2		4
太陽光発電研究センター	3		1	2		6
システム検証研究センター	2	1		1		4
ナノカーボン研究センター	2			3		5
計測標準研究部門	12	1	3 (1)	6		22 (1)
地球科学情報研究部門 (H16. 4. 30廃止 (再編))	1					1
地圏資源環境研究部門	6	2		3		11
海洋資源環境研究部門 (H16. 4. 30廃止 (再編))	1	1				2
エネルギー利用研究部門 (H16. 6. 30廃止 (再編))	1	4		2		7
電力エネルギー研究部門 (H16. 6. 30廃止 (再編))	1	1	1	1		4
環境管理研究部門 (H16. 4. 30廃止 (再編))	1	1				2
環境調和技術研究部門 (H16. 4. 30廃止 (再編))	7	6		2		15
情報処理研究部門 (H16. 7. 14廃止 (再編))	8	2	2	6		18
知能システム研究部門	21	4	5 (2)	12		42 (2)
エレクトロニクス研究部門	3		9 (4)	10		22 (4)
光技術研究部門	7		1 (1)	15	1	24 (1)
人間福祉医工学研究部門	13	5	3 (3)	10	5	36 (3)
脳神経情報研究部門	11	3	2	2		18
物質プロセス研究部門 (H16. 3. 31廃止 (再編))	6					6
セラミックス研究部門 (H16. 3. 31廃止 (再編))	5				10	15
基礎素材研究部門 (H16. 3. 31廃止 (再編))	2				1	3
機械システム研究部門 (H16. 3. 31廃止 (再編))	5				1	6
ナノテクノロジー研究部門	4	2	1 (1)	4		11 (1)
計算科学研究部門	3			3		6
生物機能工学研究部門	16	7	5 (4)	20	1	49 (4)
計測フロンティア研究部門	1	1		2		4
ユビキタスエネルギー研究部門	3	1	1	5		10

産業技術総合研究所

所属 \ 依頼先	大 学	官 庁	民 間	公的法人	その他	計
セルエンジニアリング研究部門	8	1	4 (2)	9	5	27 (2)
ゲノムファクトリー研究部門	1	2	4 (1)	5		12 (1)
先進製造プロセス研究部門	9	7	1	7		24
サステナブルマテリアル研究部門	2	4	6 (3)	3		15 (3)
地質情報研究部門	10	2	2 (1)	1		15 (1)
環境管理技術研究部門	7	2	1 (1)	12		22 (1)
環境化学技術研究部門	3	1		11	1	16
エネルギー技術研究部門	3	2	2 (1)	17	1	25 (1)
情報技術研究部門	2		6 (4)	7		15 (4)
人間系特別研究体 (H16.3.31廃止 (再編))	2	1		1	1	5
生活環境系特別研究体 (H16.3.31廃止 (再編))	4				2	6
ライフエレクトロニクス研究ラボ (H16.3.31廃止)	1					1
メンブレン化学研究ラボ				1	1	2
マイクロ空間化学研究ラボ			3	3		6
単一分子生体ナノ計測研究ラボ				1		1
循環バイオマス研究ラボ				1		1
実環境計測・診断研究ラボ		1		1		2
フェロー	1	1		1		3
研究関連・管理部門・その他	23	64	15 (2)	41	6	149 (2)
合 計	300	145	100 (37)	304	40	889 (37)

※所属は申請当時。

※カッコの数字は、国公法第103条兼業（役員兼業）を内数で表記してある。

### 3. 中期目標

独立行政法人産業技術総合研究所は、3200人余の職員を擁する我が国最大規模の公的研究機関である。経済産業省傘下の独立行政法人として期待する役割は、多岐にわたる分野の研究者集団の融合と創造性の発揮による研究活動を通じた新たな技術シーズの創出、機動性・開放性を駆使した産学官ポテンシャルの結集による産業技術力の向上や新規産業の創出への取組みであり、さらには、地質の調査や計量標準の普及・供給に代表される国家的視点に立った信頼性と継続性の要求される業務の遂行を通じた産業社会にとっての知的基盤等の充実への貢献である。そしてこれらを通じた我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与していくことが期待される。

係る観点を踏まえ、産業技術総合研究所に対しては、産業技術に係るニーズとシーズを踏まえつつ、将来の産業技術の要となる共通基盤的技術課題を抽出し、競争的資金の導入割合の増加等の体制の強化を図りつつ、創造性の高い研究の推進及びこれら研究成果の普及に努めるとともに、地質の調査、計量標準の普及・供給等産業社会の知的な基盤の構築に関する業務を着実に遂行することを求める。更には、自らの有するポテンシャルを結集した産業技術情報の収集、分析等を通じて産業技術政策の策定に貢献することを併せて期待する。

#### 1. 中期目標の期間

独立行政法人産業技術総合研究所の平成13年度から始まる第1期における中期目標の期間は、4年（平成13年4月～平成17年3月）とする。

#### 2. 業務運営の効率化に関する事項

平成13年度から始まる第1期は、研究業務（独立行政法人産業技術総合研究所法（以下個別法）第11条第1項第1号から第3号に規定された業務）、研究関連業務（同条同項第4号に規定された業務）、管理業務（同条同項第5号に規定された業務）の遂行における費用対効果の抜本的向上を図るため、以下の目標を実現するものとする。

##### 1) 【組織運営】

工業技術院に属する試験研究機関15所及び計量教習所を統合して産業技術総合研究所を発足させたことに鑑み、下記の各業務について、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い研究組織、制度を確立するものとする。また、地域における産業競争力の強化、新規産業の創出に貢献するため、地域の産業界、大学、地方公共団体等と連携を図りつつ、地域展開を図るものとする。

- ・研究業務においては、多重構造を排除したフラットな研究組織を構築すること。
- ・関連業務においては、集中と分散による効率的な運営を行うこと。
- ・管理業務においては、重複業務を整理するとともに、施設・スペース管理を徹底し、有効活用すること。

##### 2) 【戦略的企画】

研究課題の適切な選択および重点化を行うために、科学技術基本計画（閣議決定、2001年3月）、国家産業技術戦略（国家産業技術戦略検討会、2000年4月）、産業技術戦略（産業技術審議会、2000年4月）等に沿った重点研究課題を選び出し、研究資源の集中投資により研究開発を効果的に進めるなど、戦略的に企画するものとする。また、研究課題の評価を定期的に行い、外部ニーズ等の的確な反映により研究展開の柔軟性を保つものとする。

##### 3) 【機動的な研究組織】

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

##### 4) 【研究の連携・協力】

他省庁研究機関、大学、民間企業等、様々な外部ポテンシャルとの連携・協力を強化し、研究推進の効率化を図るとともに、積極的に外部機関等における研究開発の発展に貢献するものとする。

##### 5) 【評価と自己改革】

社会的要請や科学技術の進展の把握に努め、常に研究所の位置付けを確認しつつ、様々な観点から自ら行う研究の方向性、それまでに得られた研究成果等を評価し、その結果を研究資源配分に反映させる等、研究組織間の競争的環境を整備し、研究開発業務の向上に努める。併せて業務効率化の観点から、研究関連部門等の業務内容の妥当性を点検し無駄のない業務運営を行うものとする。

##### 6) 【職員の意欲向上と能力啓発】

定期的に個人の業績を様々な観点から評価し、その結果を具体的な処遇・人員配置として適切に反映させ、勤労意欲の向上を図るとともに、業務を行う上で必要な研修の機会を与え、職員の能力の啓発に努めるものとする。

##### 7) 【研究員の流動性の確保】

若手研究員の自主性、自立性を高める等、国内外の研究者コミュニティにおける人材の流動性の向上を図るとともに、蓄積された高いキャリアを様々な業務において有機的に活用するものとする。

##### 8) 【業務の情報化の推進】

管理業務においては、先進的に電子化を導入し、ネットワークを活用した事務処理の効率化を進め、処理の効率化・ペーパーレス化・迅速化を図るものとする。

##### 9) 【外部能力の活用】

各業務を精査し、業務内容の見直し、外部専門家の活用を検討し、適当と考えられる業務については外部委託を推進するものとする。

##### 10) 【省エネルギーの推進】

研究開発においても、環境に調和して持続的に発展可能な社会に適応するため、エネルギーの有効利用に努めるものとする。

#### 11) 【環境影響への配慮】

研究活動の環境影響への配慮の観点から、関係規格への対応を進めるものとする。

#### 12) 【事業運営全体の効率化】

運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、中期目標の期間中、毎年度、平均で前年度比1%の業務経費の効率化を行う。

### 3. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

個別法に記載されたミッションに鑑み、産業界、学界等との役割分担を図りつつ、下記1)から3)に該当する各研究開発目標を遂行して、産業技術の高度化、新産業の創出及び知的基盤の構築に貢献し、我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与するものとする。

#### 1) 【鉱工業の科学技術】《別表1》

#### 2) 【地質の調査】《別表2》

#### 3) 【計量の標準】《別表3》

#### 1)～3)の共通事項

#### ア) [政策的要請への機動的対応と萌芽的課題の発掘]

各分野における社会的政策的要請等に機動的に対応するために、最新の技術開発動向の把握に努め、重要性の高い研究課題や萌芽的な研究課題の発掘、発信を行うとともに、研究体制の構築等の必要な措置を講じ、研究開発を実施し、産業競争力の強化、新規産業の創出に貢献する。

#### イ) [研究活動の質的向上]

研究活動の質的向上を担保するため、以下の方策をとるものとする。

- ・外部意見を取り入れた研究ユニット評価と運営を行うこと。
- ・競争的研究環境を醸成すること。
- ・優れた業績をあげた個人について積極的に評価する。

#### ウ) [成果の発信]

研究所の概要、研究の計画、研究の成果等について、印刷物、データベース、インターネットのホームページ等の様々な形態により、広く国民に対して分かりやすい情報の発信を行うものとする。研究活動の遂行により得られた成果が、産業界、学界等において、大きな波及効果を及ぼすことを目的として、特許、論文発表を初めとし、研究所の特徴を最大限に発揮できる、様々な方法によって積極的に発信するものとする。

#### エ) [産学官一体となった研究活動への貢献]

産業界、大学と一体になったプロジェクトなど、産学官の研究資源を最大限に活用できる体制の下での研究活動の展開へ貢献するものとする。

#### 4) 【技術指導、成果の普及等】

#### ア) [産業界との連携]

産業界等との役割分担を図りつつ研究開発活動を推進するとともに、研究所で醸成された研究成果が、産業界等で広く利活用されることを目指し、産業界等と積極的に以下のような研究協力・連携を推進するものとする。

- ・日本全国に配置された研究拠点を活用して、広く研究開発ニーズや産学官の連携に対するニーズの発掘、収集に努めるとともに、ベンチャーも含めた産業界への技術移転等に努めること。
- ・技術相談等に的確に対応するとともに、これに伴う新たな展開として共同研究への発展を図る等、積極的に技術移転に努めること。特に外部ニーズに積極的に対応するために、受託研究制度を抜本的に見直し、研究受託件数の大幅な増加に努めること。
- ・産業界を支える人材の育成と産業技術力向上への貢献を目指し、企業等研修生、共同研究等に伴う共同研究者等を積極的に受け入れること。

#### イ) [大学への協力]

大学への協力として連携大学院制度等への積極的な協力を行うものとする。

- ・将来の産業界を支える人材の育成への貢献を目的として、学生の受け入れ、連携大学院制度への積極的な参画をすること。

#### ウ) [知的貢献]

学界、産業界への知的貢献として、内部研究人材・研究ポテンシャルを外部へ提供・活用するものとする。

#### エ) [政策立案等への貢献]

産業技術に係る政策立案への貢献を積極的に推進するものとする。

- ・産業技術に係る研究所の持てる研究ポテンシャルを結集して、経済産業省、総合科学技術会議等における産業技術に関する政策立案に技術的側面から貢献すること。

#### オ) [標準化・規格化等、知的基盤への貢献]

国内外から要請の高い各種の標準化、規格化等、知的基盤構築に対して積極的に貢献するものとする。

- ・計量標準、工業標準、化学物質標準、地質図等、知的基盤の整備に貢献すること。
- ・国内外での標準化を目的とした技術開発を実施し、また標準の策定を支援する体制を整備すること。
- ・アジア諸国との標準化協力関係を構築すること。

#### カ) [国際活動]

科学技術に関する国際的な研究展開、成果の国際普及、途上国技術支援を行うものとする。

- ・国際協力、国際貢献の観点から、国際協力プロジェクトの発掘・実施を積極的に進める等、国際的な研究展

開を行うとともに、国際シンポジウムを開催し研究成果の公開普及、研究者の交流を図ること。

- ・発展途上国への技術協力・技術支援の観点から、国際協力プロジェクト等へ参画し、海外研修生の受入れ等を積極的に推進すること。

#### 5) 【情報の公開】

公正で民主的な法人運営を実現し、法人に対する国民の信頼を確保するという観点から、情報の公開に適正に対応するものとする。

#### 6) 【その他の業務】

##### 〔特許生物の寄託業務〕

- ・特許にかかる寄託制度の運営に関わることによる産業界への貢献を目的に、特許庁委託による生物株の寄託・分譲の業務を適切かつ円滑に遂行するものとする。

##### 〔独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業〕

- ・標準化関係業務等に関する共同事業を行うものとする。

#### 4. 財務内容の改善に関する事項

- 1) 運営費交付金を充当して行う事業については、「2. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項について配慮した中期計画の予算を作成し、当該予算による運営を行う。

- 2) 積極的に外部資金の増加に努め、総予算に対する固定的経費の割合の縮減等の経営努力を行う。

- ・自己収入の増加

外部資金、特許実施料等、自己収入の増加に努めるものとする。

- ・固定的経費の割合の縮減

大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図り、固定的経費の割合を縮減するものとする。

#### 5. その他業務運営に関する重要な事項

- 1) 業務の実施に必要な施設・設備の適切な整備に努めるものとする。

- 2) 管理業務に関わる支出額（人件費）の総事業費に対する割合を抑制するものとする。

#### 別表1 鈹工業の科学技術

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

##### (1) 社会ニーズへの対応

1. 高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実

現

#### 1-1. バイオテクノロジー分野

高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現及びバイオテクノロジー分野における産業創成をめざして、ポストゲノム時代におけるゲノム情報の応用、生命機能の理解とその人間生活向上への利活用、高度な情報処理機構を利用した脳科学・細胞生物学、環境計測・浄化・保全や廃棄物処理等のバイオテクノロジー技術及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

- ① ゲノム情報利活用技術及び有用蛋白質機能解析
  - ・ゲノム情報に基づく生物情報の取得・解析・整理統合化に関して、発現頻度情報の取得とデータベースの作成を行う。また、最高レベルの構造解析システム及びモデリング技術を開発する。
  - ・物質転換プロセスに役立つ遺伝子の抽出と利用技術、生体分子の観測に役立つ基盤技術を開発する。
- ② 有用生物遺伝子資源探索と機能性生体分子創製・利用
  - ・核酸及び蛋白質の構造・機能を解析し、革新的な機能遺伝子の創製及び改良のための基盤技術を開発する。
  - ・複合生物系、海洋生物、低温適応生物等からの有用遺伝子、分子の探索、生物の環境への適応機構の解析及びその解析・利用技術を開発する。また、細胞操作のための新技術を開発する。
  - ・生物遺伝子資源を原料とした環境保全型材料の開発のための基盤技術を開発する。また、生物機能を利用した環境中の有害物質等のモニタリング及び除去のための基盤技術を開発する。
  - ・遺伝子操作微生物の環境安全性を科学的に評価するために必要な基盤技術を開発する。
- ③ 脳科学技術（脳機能解析・脳型コンピュータ）
  - ・脳機能を理解し、これを安心・安全で質の高い生活の実現に向けて利用することを目的に、脳や知覚・感覚器官の分子細胞レベルでの構造と仕組み、情報処理機構を解明する。

#### ④ 分野融合的課題

- ・バイオ分野と他分野の融合的な研究により、筋肉活動等の修復を支援するために必要な神経細胞への電子デバイスの直接接合技術及び人工筋肉の開発に必要な基盤技術を開発する。

#### 1-2. 医工学・福祉分野

高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現のために、医工学・福祉分野では、生体機能代替技術、医療診断・治療支援機器開発技術、福祉機器開発技術、生体ストレス・人間特性計測応用技術、及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

- ① 生体機能代替技術

- 臓器移植に代わる新たな治療技術を実現するため、細胞培養技術を用いた代替組織・代替臓器の構築技術及び長期間使用可能な人工臓器を開発するものとする。
- ・臓器移植に代わる新たな治療技術を実現するため、細胞培養技術を用いて、代替組織・代替臓器として機能する埋込み型細胞組織デバイスを開発する。
  - ・在宅医療を実現するために、長期間連続使用可能な体内埋込み型人工臓器を開発する。また、人工機能代替材料の生体適合性の評価手法を確立する。
- ② 医療診断・治療支援機器開発技術
- 診断・治療に伴う患者と医師の身体的負担を軽減するために、無侵襲・低侵襲の診断機器及び治療支援機器の開発に貢献するものとする。
- ・手術に伴う患者の身体的負担を軽減するために、低侵襲での診断と治療ができる画像誘導型の手術支援システムを開発する。
  - ・医療診断における診断画像の取得の高速化・高精密化のために、次世代型高次生体機能計測装置に必要な基盤技術を開発する。
- ③ 福祉機器開発技術
- 高齢者・障害者の活発な社会参加と自立を実現するために、高度情報技術及びメカトロニクス技術を利用した新しい福祉機器を開発する。また、福祉用具の人体適合性の評価手法を確立するものとする。
- ・高齢者・障害者の社会参加を促し、介護者の負担を軽減するために、日常生活を支援するリハビリ訓練機器等の自立支援福祉機器を開発する。
  - ・適切な福祉機器の提供を行うために、高齢者・障害者向け福祉機器・用具の人体適合性を的確に評価できる手法を開発する。
- ④ 生体ストレス・人間特性計測応用技術
- 多様な生活者ニーズに対応したユニバーサルな製品・環境を創出するため、生体ストレスの解明、人間・生活特性の計測手法を開発するとともに、人間特性データに基づく製品・環境の設計支援技術を開発するものとする。
- ・人間生活における様々なストレスの軽減を目指し、環境ストレスが人間に及ぼす影響の解明に基づき、環境ストレス物質等の計測手法を開発する。
  - ・多様な生活者ニーズに対応した生活環境を実現するために、生活行動特性の客観的な計測技術を開発し、人間特性データベースを構築し、人間適合性の高い製品・環境の設計支援技術を開発する。
2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現
- 高性能化する情報通信環境を活用して、時間や場所の制約を受けずに、必要とする情報・知識を誰もが自由自在に創造、流通、共有できる高度な情報通信社会の実現を目指して、ヒューマンインターフェース技術、ネットワーク関連技術、高度コンピューティング技術、情報化基盤技術の研究項目について、以下のような研

究開発を推進するものとする。

① ヒューマンインターフェース技術

高度情報化社会の恩恵を誰もが受けられるように、情報システムが人間の表現を読みとり人間に合わせる技術、知的な次世代個人通信システム技術等を開発するものとする。

- ・人々の様々な知的活動や作業を支援あるいは代行する情報システムを、生活支援、公共システム支援、社会安全、産業強化の視点から開発して、産業・生活両面において、人の行動・生活を支援する対人親和性の高い知能システムの実現に貢献する。

- ・個人の情報利用を支援し、情報弱者にも使いやすい知的情報サービスシステムを提供する、位置と状況に基づく次世代個人通信システムの実現を目的として、位置情報を通信に用いたデバイスの研究を行い、ネットワーク上での知的情報サービスシステムのプロトタイプを開発する。

② ネットワーク関連技術

ネットワークを用いて行政機関へのアクセス、高度コンピュータシステムの利用、広く普及した計算機資源の有効利用が安全かつ高速で実現される手法を開発するものとする。

- ・電子政府の実現と維持に必要なセキュリティ技術を開発する。

③ 高度コンピューティング技術

膨大な情報を高速に分析、処理、蓄積、検索することができることを目的として、高度コンピューティング技術を開発するものとする。

- ・大規模計算技術と情報数理論を用いた、分子構造予測、ゲノム配列解析、細胞シミュレーションなどのバイオインフォマティクス研究を推進し、生命機構に関する知識を計算機で詳細かつ高速に発見する情報技術を開発する。
- ・産業基盤に資する並列・分散環境での高性能計算機システム利用技術を普及し、この分野の中核的研究拠点となることを目的として、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術との融合を図った情報インフラを構築し、世界的な標準化構築のための技術を開発する。

④ 情報化基盤技術

今後ますます増大する情報通信技術の高度化のニーズに対応していくため、次世代半導体技術、デバイス技術、ソフトウェア技術等の共通基盤技術を開発するものとする。

- ・強相関電子の概念を中核とした革新的な電子技術における独創的成果を挙げることを目的として、強相関電子系相制御技術、超格子物質・接合作製技術、極限スピン計測技術、強相関デバイスプロセス要素技術、強相関フォトニクス物質、量子位相制御理論、などの強相関電子技術の基礎を確立する。

- ・2010年以降の超高速・大容量情報通信環境を実現するために必要な超高集積・低消費電力集積回路技術の基盤を確立する。
- ・情報通信における一層の多様化を実現するため、情報処理ハードウェアの飛躍的な多機能化・システム化を可能にする要素技術を確立する。
- ・大容量・高速記憶装置技術の新たな応用の開拓と新規産業の創出を目的として、光による情報記録を波長の数分の1程度の微細領域で可能とする技術を確立する。
- ・情報技術を人類社会の持つ多様性に対応可能にすることを目的として、公共性と中立性の高いソフトウェアを開発し、言語や文化の多様性や、ソフトウェアの利用形態や開発体制の多様性に対応できる情報処理技術を確立する。

### 3. 環境と調和した経済社会システムの構築

環境の保全と経済社会活動とが調和した持続的な循環型経済社会システムの構築に向けて、化学物質安全管理技術、資源循環・廃棄物対策技術（低環境負荷型材料開発を含む）、オゾン層破壊・地球温暖化対策技術、ライフサイクルアセスメント技術、グリーンケミストリー技術（低環境負荷型化学プロセス技術）、及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

#### ① 化学物質安全管理技術

製造過程や製品、廃棄物等に含まれ、人間や環境に悪影響を及ぼす化学物質のリスクを極小化・管理する経済社会を実現するものとする。

- ・化学物質の安全性の評価・管理に係る技術基盤の整備・確立を目的として、環境汚染物質に係る排出・移動登録（PRTR）対象物質を10程度にグループ化し、各グループについて、化学物質の有害性の定量的評価技術、化学物質の曝露評価のための要素技術、及び地圏汚染評価のための地盤調査法とリスク解析手法を開発する。また、生態リスク評価手法を開発する。
- ・火薬類の新しい規制技術基準を構築するための基盤を確立する。
- ・化学物質の適正管理に係る技術基盤の整備・確立を目的として、コンパクトで簡便な分析システムのための要素技術を開発する。

#### ② 資源循環・廃棄物対策技術（低環境負荷型材料開発を含む）

金属資源や有機系資源の有効利用と廃棄物の減量化、並びに低環境負荷型材料開発による資源循環型の経済社会を実現するものとする。

- ・廃棄物・副産物の原材料化とエネルギーとしての再生利用を目的として、製品粉碎粒子を対象としたカラム型風力選別機による乾式選別及び微小脈動流を利用した湿式比重選別の要素技術を開発する。
- ・プラスチックのリサイクル性と環境適合性を高める目的で、熱硬化性樹脂等のリサイクルが困難なプラス

チック廃棄物のモノマリーサイクル技術を開発する。

#### ③ オゾン層破壊・地球温暖化対策技術

フッ素系化合物によるオゾン層の破壊と二酸化炭素等による地球温暖化を抑制する経済社会を実現するものとする。

- ・温室効果ガス排出の最小化を目的として、フッ素系温室効果ガスの代替物の開発指標を確立する。
- ・二酸化炭素の貯留・固定を目的として、二酸化炭素と海水との相互作用の評価技術、海洋隔離による局所的な環境影響評価技術、海洋環境の将来予測手法、及び海洋／大気／植生間の二酸化炭素交換量および化石燃料消費による放出量の地域分布の評価手法を開発する。
- ・二酸化炭素等の低反応性小分子の固定化・有効利用を目的として、光触媒による新規な固定化技術、炭化水素の脱水素反応との組み合わせによる有効利用技術を開発する。

#### ④ 環境負荷評価技術

製品の製造、輸送、廃棄等ライフサイクル全体での環境負荷の低減を図る経済社会を実現するものとする。

- ・ライフサイクルアセスメントによる製品や製造プロセス等の最適化を目的として、国際標準準拠型及び製品設計のためのソフトウェアを開発する。

#### ⑤ 低環境負荷型化学プロセス技術

環境負荷の大きい原材料、製品、あるいは製造プロセスを代替する化学技術による持続可能な経済社会を実現するものとする。

- ・製造過程で酸塩化物やホスゲン等のハロゲン化合物を用いないファインケミカルスや高分子の合成法を開発する。
- ・水素や過酸化水素等の製造、輸送プロセスのグリーン化を目的として、水素透過金属膜、ゼオライト系等の二元機能触媒、及び金属担持薄膜触媒を用いる反応プロセスを開発する。

### 4. エネルギー・資源の安定供給確保

経済性と供給安定性を考慮した環境調和型エネルギー・資源供給構造の構築という社会的要請に対応するため、電力技術、省エネルギー技術、新エネルギー技術、資源技術等及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

#### ① 電力技術

国際的に遜色のない低廉な電力供給の実現、エネルギーセキュリティ確保及び地球環境問題への対応という社会的要請に応えるため、その一翼を担うべく、革新的電力デバイスと電力ネットワークの基盤技術の開発、超電導技術による高効率電力輸送技術の基盤技術を開発するものとする。

- ・革新的電力デバイスと電力ネットワークの基盤技術を開発する。
- ・超電導技術による高効率電力輸送技術の基盤技術を開

発する。

## ② 省エネルギー技術

CO<sub>2</sub>排出削減と省エネルギー型社会の実現に貢献するために、エネルギー高効率利用技術、動力等への変換合理化利用技術、エネルギー回収・蓄エネルギー技術、省エネルギーネットワーク技術に関する研究開発を行うものとする。

- ・ガスタービン発電システムの直接的な燃料となるクリーンコール製造技術、作動ガス循環型動力システムにおける燃焼制御技術を開発する。
- ・省エネルギー化の基盤技術確立に資するために、高出力密度電源の開発、二次電池のための新規材料開発、省エネルギーネットワーク技術の設計・評価法を確立する。

## ③ 新エネルギー技術

エネルギー安定供給と環境負荷の低減という社会的要請の同時解決を図るため、化石燃料の環境調利用を図りつつ、環境負荷を小さくするクリーンエネルギーの基盤技術を開発するものとする。

- ・太陽光発電の大量導入に向けて、高性能低価格の太陽電池技術、及び太陽光発電システム・評価技術を開発する。
- ・燃料電池の高効率化技術、適用性拡大技術、燃料多様化技術などを開発する。
- ・風力タービンの安定出力を保証するための基盤技術、クリーン燃料製造のための基盤技術を開発する。
- ・太陽光を利用した革新的新エネルギー技術の基盤技術を開発する。

## ④ 資源技術

地下資源の探査手法、国土の地下資源量評価、資源開発・利用に伴う安全・監視・環境に関する基盤技術を開発するとともに、海外での資源開発研究協力・技術協力に貢献するものとする。

- ・地熱貯留層評価管理技術の開発と燃料資源、潜頭性金属鉱床等のポテンシャル評価技術の開発を行う。
- ・資源の開発・利用に係わる安全管理技術を開発する。
- ・アジア地域において地熱資源と鉱物資源調査に関する資源開発研究協力を果たす。

## (2) 革新的・基盤的技術の涵養

### 1. 分野横断・革新的技術

ナノバイオテクノロジー、ナノデバイス、ナノ材料など、各分野の研究開発の推進の基盤となる、分野横断的なナノテクノロジー技術及び多分野にまたがる共通基盤技術である光技術、計算科学、人間のモデル化技術、計測分析技術について、先導的、先進的に研究開発を進めるものとする。

#### ① ナノテクノロジー

ナノメートル制御材料、デバイス、システムの創製技術、材料・機器のマクロ性能の飛躍的向上をはかる技術を開発するものとする。

・ナノ構造における新規物理現象の開拓を行い、ナノメートルスケールで従来の材料・デバイスとは異なる構造・動作原理に基づくデバイス開発を行う。

- ・ナノメートル・オーダーの計測技術としての走査プローブ顕微鏡の分解能の高度化を行い、単一分子を含めたナノ構造の計測のための評価技術を開発するとともに、次世代半導体におけるプロセス診断技術へ応用するための実用技術を開発する。
- ・情報通信、化学、材料等の革新的・基盤的技術開発として、ナノメートルオーダーのサイズにおいて機能を発現する原子・分子集合体を創製する。

#### ② 光技術

- ・情報、エネルギー、物質、生命等に関わる多様な物理現象において本質的な役割を果たしている「光」に対し、光の持つ可干渉性、超高速性、大容量性、高輝度性等のポテンシャルの極限的追求とその利用のための技術開発を行うことで、高度情報化社会、安全で安心な社会、および持続可能社会の構築に貢献する。また、誰でもが情報通信社会の恩恵を受けられるようにするために、人に優しく使いやすいマン・マシーン・インターフェース技術、およびもっとも身近で扱いやすい量子としての光の可能性を利用するため、横断的な分野の研究者の融合および有機的研究展開を目指すものとする。

#### ③ 計算科学

現象発現の仕組みがより複雑化し、物理的にもコスト的にも実験・実証が困難化している状況の打破を目的として、構造と機能の解析・予測のシミュレーションをコンピュータで行うことによる現代科学技術の発展の基盤となる技術を開発するものとする。

- ・化学反応シミュレーションで扱われる原子の数を、大幅に増加することにより、現実の問題におけるより広範囲な対象（不均一触媒、溶液反応など）を扱えるようにすることを目的として、化学反応解析・設計シミュレーション技術および反応経路予測技術を開発する。
- ・1ナノメートルから100ナノメートルのスケールにわたるナノスケール材料（無機材料、高分子材料、生体高分子材料、およびそれらからなる複合材料）の構造の制御、発現される機能の解析を可能とするシミュレーション手法の開発を通して、ナノスケール系の持つ特徴の系統的な研究を行い、複合系の機能予測が可能なシミュレーション技術を開発する。

#### ④ 人間のモデル化技術

- ・靴、衣服などが個人の体型によりよく適合するようにするために足、体型などを計測しそのモデルをコンピュータ内に形成する。そのモデルが人の動きに追従できる機能を付加するものとする。

#### ⑤ 計測・分析技術

- ・産業技術分野に対して定量的理解と共通の尺度を提供するため、計測分析技術の開発を行う。

- ・次世代電気標準並びにエレクトロニクス産業の基盤を支える計測技術を実現するため、超伝導およびそれに付随する量子現象を利用する電子計測デバイスを開発する。
- ・産業・科学技術の効率的な開発を分野横断的に支援するため、化学物質スペクトルデータベースを拡充する。また、物質・材料の熱物性データベースを整備し、公開する。

## 2. 材料・化学プロセス技術

日本経済の持続的成長を維持するための市場創出につながる革新的技術の確立を目的として、ナノ物質・材料技術、機能共生材料技術、特異反応場利用プロセス技術、高信頼性材料システム技術及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

### ① ナノ物質・材料技術

ナノメートルサイズの物質の構造制御を利用して、超高速・大容量情報処理技術の基盤となる複合機能原料や新炭素材料、持続的な経済社会発展の基盤となる精密制御高分子材料、軽量金属材料、先進構造材料を開発するものとする。

- ・超高速・大容量の情報処理・通信技術の基盤材料の提供を目的として、半導体プロセスと整合性の良い電子材料用液体原料や機能複合粉体原料の開発、室温で作動する紫外線発光機能を持つダイヤモンド材料の開発、及び新炭素材料の開発を行う。
- ・炭素系材料によるナノスペースを利用した水素貯蔵、ガス分離材料等の開発とその量産化のための基盤研究を行う。また、超低摩耗機能を有する炭素系材料によるトライボマテリアル・スーパーハードマテリアル等の創製を行う。
- ・材料のリサイクル性向上に向けて、鋳造・加工プロセスにおいて結晶粒径を微細化し高強度な単純組成軽量金属材料、及びリサイクルによる特性低下を生じないリサイクル技術を開発する。また、金属材料の耐食性向上を目的として高純度金属へのコーティング技術を開発する。
- ・環境浄化材料への適用、分離プロセスや触媒反応の省資源・省エネルギー化を目的として、規則的に微細空孔が配置された材料の創製、改良とその低エネルギー製造プロセス技術を確立する。
- ・高分子材料の性能・機能の飛躍的高度化を目指し、高分子の任意かつ精密な構造制御を実現する重合反応制御技術および高次構造制御技術を開発する。

### ② 機能共生材料技術

材料の組織を原子・分子からナノ、マイクロ、マクロにわたり制御する技術を開発し、複数の機能が共生した材料を創製することで、複合材料に変わる新たな多機能材料のコンセプトを確立するものとする。

- ・セラミックスの高次にわたる構造を制御するプロセス

技術を開発し、複数の機能が共生したセラミックス材料を創製するとともに、開発技術の産業技術としての有効性を実証する。

### ③ 高信頼性材料システム技術

構造材料の信頼性向上、長寿命化を図るため、使用環境下での損傷形成過程を支配する主要因子の定量化を行うとともに、損傷位置の検出や損傷制御機能を持つ修復材料、ならびに長寿命複合材料、低摩擦摩耗材料を開発するものとする。

- ・高温構造用セラミックス部材の信頼性向上をめざし材料設計指針の確立に向けて、損傷形成過程を支配する主要因子の定量化手法を開発する。
- ・構造部材の信頼性向上を目的として、コンクリート、橋梁用鉄骨、車体機体用金属材料等の損傷位置を精度よく標定し損傷を抑制する材料を開発する。
- ・構造材料の長寿命化を目的として、種々の使用環境において高信頼性を保持できるセラミックス繊維強化複合材料や、構造材料に高耐食性・高耐摩耗性を付与する表面処理技術、低摩耗・超低摩擦炭素系材料を開発する。

### ④ 特異反応場利用プロセス技術

材料製造に関わる環境や、エネルギー、製造コスト等の制約要因を克服し、材料の国際的な競争力を強化し新産業の創出に資するために、特異な反応場を利用した新たな材料製造プロセス技術を開発するものとする。

- ・高性能センサー材料等への応用が期待されるものの製造が困難な高品質結晶材料を、微小重力環境を利用して容易に製造できる技術を開発する。
- ・セラミックス製造工程におけるエネルギーや資源の消費量削減を目指し、電磁波等の効率的利用により選択的なエネルギー投入を行う焼結・反応プロセス技術や、生体組織の形成メカニズムを模倣した3次元的規則構造形成プロセス技術を確立する。
- ・環境負荷の少ない化学合成プロセス技術の確立を目的として、超臨界流体を利用した新規物質の創製・利用技術を開発するとともに、高温・高圧制御とその場計測技術の開発により化学プロセス技術の基盤を整備する。

## 3. 機械・製造技術

経済社会の持続的発展を支えるための技術の緻密化と融合化による産業競争力の強化とともに、環境と調和した経済社会における資源の円滑な循環、高度情報通信社会及び高齢化社会、少子化社会への対応のために、ものづくり支援技術、マイクロナノ加工組立製造技術、循環型生産システム技術、信頼性工学技術（安全対応技術）及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むこととし、以下の研究開発を推進するものとする。

### ① ものづくり支援技術

ものづくり産業の競争力強化と新たな展開に貢献することを目的に、加工やその設計における技能の技術化を製造技術と情報通信技術の融合により実現し、高信頼性、高精度な技術情報を、ものづくり現場で利用可能なシステムとして開発するものとする。

- ・中小製造業の技術者が必要とする加工データのセンシング技術や加工データベースシステムの開発、加工技能の分析・解明による加工デジタルモデルを、利用目的に応じて的確・理解しやすい形式で提供する加工支援システムを開発する。
- ・加工デジタルモデル情報を、ネットワークを通じてものづくり現場における有効利用を可能とするためのシステム構築技術、様々なものづくり支援ソフトウェアシステムの柔軟・融合を可能にする設計製作支援共通プラットフォームシステム技術を開発する。

## ② マイクロナノ加工組立製造技術

情報通信、医療福祉分野等、様々な分野に適応した、高付加価値製造技術の基盤技術の確立を目的として、マイクロナノ加工技術を開発するとともに、その基礎となる各種加工現象を解明するものとする。

- ・マイクロ機械部品等を加工可能なマイクロファブリケーション技術の提供を目的として、精密形状転写加工のマイクロスケール解析評価技術、加工点付近の微小領域での現象の解明、ナノトライボロジーの解明、微細固体駆動素子技術等を高度化するとともに、ダウンサイジングに適した工作原理を示し、高精度な小型加工機構、IT 技術や医療技術のための高集積機械システムを実現する。
- ・ナノスケール極微細加工を種々の部材に対して可能とするレーザー加工装置開発の要素技術である、レーザーダイオードの高コヒーレンス化に不可欠な温度安定化技術、超解像技術による微小加工技術の基盤を構築する。
- ・ナノスケールの構造により機能を発現する機能構造体の創製を目的として、この構成要素となる均一で汚染のないナノサイズの超微粒子の作製プロセス技術、ナノスケールの機能付加工技術の基盤を確立する。
- ・マイクロメートルオーダーの微細形状を持つ光学部品等の成形過程において成形材料の硬化の過程の解析技術と非接触計測技術を確立する。

## ③ 環境負荷低減生産技術

- ・機械とエネルギー・環境との調和を目的として、省エネルギー、低エミッション生産技術を実現するための製品ライフサイクル管理手法を確立するとともに、エコマテリアル、エコトライボロジー技術を高度化し、IT 技術との融合による循環型生産システム技術の構築に貢献する。

## ④ 信頼性工学技術（安全対応技術）

- ・機械システムを構成する機械要素の破壊を事前に予知し、システム全体の破壊を未然に防ぐ等、機械システ

ムの信頼性・安全性の向上を目的として、機械要素の高信頼性異常予知診断システム等を開発するとともに、寿命・材料評価に関するデータベースの構築や、破壊メカニズムの解明を行い、規格制定等に貢献する。

## 別表2 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

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

### ①【地質情報の組織化と体系的集積・発信】

日本の地質の調査研究を実施するとともに、地質の調査に係わる探査・分析技術、情報解析技術、情報提供技術の高度化を進める。それらの成果を地質図・地球科学図及び各種のデータベース等の知的基盤として整備し、社会に公表するものとする。

[地質図・地球科学図の作成]

- ・国土の地質情報基盤である1/5万地質図幅及び1/20万地質編さん図については、長期的な計画に基づいて着実な整備を進め、それぞれ新たに30図幅と8図幅を作成するとともに、特定観測地域の1/20万総括図の調査を行う。
- ・我が国周辺海域の1/20万海洋地質図については、北海道東方海域の海洋地質調査を継続するとともに、過去の調査成果を含めた14図を新たに作成する。
- ・九州地域の重力基本図の整備を行い、全国6地域中4地域の整備を完了するとともに、全国をカバーする地球化学図を新規に作成する。
- ・国内および周辺諸国における社会ニーズに対応した各種主題図を作成し、大都市圏国土利用、都市防災、資源安定供給等に必須な地球科学情報基盤の構築を進める。

[情報の数値化・標準化・データベース整備]

- ・地質図、各種地球科学図の数値化を進め、社会からの容易なアクセスと利便性の向上を図る。
- ・地質の調査に係わる地球科学情報の高精度化と標準化を進めるとともに、地質標本の整備を推進する。
- ・地質の調査の調査研究成果、ならびに各種地球科学情報、地質文献資料等の系統的収集・集積を行い、データベースとして整備公表する。

[地質情報の提供]

- ・地質の調査に係わる成果を、地質図類・報告書等の出版、オンデマンド印刷及びウェブ情報発信により提供するとともに、ウェブ総合情報検索システムを構築する。これらをさらに普及させるため、地質関連イベントへの参加、地質情報展の開催、地質標準的試料・標本の頒布等の活動を行う。
- ・地質の調査への理解を広げるため、地質の調査の成果

の効果的な普及に努めるとともに、国民・企業等からの地質に関する相談に確実に対応する。

[地質の調査のための基盤的基礎的研究]

- ・地質の調査に係わる研究手法・技術の高度化を進めるとともに、新たな地球科学的理論・モデルを提出する。

#### ②【深部地質環境の調査・研究】

- ・地層処分システムの安全性評価に関する国の施策に資するために、評価手法・基準に関する地質の知見・データを整備し、評価モデルを構築するとともに、地質特性長期変化のメカニズム等の技術資料の整備を図る。また、地質環境図類の作成などによって深部地質の情報を社会に提供する。

#### ③【地震・活断層及び火山の調査・研究】

地震・活断層及び火山の研究については、地震防災対策特別措置法、大規模地震対策特別措置法、第6次噴火予知計画等の法律および省庁横断的な研究推進計画に基づいた研究項目を分担実施するものとする。

[地震・活断層]

- ・政府の地震調査研究推進本部によって決定された全国主要98活断層の地震発生危険度調査を分担実施し、地震発生確率評価を行うとともに、12活断層に関する調査報告書を出版し、活断層ストリップマップを公表する。
- ・地震前兆現象の把握に資する地下水等の変化観測システムの整備、観測・解析手法の高度化、地震発生モデル化と予測精度向上を図るとともに、強震動評価のための地下構造探査を行い、それらの情報を国・社会に提供する。
- ・日本周辺海域における海域活断層の分布把握や活動評価手法の開発等を進める。

[火山]

- ・測地学審議会による活火山のうち、最も活動的な火山である三宅島および岩手山の火山地質図を作成し、合計13火山の整備を完了する。さらに、火山噴火予知及び火山防災に資する研究を行い、火山地域地球物理総合図、新たな火山科学図の作成手法を開発するとともに、火山関連情報のデータベース化を図る。

#### ④【緊急地質調査・研究】

- ・地質調査分野における社会的要請等への機動的な対応に努めるとともに、地震、火山噴火を初めとする地質災害発生時には緊急の調査・研究を実施し、必要な関連情報の発信を行う。

#### ⑤【国際地質協力・研究】

- ・地質の調査業務として実施すべき国際共同研究・国際プロジェクトについて、国の基本施策に基づきその長期戦略や実施内容等を策定するとともに、国際的に我が国のプレゼンスの維持向上が達成されるよう、地質の調査に関する我が国を代表する責務を果たす。
- ・海外、特にアジア太平洋地域の地下資源全般、地球規模環境問題及び沿岸域の持続的開発に関する研究協

力・技術移転を進めるとともに、資源情報・地質環境情報の収集整備を行うとともに、地質情報の信頼性の向上と国際標準化の推進を実施し、知的基盤整備を行う。

#### 別表3 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

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

##### ① 国家計量標準の開発・維持・供給

経済構造の変革と創造のための行動計画（閣議決定、2000.12）、科学技術基本計画について、知的基盤整備特別委員会中間報告（産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議1999.12）の目標・方針に基づいて計量標準（標準物質を含む。）の開発・維持・供給を行い、また国際基準に適合した計量標準の供給体制を構築して運営するものとする。

- ・平成16年度までに既存の計量標準について140種類の維持・供給を継続するとともに、我が国経済及び産業の発展並びに計量法に基づく計量証明事業の信頼性の確保に必要とされる新たな計量標準について155種類の開発に着手し、既着手分と合わせて269種類の開発を進め、そのうち158種類の供給を開始する。
- ・計量標準の供給に関連する部署に、国際基準に適合した管理に係る品質システムを構築して運営し、また設定した151種類の計量標準に対して技術に係る品質システムを構築して運営する。
- ・メートル条約のもと国家計量標準と国家計量標準機関が発行する校正証明書に関する相互承認協定（グローバル MRA）の枠組みの中で、基幹比較、補完比較、多国間比較、二国間比較など110件の国際比較に参加し、それらのうちから107種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む。）を行う。
- ・計量法に基づく校正事業者認定制度の円滑な運用のため、高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る技術審査を行う。
- ・計量法認定計量管理事業者制度に基づく極微量物質の分析を行う事業者の認定に係る技術審査を行う。
- ・計量標準の供給分野を拡大するため、物質・材料に関する標準データを取得し、産業界・学界に広く提供する。

##### ② 特定計量器の基準適合性評価

計量法に基づき経済産業大臣から産業技術総合研究所に委任された法定計量業務を適切に遂行するとともに、経済産業省に対して法定計量システムの企画・立案の支援を行うものとする。

- ・我が国の法定計量システムの国際整合化を進めるため、特定計量器の技術基準を国際基準に整合させるとも

に、型式承認試験の国際比較に参加し国際相互承認を進める。

- ・法定計量システムの国際統合を進めるため、法定計量の実施に関連する部署に国際基準（ISO/IEC 17025）に適合した管理・運営体制を構築して運営する。
- ・計量法技術基準の整理・統合を進めて、法定計量システムの運用の合理化を図るため、特定計量器に係る任意規格（工業規格）の原案を作成する。

### ③ 次世代計量標準の開発

次世代の計量標準を世界に先駆けて開発し、国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮するために、計量標準に関する先導的な技術開発を行うものとする。

### ④ 国際計量システムの構築

計量標準、法定計量等に関連する国際活動に主導的に参画して、我が国の技術を反映した計量システムを諸外国に積極的に普及するとともに、メートル条約と国際法定計量機関を設立する条約（以下、国際法定計量条約と略す。）のもとメンバー国と協調して国際計量システムの発展に努めるものとする。

- ・アジアを中心とした開発途上国への技術協力として、相手国の計量システムの確立と向上のために技術支援を行う。
- ・メートル条約のもと国際度量衡委員会（CIPM）の活動やアジア太平洋計量計画（APMP）の活動に積極的に参画する。特に APMP では議長国と事務局の役割を引き続き果たすとともに、国際比較では幹事国を積極的に引き受ける。
- ・国際法定計量条約のもと国際法定計量機関（OIML）の活動やアジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）の活動に積極的に参画し、APLMF では議長国と事務局を引き受ける。

### ⑤ 計量の教習と人材の育成

計量に関する国内外の人材育成を通じて、我が国及びアジアを中心とした開発途上国の国家計量システムの発展を支援するものとする。

- ・計量法に基づき計量士の資格取得希望者並びに計量公務員に対して、法定計量の技術と法規に関する教習を行う。
- ・高度の計量技術をもった民間の人材を育成するため、校正事業者、環境計量証明事業者に係る技術研修を行い、また専門技術書の作成を行う。
- ・校正事業者、計量証明事業者に対する適合性評価を行うための審査員研修を行う。
- ・アジアを中心とした開発途上国の技術者に対して、法定計量と計量標準に関する技術研修を企画・実施する。

#### 4. 中期計画

独立行政法人通則法第31条第1項に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所の平成16年度の事業運営に関する計画（以下、年度計画）を次のように定める。

独立行政法人産業技術総合研究所は平成13年度から平成16年度を第1期中期目標期間と設定し、平成16年度は第1期中期目標期間の最終年度に当たる。そのため平成16年度計画では、中期計画を完了し、中期目標を達成することを旨とする。

##### 1. 業務運営の効率化に関する目標を達成するために取るべき措置

###### 1-1) 【組織運営】

###### 【中期計画（参考）】

- ・多重構造を排した組織を設計し、研究ユニット長への権限委譲により意思決定の迅速化を図り、権限と責任を明確にした組織運営を行う。

###### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に実施した組織設計の中間見直し結果を踏まえ、研究組織及び研究関連・管理部門の組織再編を行い、ミッション遂行のための責任体制をより明確にするとともに、組織運営を効率化し、組織全体のパフォーマンスの向上を図る。
- ・経営戦略の策定、組織運営及び組織体制の見直しに関し、理事長と研究ユニット長、研究コーディネータ、研究関連・管理部門長、若手研究者等との討議を行い、その結果を踏まえて産総研の組織運営システムの改善を図る。
- ・第2期中期目標期間に向けての組織運営及び組織体制を見据えた様々な制度設計を検討する。

###### 【中期計画（参考）】

- ・東京及びつくばに本部機能を集中し、東京においては、行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として法人の機動的な活動に有効に活用するとともに、補完する本部機能をつくばに置き、大規模な研究拠点に隣接することによる効率的な組織運営を図る。また、地域拠点を研究拠点であると同時に広く社会との連携拠点として捉え、地域産業界、地域学界等に対する代表として研究活動、研究関連活動を推進し、本部との有機的連携によって、様々な社会ニーズへの的確な対応に努める。

###### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、東京及びつくばの2本部体制の機能を活かしつつ、それぞれの本部機能の役割分担を明確にした上での組織運営を行う。また、地域センターについては地域での戦略的研究拠点として位置づけ、地域センターの研究ポテンシャルの向上をはかるための措置をとるとともに、地域経済局との連携を強化しながら、地域センターを核とする産学官連携のさらなる発展を図る。

###### 【中期計画（参考）】

- ・各所に分散していた研究関連業務、管理業務等について可能な限り集中し、重複業務を整理するとともに、研究スペースを有償の研究資源として捉え、必要な研究スペースを適切に配分するとともに、再配分のためのスペース回収を容易にするため、スペース課金システムを導入する。また、適切な施設の補修、既存施設・設備の有効活用の推進等を行い、常に研究スペース・設備を使用可能な最良な状態に維持するよう努める。

###### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に取り纏めた各事業所業務室業務の調査報告を踏まえ、業務室業務の効率性を向上させるため、必要なシステム構築や組織体制の整備などの具体的な措置を講じる。
- ・研究関連・管理部門に地域連絡調整担当者を置き、それを活用することによって、地域センターの間接業務の効率・効果的運用を推進するとともに、平成15年度に整理した地域センターに係る「業務改善課題」について適切な措置を講じる。
- ・平成15年度に引き続きスペース課金制度の適切な運用に努める。また、返却されたスペース等については、適切な施設維持に努める。さらに、研究ユニットの集約化、新棟のスペースの有効活用の推進を図る。
- ・平成15年度から開始した動物飼育および電子顕微鏡に関する支援施策を継続するとともに、新規の支援施策について検討し、設備の有効活用を図る。

###### 1-2) 【戦略的企画】

###### 【中期計画（参考）】

- ・戦略的企画機能を担う体制を構築し、研究所全体の経営戦略案、研究戦略案の策定及び研究資源の要求案、配分案の企画、調整を行う。

###### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、企画本部に企画調整機能を置き、研究所全体の経営戦略、研究戦略等の策定を進めるとともに、第2期中期目標期間に向けた戦略立案を行う。
- ・研究戦略については、研究コーディネータが担う戦略策定に対するサポート体制を強化し、選択と集中を実現する研究戦略の立案を図る。

###### 【中期計画（参考）】

- ・技術情報を体系的に取り扱う体制を構築し、内外の産業技術動向と分野別研究動向を把握し、研究所内の重点的研究課題設定のためのシンクタンクとするとともに、毎年度、調査結果を報告書等により広く公表する。

###### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き外部との連携、内外産業技術情報の収集に加え、調査機能の強化を図る。さらに、産総研における技術開発・技術移転を促進するためのマネジメント手法（アウトカム等による技術評価法、ロードマップ作成、シナリオ分析等）の調査結果のま

とめを行う。また、産総研第2期中期計画策定に資する技術経営資料の調査、分析を行う。

- ・産総研の研究理念に関するワークショップ等の開催と産総研の意識改革を進める。

#### 1-3) 【機動的な研究組織】

##### 【中期計画（参考）】

- ・継続的課題、機動的課題に取り組む個別の研究組織（研究ユニット）を適切に配置するとともに、各研究ユニット間の連携を強化する。具体的には、一定の広がりを持った研究分野の継続的な課題について研究を進める個別の研究組織（研究部門）、特に重点的、時間的な研究を実施する個別の研究組織（研究センター）、機動的、融合的な課題を研究する個別の研究組織（ラボ）など適切なユニットを配置し、機動的な組織運営を行う。個々の研究部門については、永続的なものと位置付けず、研究組織の性格の違いを勘案した上で定期的に評価を行い必要に応じて、再編・改廃等の措置を講ずる。

##### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に実施した研究組織設計の見直し結果を踏まえ、産業界、社会のニーズに応えるために、研究ユニットの再編、新研究ユニットの設立によって研究組織体制を改編する。また、平成16年度に3年目を迎える研究ユニットについては中間評価を実施し、その結果に基づき研究体制の見直し検討を行う。発足2年目を迎える研究ラボについては存続審査を実施する。

#### 1-4) 【研究の連携・協力】

##### 【中期計画（参考）】

- ・他省庁研究機関や大学、産業界及び内部の各研究ユニット間の研究連携を推進する体制を構築し、必要とされる研究テーマ、技術分野等に対応した研究コンソーシアム等を機動的に設立、活用する。

##### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、分野別戦略を実現するための重点研究課題とハイテクものづくりプロジェクトを通じた実用化研究により、産業界との連携の推進を目指す。
- ・産学官連携の一層の強化を図るため、業界団体等との交流、ベンチャー開発戦略研究センターのスタートアップ・アドバイザー、研究コーディネータ及び産総研外のコーディネータとの交流等を通じて、産学官連携コーディネータ活動を充実させる。
- ・他省庁研究機関等との連携強化のため、国立研究機関長協議会及び筑波研究学園都市研究機関等連絡協議会等との連携を引き続き進める。
- ・産業技術連携推進会議等を活用し、中小企業や公的機関との連携を一層強化する。
- ・地域センターの新たな産学官連携機能として、各地域経済の中心地においてサテライトオフィス等を充実させ、産業界等との連携を推進する。

- ・平成15年度に引き続き、研究コーディネータによる内部連携の促進を図るとともに、連携研究体、研究コンソーシアム等の制度を活用し、産業界との連携研究体制の強化を行う。

#### 1-5) 【評価と自己改革】

##### 【中期計画（参考）】

- ・研究組織の評価においては、研究ミッションの明確さ、研究フェーズの相違等、研究ユニットの性格の違いを勘案した上で、研究成果等の厳正かつ公正な評価を実施すべきである。このため、外部専門家等第三者をふくめた評価体制を構築し、研究目標、研究計画、組織内マネジメント、研究成果、投入した研究資源等を含む多様な観点から公正中立な評価を行う。その評価を基に、研究資源の配分、組織の改善または再編・改廃を行う。

##### 《平成16年度計画》

- ・第3回運営諮問会議（平成16年10月に予定）を開催し、第1期中期目標期間の実績および第2期中期目標期間の運営方針案について説明すると共に、助言を得る。
- ・研究ユニット毎に、外部専門家からなるレビューボード及び産総研内部評価者による研究ユニットの実績評価を行う。また、研究ユニットのこれまでの実績評価を踏まえた第1期中期計画の最終評価を実施する。
- ・平成15年度の評価結果および「産総研研究評価検討委員会」での検討等を踏まえ、第2期中期目標期間における評価システムの検討を行う。
- ・細分化された評価区分（5段階：AA,A,B,C,D）や平成15年度に導入した合議制（内部評価者による体制・運営の評価）等について検討を加え、評価方法の見直しを行う。
- ・研究費の配分にあたっては、研究ユニット評価結果の研究費配分への反映方法を検討し、この結果も踏まえて研究の必要性や研究計画の妥当性を勘案して研究費配分を行う。
- ・第1期中期目標期間の最終年度に当たって、全ての研究ユニットについて成果ヒアリングを実施し、その評価結果に基づき、第2期中期目標期間に向けて、研究資源の配分、研究組織体制の見直しを図る。
- ・研究ユニットの新設に応じスタートアップ評価を実施し、その結果を研究内容の改善等に反映させる。

##### 【中期計画（参考）】

- ・業務合理化を推進する体制を整え、組織全体としての合理化を図り、効率化を推進する。このため、現状の業務体制をレビューした後、業務評価の考え方の導入、業務合理化提案制度の導入、業務合理化の具体的な数値目標設定等、効率化に関する企画立案を行うとともに、業務内容改善状況の点検、指導を行い、組織全体としての業務の合理化を推進する。

##### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、業務合理化に係わる課題の解

決に取り組むとともに、各研究関連・管理部門の業務棚卸調査から抽出された課題の改善を図る。

- ・平成15年度に実施した先進事例調査や事例研究形式の研修事業を踏まえ、業務効率化に関する研究会の開催や業務効率化促進キャンペーンの実施、業務効率化表彰の実施など、産総研全職員の業務効率化に対する改革意識の向上を目指す自己改革推進運動の展開を図る。
- ・第2期中期目標期間における各研究関連・管理部門及び地域センターの業務合理化の目標策定を行う。

#### 1-6) 【職員の意欲向上と能力啓発】

##### 【中期計画（参考）】

- ・個人評価においては、1年毎の短期評価と、数年に1度の長期評価を組み合わせたシステムを導入し、個人と組織の目標の整合性の確保に留意しつつ、きめ細かな目標設定とその達成への指導を行う。また優れた研究業績、産業界・学界等外部への貢献、研究所の組織運営への貢献等の多様な評価軸を用いて達成度を評価することで、職員の意欲向上を図るとともに、個人の能力、適性、実績に応じた適正な人員配置を行う。

##### 《平成16年度計画》

- ・個人評価に関しては、個人評価システムの改善による利便性の向上を図るとともに、研修やアンケートを通じた現状把握した上で、適宜制度のレビューを行い、個人評価制度の改善を図る。
- ・短期評価制度の理念に基づいた制度運用がなされているかについてモニターすると共に、不適切な点については改善に向けた指導を行う。
- ・長期評価については、引き続き人事評価委員会、専門委員会において、適切な審査運営を図る。
- ・不服申立についても適切な対応を図る。

##### 【中期計画（参考）】

- ・業務に必要な知識、技能の向上のための様々な能力開発のための研修制度を拡充する。

##### 《平成16年度計画》

- ・個々の研修について費用対効果の面も考慮した研修計画を策定する。また、研究ユニット長、一般研究職員向け等、階層別研修の充実を図る。更に研修に参加しやすい環境整備（通信・通学への補助制度の創設など）を推進する。
- ・平成15年度に引き続き、「ベンチャー創出に向けた啓発のための研修」を開催し、研究者のベンチャー創出への意識の昂揚を図る。「ベンチャー創出に関心を有する研究者向け集中基礎研修」は事業計画書作成演習の部分をさらに充実させ、ベンチャー創出手法についての理解を深める。また、ベンチャー創業を準備中の研究職員を対象に専門性の高い単発講義を開催していく。
- ・平成15年度に引き続き、本格研究の考え方の職員への一層の浸透と推進を目指して、平成15年度に開催したワークショップ、シンポジウムの成果を踏まえ、研究

ユニットのポリシーステートメントを見直し、職員への周知を図る。

#### 1-7) 【研究員の流動性の確保】

##### 【中期計画（参考）】

- ・博士研究員の受入れ拡大や、任期付任用制度の積極的な活用によって若手研究員の流動性を確保する。また、国内外の優れた研究者を招へいするとともに、内部人材の提供を図る。

##### 《平成16年度計画》

- ・研究職員の新規採用については、引き続き若手育成型任期付研究職員を中心とし、研究職員の流動性の確保に努めるとともに、国内外の優れた研究員の招へいによって研究活動の活発化及び高度化に一層努める。採用にあたっては広く国内外への公募に努めるとともに、専門家による一次審査を公開セミナー形式で実施する等、透明性のある厳正な審査を実施し、優秀な人材を効率的に確保する。
- ・博士研究員については、外部の制度及び産総研特別研究員制度のもと、引き続き受け入れ拡大を図る。
- ・国内外の優れた研究者招聘を実施し、優秀な人材確保を目指す。
- ・第2期中期目標期間への移行に伴うユニット新設における必要な人材を効率的に確保するため、産総研内部における研究職員の流動性を最大限高めることができる機動的な組織設計を推進する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・研究員個人に蓄積されたキャリアや適性、能力に応じて、組織のなかで個人が、最も能力を発揮できる多様なキャリアパスを設計し、効果的、効率的組織運営を可能とする。特に研究関連部門等においては、技術情報の収集解析や、産学官連携、成果普及、国際連携等をより高度化するために、研究キャリアの豊富な専門的人材を活用できる組織とする。

##### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、長期評価制度や任期付き職員のパーマネント化審査結果を参考に、研究職員個人に蓄積されたキャリアや適性、能力に応じて、組織の中で個人が、最も能力を発揮できる多様なキャリアパスを実現し、効果的、効率的な組織運営を実践する。
- ・研究関連・管理部門においては、技術情報の収集解析や、産学官連携、成果普及、国際連携等をより高度化するために、研究キャリアの豊富な専門的人材を配置する。

#### 1-8) 【業務の情報化の推進】

##### 【中期計画（参考）】

- ・内部業務の事務的な処理においては、イントラネットの上で電子的な情報共有とワークフロー決裁を可能とするシステムを導入し、財務、会計、庶務等の管理業務の一元化、省力化、迅速化を図る。不正なアクセスを避けるための分離ネットワークと認証システム、ま

たシステム停止とデータ消失を最小限にするための二重系を導入し、業務の安全性、信頼性を確保する。

《平成16年度計画》

- ・イントラネット及び各基幹業務システムについては、ユーザー意見・要望等を取り入れ、一層の利便性と業務効率化を目指し、システム改善を図る。
- ・研究活動の支援、マネージメント視点も加えたイントラネット及び各基幹業務の安全性、信頼性に対する改善を図る。
- ・2系統に分けられている電子決裁システムの統合を行い、ワークフローの改善による事務効率の向上を図る。
- ・平成15年度に引き続き情報セキュリティの啓蒙、研修を行うと共に、情報ネットワーク等のセキュリティ対策を施し、その安全性、信頼性を確保する。
- ・情報セキュリティポリシーに基づき、情報システムを絶えず見直すことによって、信頼性、安全性の高い組織にする。情報システムについて、最新の技術を取り入れつつ、ネットワーク関連設備をその重要度に応じて整備することにより、切れ目の無いサービス（24時間365日サービス）を提供できる体制の構築を目指す。
- ・平成15年度に行った所内へのオープンソースソフトウェアの業務クライアントシステムへの導入調査を受けて、職員のPCへのLinuxOSの導入のための環境整備、業務への適用の実証を本格的に行う。

【中期計画（参考）】

- ・重複図書を調査・削減するとともに、購入雑誌のオンラインジャーナル化を促進し、ネットワークを活用することにより文献の検索を簡素化する。

《平成16年度計画》

- ・オンラインジャーナル、文献データベースの講習会を実施し、ネットワークを活用した文献情報の利用促進を図る。
- ・平成15年度に引き続き効率的な共通雑誌の利用を目指し、購読の見直し等を図る。

#### 1-9) 【外部能力の活用】

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務等において自ら業務を実施するよりも、外部へ委託することが効率的と考えられる業務は外部に委託する。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に実施した外部委託については、その効率性の向上を追求しながら継続するとともに、外部能力の活用が効率的と考えられる業務については、外部委託を図る。
- ・平成15年度に実施したアウトソーサーとの検討を踏まえ、旅費アウトソーシングの早期導入を目指す。また、その他の業務に関するアウトソーシングの可能性について引き続き検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・知的財産を積極的に外部展開するために、技術移転に

関する外部の専門家を活用する。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、産総研イノベーションズへの委託を実施し、技術移転に取り組む。また、国内企業、外国企業の技術ニーズを収集すると共に、産総研の知財権に対する侵害の有無の確認、侵害があった場合の企業との交渉を促進させる。

#### 1-10) 【省エネルギーの推進】

【中期計画（参考）】

- ・研究の遂行を適切に実施しつつも地球環境への配慮も行う観点から、総事業費の伸び率に対する光熱水料費の伸び率の抑制を図る。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、省エネルギーに対する取り組みを継続し、総事業費の伸び率に対する光熱水料費の伸び率の抑制を図る。

#### 1-11) 【環境影響への配慮】

【中期計画（参考）】

- ・21世紀の持続可能社会の発展のための総合的な産業技術研究を行う組織として、自らの研究活動が環境に及ぼす負荷を低減させる活動を継続的に推進し、産業技術総合研究所の各地の研究拠点（北海道、東北、東京、つくば、臨海副都心、中部、関西、中国、四国および九州）の事業所のうち、3事業所において国際環境規格に対応する。

《平成16年度計画》

- ・国際環境規格 ISO14001の審査登録を既得したつくば東事業所、中部センター、四国センターの3事業所の登録を継続し、さらに、第1期中期目標（3事業所）を超える4番目の事業所として、地域センター1拠点の環境管理システム構築を実施し、審査登録を目指す。

#### 1-12) 【事業運営全体の効率化】

【中期計画（参考）】

- ・1) から11) のような取り組みを通じ、運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、中期目標の期間中、毎年度、平均で前年度比1%の業務経費の効率化を行う。

《平成16年度計画》

- ・1) から11) のような取り組みを通じ、運営費交付金を充当して行う業務については、業務の効率化を進め、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、中期目標期間において平均で前年度比1%の業務経費の効率化を達成する。

2. 国民に対して提供すべきサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するため取るべき措置

【中期計画（参考）】

- ・研究所のミッションの遂行を通して我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与するため、産業界、学界等との

役割分担を図りつつ、下記1) から3) に記載する将来の我が国の技術シーズの開拓、共通基盤的技術の開発等を始めとした公的機関に期待される各研究開発課題を着実に達成するものとする。この際、新たな科学技術のブレークスルーの実現を通じた新産業の創出や社会ニーズへの対応、および公的機関としての中立性、公正性、信頼性を背景とした知的基盤の整備とともに、産業界、学界等に大きなインパクトを与える成果発信に積極的に努めるものとする。併せて国民に分かりやすい形での情報発信を行う。

《平成16年度計画》

- ・研究所のミッションの遂行を通して我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与するため、産業界、学界等との役割分担を図りつつ、将来の我が国の技術シーズの開拓、共通基盤的技術の開発等を始めとした公的機関に期待される各研究開発課題を着実に達成するため、中期計画を年度展開する。平成16年度の研究計画を下記2-1) から2-3) に示す。この際、新たな科学技術のブレークスルーの実現を通じた新産業の創出や社会ニーズへの対応、および公的機関としての中立性、公正性、信頼性を背景とした知的基盤の整備とともに、産業界、学界等に大きなインパクトを与える成果を積極的に発信する。

2-1) 【鉱工業の科学技術】 …… 《別表1》

2-2) 【地質の調査】 …… 《別表2》

2-3) 【計量の標準】 …… 《別表3》

[2-1)～2-3)の共通事項]

2-4)-ア) [政策的要請への機動的対応と萌芽的課題の発掘]

【中期計画 (参考)】

- ・各分野における社会的政策的要請等に機動的に対応し、産業競争力の強化に貢献するために、欧米各国等の技術レベルの調査研究の実施、各種の経済産業省の検討会、各種学会、研究会、委員会への参加等により、内外の最新の技術開発動向の把握に努め、重要性の高い研究課題の発掘、発信を行う。併せて、産業技術、環境、エネルギー、原子力等をはじめとする各般の政策・社会ニーズに対応した委託研究の受託、内外の競争的資金への応募等を促進し、研究体制の構築を必要に応じて行い、研究開発を実施する。

《平成16年度計画》

- ・技術政策策定・実施に係わる要請や新たな研究課題発掘に対応すべく、技術政策・研究開発動向の調査と結果の発信を精力的に推進する。
- ・平成15年度に引き続き、社会的、政策的要請、産業的ニーズによって新たに実施する課題については、研究体制、支援体制について検討し、その実施に向けて機動的に対応する。
- ・平成15年度に引き続き、産総研への委託研究については、産総研の研究ポテンシャルを活用し積極的に受託

に努める。

- ・平成15年度に引き続き、公募型の制度に対して優れた研究課題を積極的に提案する。募集情報の収集・提供に努めるとともに、内部予算による予備的な研究制度の充実を図る。

2-4)-イ) [研究活動の質的向上]

研究活動の質的向上を担保するための方策として以下の点に積極的に取り組む。

【中期計画 (参考)】

- ・外部専門家等の意見を採り入れ、公正かつ開かれた研究ユニット評価を実施する。

《平成16年度計画》

- ・研究ユニット毎に外部専門家等を含めたレビューボード及び産総研内部評価者による成果ヒアリングによる評価を行う。首席評価役を新設し、各担当研究分野についての技術調査・分析を行い、その結果を踏まえて研究ユニットの研究レベル、研究の必要性、優位性についての評価を行う。

【中期計画 (参考)】

- ・内部資金を活用し、萌芽的研究、有望技術シーズに対する競争的環境を提供する。

《平成16年度計画》

- ・平成16年度は、本格研究を実現するための予算、内部グラント予算を拡充するとともに、民間からの受託研究、共同研究等を促進する制度を拡充し、競争環境下での研究の一層の質的向上を図る。

【中期計画 (参考)】

- ・外部の著名な賞の受賞等、優れた業績をあげたものに対して、それを適切に個人の評価に反映する。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、外部の著名な賞の受賞、特に優れた業績等を上げたものに対しては、短期評価、長期評価において、適切に評価する。また、個人評価の方針と結果を研究ユニット、職員に対して周知させる。

2-4)-ウ) [成果の発信]

【中期計画 (参考)】

- ・研究所全体としての広報・成果普及体制を整備し、研究所の概要、研究の計画、研究の成果等について、印刷物、データベース、インターネットのホームページ等の様々な形態により、広く国民に対して分かりやすい情報の発信を行う。

《平成16年度計画》

- ・産総研の研究成果、主な行事などを、トピックス、お知らせ等の最新記事として引き続き公式ホームページなどに掲載するとともに、内容等について更なる充実を図る。
- ・また最新情報掲載等の更新を継続的に行い、平成15年度下半期に実施したウェブ診断結果及び平成16年度実施のアンケート調査に基づき、更なるユーザビリティの向上を目指す。さらに、容易な検索環境を提供する

ために、新たに掲載記事のデータベース化と用語集の構築を行う。これらの実施により、広く国民に対し分かりやすい情報発信に努める。

- ・研究成果発表データベースについては、システムの効率化向上の改善を進めるとともに、より広く国民に対し、わかりやすい情報発信に努める。
- ・所内での研究者データベースの運用、外部公開版の研究者データベースの構築、公開を行う。
- ・産総研年次報告のデータベース化を引き続き行い、産総研の活動状況を広くかつ効率よく閲覧できるための環境を整備する。
- ・プレス発表や取材への対応等メディアへの発信を通じ、国民の産総研への認知度を高めるための広報活動を展開する。
- ・また、広報誌の発行、見学・視察への対応や研究所公開、シンポジウムの開催等により、広く国民に対して分かりやすい情報の発信を行い、一般国民が産業技術への関心を向上させるよう努める。
- ・臨海副都心センター及びつくばセンターに研究成果の常設展示室を整備するとともに、研究成果物の展示や映像等を充実させる。
- ・愛知万博を活用した産総研成果の普及、広報等への積極的な取り組みを行い、広く国民に対して分かりやすい情報を発信する。
- ・ロゴの周知と事務用品等の規格化、情報価値形成のための諸事業を行い、産総研の統一イメージ化（CI）を図る。

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究所の成果発信の形態として、特許等知的財産権の出願、論文の発表、国内外の学会・講演会での発表、ソフトウェアの提供など、多種多様な手段を活用する。また、知的基盤の整備等の一環として、地質図類の出版、標準供給等の成果発信を行う。これら重要な成果の発信は、各研究分野の特徴及び社会的要請により最適な成果発信形態・内容が常に変化、変遷することを勘案し、下記の項目を研究所全体の代表的な指標として例示する。さらに、ここに掲げられていない形態の成果発信に関しても、産業技術に貢献する公的な研究機関の立場から、産業界・学界等への積極的な発信・提供に努め、産業技術の研究開発における先導的役割を着実に果たすものとする。

#### 《平成16年度計画》

- ・産総研ホームページの主たる掲載記事を収集したメールマガジンの発行を継続して行う。また、イベント等の場に於いてメールマガジンの宣伝を行い読者の拡大に努める。

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究成果の公表に当たっては、知的財産としての観点から見直しを行い、知的財産権化すべきものについては漏れなく特許、実用新案等出願する。特許の実用的

価値を高め、産業界等で有効に活用されるようにする観点から、特許の戦略的かつ適切な権利取得により一層努める。また、特許の実用性、社会への有用性に留意し、平成16年度は350件の実施契約件数を目指す。

#### 《平成16年度計画》

- ・特許出願を戦略的かつ積極的に行うため、平成15年度に引き続き研究予算支援、種々の研修会等の開催、特許プレ評価会・出願活用戦略委員会の開催を行う。また、平成15年度に開始した対話型特許調査を積極的に行い、研究者の特許調査能力の向上を目指すと共に、研究テーマの策定、特許出願の要否の検討等に特許情報検索の結果を活かすことを目指す。さらに、特許調査結果のフィードバックを行うなど、研究ユニットにおける特許戦略を考慮した研究開発のための支援を行い、第1期中期計画の実施契約件数350件以上を達成する。
- ・平成15年度に引き続き特許の実用的価値を高め、産業界等で有効に活用されるよう、戦略的かつ適切な権利取得、質的向上のために組織的に対応するとともに、先の出願から1年以内の追加実験データや実施例を盛り込んだ国内優先権主張出願を推進し、実施化に結びつく骨太特許出願の創出に努める。
- ・平成15年度に引き続き、国際特許（PCT）出願の利用を促進する。また、外国出願費削減のために、知的財産部による直接 PCT 出願を引き続き行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・鉱工業の科学技術水準の向上に寄与し、新規の手法、知見等を広く社会に周知公表することを目的として、論文の発信に努める。研究所全体の論文発信量については、世界的な研究機関としての成果発信水準に到達することを目的として、平成16年度の研究所全体の年間発表総数として、5,000報以上の発表に努める。
- ・鉱工業の科学技術に与える影響および成果の効率的な周知を国際的に推進する観点から、注目度の高い国際学術誌等に積極的に発表することとし、あわせて質の向上を図るため、平成16年度においてインパクトファクター（IF）上位2,000報の IF 総数（IF×論文数の合計）で5,000以上を目標とする。

#### 《平成16年度計画》

- ・論文の発表、インパクトファクター（IF）については、平成16年度における研究所全体の年間発表総数として5,000報、及びインパクトファクター（IF）上位2,000報の IF 総数（IF×論文数の合計）で5,000以上という、中期計画の目標を達成する。
- ・平成15年度に引き続き研究情報公開データベース（RIO-DB）のデータ更新と追加を行い、インターネットを通じて国内外に公開する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地質の調査については、社会ニーズに沿って国土及び周辺海域の地質情報の取得を行い、利用しやすい形の

成果物として整備・発信する。この内、最も基本的な成果物の一つである1/5万地質図幅については、地震予知戦略の一環として指定された特定観測地域、観測強化地域等から重要性の高い地域について中期目標期間末までに30図幅を作成し、広く国民に提供する。

《平成16年度計画》

- ・5万分の1地質図幅に関しては、村所・五條を始めとする26地域の地質調査を実施し、木次・生野など7地域の地質図幅を完成する。これにより第1期中期計画の「30図幅を作成」を達成する。

【中期計画（参考）】

- ・計量の標準については、140種類の既存標準の維持・供給を継続するとともに、我が国経済及び産業の発展に必要とされる新たな計量標準について着手し、中期目標期間末までに200種類の供給を開始する。これにより2010年には、世界のトップレベルに比肩する500種類程度の物理系・化学系の標準供給体制を我が国で確立することに貢献する。

《平成16年度計画》

- ・平成16年度においては物理標準15種類以上、標準物質11種類以上、合計26種類以上の新たな標準の供給を行う。第1期中期目標期間末までに200種類以上の標準供給を開始するという目標を達成する。

2-4)-エ) [産学官一体となった研究活動への貢献]

【中期計画（参考）】

- ・産学官連携プロジェクトの中核として機能することや、研究拠点を緊密にネットワーク化し全国の技術ポテンシャルの活用を図ること等により、産業界、大学と一体となった研究活動の展開に貢献する。

《平成16年度計画》

- ・産学官連携活動において連携の質的充実、効率化を図るため、産総研内の組織の連携を強化する。マッチングファンド制度の一層の充実を図るとともに、研究資金を製造企業以外に商社などにも求める。オープンスペースラボ（OSL）の活用を図るとともに、産学官連携コーディネータの専門性を強化し、企業、大学からの広く、多様な技術ニーズ・研究ニーズに対応するとともに、積極的に次世代を睨んだ新規事業、革新的製品の開発を企画・先導する。
- ・産学官連携部門と地域産学官連携センターにより、産業クラスター計画や知的クラスター制度などの施策に積極的に対応するとともに、地域中小企業支援型研究開発事業の推進により公設試験研究機関や大学の協力を得て中小企業の新製品開発を支援する。

2-5) 【技術指導、成果の普及等】

2-5)-ア) [産業界との連携]

【中期計画（参考）】

- ・将来の我が国の技術シーズの開拓、共通基盤的技術の開発等の公的研究機関に期待され研究開発を強力に推進するとともに、産学官の連携を推進する機能を設け、

産業界、学界等との連携の積極的推進を支援する。研究開発に関する連携等を地域へ展開するために、各研究拠点においても組織的に活動する。また、研究スペースとして産学官の連携研究促進を目的とした施設等を活用する。また、成果の普及等の業務を効率的に推進するための体制を整備し、研究成果等の産総研ポテンシャルを広く産業界等に普及し、技術相談、特許実施による技術移転に積極的に取り組む。

《平成16年度計画》

- ・技術シーズと産業ニーズのマッチングの一層の強化に向け、業界団体、商社等と連携し、マッチングファンドも活用しつつ、共同研究等を促進する。
- ・北海道、東北、つくば、中部、関西の各センターにおける産学官連携研究施設について、産総研ベンチャー企業を含む入居者を受け入れ、産学官連携の場を提供しつつ企業化に向けての技術開発を支援する。
- ・平成15年度に引き続き、ベンチャー開発戦略研究センターを事務局として、「AIST 認定ベンチャー企業」に対して支援措置を実施する。
- ・平成15年度に引き続き成果普及部門を中心として、技術情報部門、産学官連携部門、国際部門等との連携により、成果普及活動を推進する。
- ・産総研特許の実施化の一層の促進を目指し、特許実用化共同研究を継続して支援するほか、特許実施促進のための試作品作成を支援する。
- ・産総研内の特許の組み合わせによる産総研成果の実用化を促進するため、パテントインテグレーションに取り組む。
- ・産学官連携部門と TLO との連携によって、国内外において特許実施による技術移転に積極的に取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・研究成果普及の一環として、職員によるベンチャーの起業の試みに対し、施設の利用、相談、指導等の支援環境の整備を図る。

《平成16年度計画》

- ・ベンチャー創出を加速するため、ビジネスの実務に精通したスタートアップ・アドバイザーとベンチャーの基盤となる特許の発明者である産総研の研究者とが共同で起業準備を行うグループであるタスクフォースを30チーム程度（継続分を含む）立ち上げる。また、10社以上のベンチャー企業を新規に創業する。
- ・平成15年度に引き続き、法務・経営・財務・金融・販路開拓・特許の専門家との顧問契約の更新や新規契約を行い、ベンチャー創業に必要な助言やコンサルタントの支援を行う。ホームページの内容充実にも努めるとともに、「ベンチャー創業の手引き」の整備を進める。

【中期計画（参考）】

- ・中小企業等へのものづくり技術の普及、インターネットを利用したシステム技術支援等を組織的かつ積極的に行う。

## 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、技術相談への対応強化、テクノナレッジネットワークにおける技術データベースの拡充を進め、中小企業等へのものづくり技術の普及に努める。

## 【中期計画（参考）】

- ・技術相談等への対応の他、必要に応じて産業技術総合研究所を中核とする共同研究体を組織したり、時限的な連携研究体を設置する等、機動的、集中的に共同研究を行い、産業化のニーズに的確に対応し、平成16年度において年間1,400件以上の共同研究を実施することを目指す。併せて受託研究制度を見直し、研究受託件数の増加を図る。

## 《平成16年度計画》

- ・産学官連携コーディネータ、シニアリサーチャーによる活動及びマッチングファンドの活用により、平成16年度において共同研究の総数を1,400件以上にするるとともに、企業ニーズにより直接的に対応する資金提供型共同研究、受託研究の拡大を目指す。

## 【中期計画（参考）】

- ・技術の指導等をより実効あるものにするるとともに、産業界を支える人材の育成、産業技術力向上への貢献を目指し、企業研修生、共同研究者等を積極的に受け入れる。

## 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、産総研が持つ研究能力、研究設備、研究施設を活用して、企業、団体等の研究者、教育機関における学生等に技術指導を実施し、研究現場での指導を通して技術指導を実効あるものにする。

## 2-5)-イ) [大学への協力]

## 【中期計画（参考）】

- ・大学・大学院等高等専門教育機関に対して、連携大学院その他の制度により大学院生、研修生を受け入れるとともに、兼任教授としての派遣により大学等の教育、研究に協力する。

## 《平成16年度計画》

- ・連携大学院制度に加え、包括的研究協力協定、連携研究体等により大学との連携を促進する。
- ・産総研の人的ポテンシャルを活用して、客員教授、助教授等として学生を指導し、積極的に大学等の教育、研究に協力する。

## 2-5)-ウ) [知的貢献]

## 【中期計画（参考）】

- ・研究所に蓄積された人的ポテンシャルを活用して、各種学協会、委員会に対して委員を派遣する等、積極的に貢献する。

## 《平成16年度計画》

- ・各種学協会活動への協力と各種委員会等への委員派遣を平成15年度同様積極的に行う。

## 2-5)-エ) [政策立案等への貢献]

## 【中期計画（参考）】

- ・研究機関、産業界、学協会、行政等からの産業技術の研究開発動向に関する情報（技術、研究シーズ、その他）を収集、分析し、その成果を積極的に活用し、経済産業省、総合科学技術会議等における中長期的な産業技術の戦略に関する政策立案に貢献する。

## 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き研究開発動向・技術政策動向調査をもとに、経済産業省の政策立案に資する情報提供を行う。
- ・平成15年度に行ったヨーロッパの企業連携調査に引き続き、平成16年度は公共的ミッションの中で活発に企業連携を行っている米国の実情について調査を進め、欧米における企業連携の実態を把握し、そのまとめを行う。また、その調査結果を発信し、国内機関における中長期的な産業技術戦略などの政策立案に貢献する。
- ・ベンチャー創出システムに関するセミナーを年10回程度開催し、ベンチャー創出の促進要因に関する仮説を検証し、日本型ベンチャー創出モデルのアウトラインを明らかにする。

## 2-5)-オ) [標準化・規格化等、知的基盤への貢献]

## 【中期計画（参考）】

- ・効果的な成果普及のための機能を設け、研究情報公開データベース等、知的基盤に関するデータベースの整備、及び発信・提供を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・研究情報公開データベース（RIO-DB）の課題（新規、継続）を募集し、特色あるデータベース、戦略的に重要なデータベースを採択し、その開発を行う。また、統合検索システムの拡張を行って利用しやすいシステムを目指す。また、RIO-DB以外の産総研で公開しているデータベース群も含んだ産総研データベースポータルを産総研ホームページに設け、RIO-DBを始めとする知的基盤に関するデータベースの一層の普及を図る。これらにより、産総研の研究成果や蓄積してきた研究情報を知的基盤として整備し、普及の促進を図る。

## 【中期計画（参考）】

- ・研究成果の国内、国際規格化を行うとともに、日本工業標準調査会（JISC）、国際標準化機関（ISO）/国際電気標準会議（IEC）等の標準活動、専門委員会への参加に関して組織的な対応と管理の一元化を図る。

## 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に制定した「産総研工業標準化ポリシー」に基づいて、社会的ニーズや行政からの要請に対応すべく、標準化すべきテーマを体系的に検討し、「産総研・工業標準化戦略」の見直しを行う。特に、重点分野として定めたエネルギー・環境分野の標準化を推進するとともに、国際標準化活動への積極的な参画を図る。
- ・また、研究開発の成果を JIS、ISO 等の規格案にとり

まとめ、国内外の標準化機関への提案等を行い、積極的な規格化を図る。平成15年度に立ち上げた産総研 ISO/IEC 国際標準化ネットワークニュースを活用し、所内外の標準化関係者への標準化に関する情報提供を行うと共に、所内工業標準化関係者の一元管理を行い、工業標準化のための体制整備を強化する。

#### 【中期計画（参考）】

- 平成15年度に策定した諸国を中心に標準専門家の招聘、派遣を行い、標準に係る国際的な人的ネットワークを形成する。

#### 《平成16年度計画》

- 近隣諸国をはじめとする関係諸国と標準化に関して協力関係を構築し、ISO 等の国際標準化活動を円滑化するため、標準専門家の招聘、派遣を企画、調整、実施する。これにより、ISO 等の国際標準の策定を目的とした人的ネットワーク形成を支援するとともに、国際会議出席報告書、海外調査報告書を一元的に管理し、海外の標準化動向をとりまとめる。所内の国際標準化活動を促進するため、国際標準化情報の発信に努める。
- 相互承認実施（MRA）登録の暫定期間終了後1年あたり、計量標準の国際整合性確立の指標となる関係国の校正証明書発行、相互承認の状況について、事務局として把握し、日本の貢献として積極的に内外にアピールすると共に、不整合があれば産業界への悪影響を及ぼさぬよう、未然に対処する。
- アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）の事務局では、定期刊行物、情報ブックレット、ホームページ更新などを通して、引き続き全加盟国に対する情報発信を行う。また APEC 基金の援助により、合計4つの法定計量研修を開催する。さらに我が国としても、穀物水分計やトレーサビリティに関する作業部会を通して独自の情報発信を行う。

#### 2-5)-カ) [国際活動]

##### 【中期計画（参考）】

- 国際関係の業務を集中的に取り扱う機能を構築し、世界最先端の研究推進の観点から、外国研究機関との戦略的連携を積極的に行う。

#### 《平成16年度計画》

- 平成15年度に策定した「アジア戦略」に沿って、ワークショップの開催や協力協定等の締結を行い、各国研究機関との間での産総研の研究進展に資する、最適な連携関係を構築する。更に、各種調査を行った上で、欧米の研究機関との戦略的な連携の方向性を示す「欧米戦略」の提案を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- 国際展開のためのインターフェース・調整機能を果たし、また、国際交流、国際連携、国際的な成果普及、技術移転を積極的に推進することとし、研究員の派遣・招へい等を行う。また、国際シンポジウムを開催

し、世界に対して成果の発信、普及に努める。

#### 《平成16年度計画》

- 平成15年度に引き続き海外研究機関とのネットワークを活用し、研究ユニット等が実施する国際シンポジウムや、海外ショーケースへ参加する。これら国際活動や人の招へい・派遣に際しては、SARS（新型肺炎）やテロ等、海外安全情報を的確に収集分析し、職員に周知して、危機管理を徹底する。更に、海外機関との協力における知的財産権の保護や安全保障輸出管理法令等、法令遵守に関する考え方を研究所内に定着させ、適切な国際交流、国際連携を推進する。

##### 【中期計画（参考）】

- 途上国支援については、国際協力事業団プロジェクトをはじめとする各種制度に積極的に参画し、技術協力等を行うとともに、各種制度による途上国からの研修生等の受け入れ、招へいを行う。また、必要に応じて研究員を派遣し、現地に密着した技術支援を行う。

#### 《平成16年度計画》

- 途上国支援については、「アジア戦略」の一環として、対象国を可能な限りアジア諸国に集中し、JICA 研修の実施（研修生の受入れ）、産総研職員の JICA 専門家としての派遣などを積極的に行うことにより、途上国の国作りに貢献する。また、地質分野では、アジア諸国の地質調査所で構成される東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）の2004年年次総会を、産総研がホストとして開催する。

#### 2-6) 【情報の公開】

##### 【中期計画（参考）】

- 国民に対し、研究所の諸活動の状況を明らかにし、説明責任を全うするため、適正な行政文書の管理体制を構築し、開示請求に対する担当窓口を明示し、迅速かつ適正に対処する。

#### 《平成16年度計画》

- 法人文書の管理について、登録文書の内容等の調査を行い、改善が必要なものは改善を通じて、より適正な管理体制の構築に努める。
- 法人文書ファイル管理簿について、分類体系による表示・検索機能を追加し、利用者がより使い易いものにする。このことにより、法人文書ファイルの所内登録から公開・利用に至るまで、利便性を図ったシステムにする。
- 情報公開窓口の円滑な運用を引き続き行い、開示請求及び問い合わせ等に適切に対応する。
- 情報提供について、公表資料リストのホームページへの掲載等により、充実する。また、つくば情報公開窓口施設における研究成果資料の整備等により、情報提供のより一層の推進を図る。
- 開示決定等の通知を含むオンライン化により、開示請求に係る手続きの利便性をより一層向上する。

#### 2-7) 【その他の業務】

[特許生物の寄託業務]

【中期計画（参考）】

- ・特許庁から委託を受け、特許生物の寄託に関する業務を行うため、その協議の下に寄託生物種保管体制の整備、データベースの構築、外部提供者に係る所要の体制を整備し、寄託された生物種に関する情報を体系的にカタログ化し産業界に提供する。また、世界的所有権機関（WIPO）ブダペスト条約による認定された国際寄託業務を行う。

《平成16年度計画》

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、継続して国内外からの特許生物を受託するとともに、求めに応じて分譲業務を適切に行う。
- ・平成16年4月1日より、寄託等手数料の直接納付及び微生物受託範囲の拡大等、特許微生物寄託業務内容の大幅な変更を効率的に行うことによって業務の円滑な継続を図る。
- ・寄託生物種の生存試験、汚染検査試験を行うとともに、汚染検査技術の高度化を図る検査手法を確立し、日常業務への導入を図る。

[独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業]

【中期計画（参考）】

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と標準化関係業務等に関する共同研究・共同事業を行う。

《平成16年度計画》

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と工業標準化研究等の工業標準化を目的とした共同事業を継続して実施し、研究成果を JIS、ISO 等の具体的な規格案にとりまとめ、経済産業省関係部局に対して提案する。

3. 予算（人件費の見積もりを含む）、収支計画及び資金計画

3-1) 予算（人件費の見積もりを含む）………《別表4》

3-2) 収支計画………《別表5》

【中期計画（参考）】

- ・業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図る。

《平成16年度計画》

- ・業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図る。外部資金、特許実施料、教習料、校正・検定手数料等、自己収入の増加に努める。高額のランニングコストを必要とする施設・大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図り、固定的経費の割合の縮減に努める。

3-3) 資金計画………《別表6》

4. 短期借入金の限度額

【中期計画（参考）】

- ・23,818,000,000円

- ・想定される理由：年度当初における、国からの運営費交付金の受け入れ等が最大3ヶ月程度遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払遅延を回避する。

《平成16年度計画》

・23,818,000,000円

- ・想定される理由：年度当初における、国からの運営費交付金の受け入れ等が最大3ヶ月程度遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払遅延を回避する。

5. 重要な財産の譲渡・担保計画

なし。

6. 剰余金の使途

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

【中期計画（参考）】

- ・研究用地の取得
  - ・研究用施設の新営・増改築
  - ・任期付職員の新規雇用等
- 《平成16年度計画》
- ・研究用地の取得
  - ・研究用施設の新営・増改築
  - ・任期付職員の新規雇用等

7. その他主務省令で定める事項

7-1) 施設及び設備に関する計画

【中期計画（参考）】

- ・中期目標の達成のために必要な施設及び設備を適切に整備していく。

《平成16年度計画》

- ・バイオ・IT 融合研究施設整備事業、特殊空調整備改修事業等の施設整備事業を適切に実施する。また、外壁改修、空調関連施設改修、電力関連施設整備改修、給排水関連施設改修等の施設整備事業を適切に行う。

○国際研究交流の拠点である臨海副都心センターに、バイオと IT 等の異分野技術を融合し、産学官共同研究を加速的に推進するためのバイオ・IT 融合研究施設整備を実施し、平成16年度内に完成させる。

[平成14年度補正予算（施設整備費補助金）]

- ・バイオ・IT 融合研究施設整備事業  
延べ面積：21,100m<sup>2</sup> 事業額：250億円

○新規産業を創出するために産学官が共同して研究開発を行うための研究施設整備を実施する。

[平成16年度予算（施設整備費補助金）]

重点4分野を中心とした実用化を視野に入れた研究施設の高度化改修整備事業等

- ・ナノテクノロジー材料応用施設高度化改修  
事業額：3.0億円
- ・バイオ IT 研究の加速化・高度化改修

事業額:1.2億円

○老朽化対策として、平成15年度に引き続きエネルギーセンター改修、空調機設備改修等を実施すると共に、新たに外壁改修、空調関連施設改修、電力関連施設整備改修、給排水関連施設改修等を実施する。

[平成15年度予算(施設整備費補助金)]

- ・老朽化対策のエネルギーセンター改修、特殊空調機設備改修等を平成15年度から継続して実施し、平成16年度内に完成させる。

[平成16年度予算(施設整備費補助金)]

- ・老朽化対策として外壁改修、空調関連施設改修、電力関連施設整備改修、給排水関連施設改修等を実施する。

事業額:29.2億円

## 7-2) 人事に関する計画について

## 【中期計画(参考)】

- ・研究関連人材の流動性を高めるため、任期付き任用制度を積極的に活用する。
- ・総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を抑制する。
- ・研究業務に従事する新規採用者数に対して、任期付き職員数が占める割合を順次引き上げていく。
- ・全職員数に対して、管理部門の職員数が占める割合を抑制的に推移させる。
- ・職員の業務成果に対する新評価制度を導入する。これにより、産総研の運営指針に対する理解を深め、且つ職員の資質・職務遂行方法の向上を図ることにより効率化を図る。独立行政法人通則法第57条第1項(給与)については、個人評価制度に基づいて対応する。
- ・職員については新評価制度による評価に基づき多様なキャリアパスを設定し、各種部門に適材適所配置することにより、組織全体の効率化を図る。

## 《平成16年度計画》

- ・研究職員の新規採用については、引き続き若手育成型任期付研究職員や招へい型任期付研究職員の割合を維持すると共に、産総研の核となる人材の確保に努める。
- ・管理部門については、更なる業務の電子化等により業務の効率化を進めるとともに、業務のアウトソーシング化を踏まえた人員の適正配置を図る。また、研修等の充実を図り、職員個々の能力の向上を図ることにより、人員の抑制に努める。
- ・受託業務の拡大に応じて、任期付き職員を追加する。
- ・職員の階層別・新規採用・評価者フォローアップ研修を実施し、評価制度の一層の理解と浸透・定着により、産総研の運営指針に対する理解を深め、職員の資質・職務遂行方法を向上させる。
- ・評価結果を活用し、各種部門への適正な人材配置を行う。

## 7-3) 積立金の処分に関する事項

なし。

## 別表1 鉱工業の科学技術

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

## (1) 社会ニーズへの対応

(1)-1. 高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現

## (1)-1-1. バイオテクノロジー分野

高齢化社会における安心・安全で質の高い生活の実現及びバイオテクノロジー分野における産業創成への貢献を目的として、ポストゲノム時代におけるゲノム情報の本格的産業応用に対応するためのゲノム科学、生命機能を理解しそれを人間生活向上に役立てるとともに、高度な情報処理機構を利用した脳型コンピュータ等の開発に資するための脳科学を含む細胞生物学、環境計測・浄化・保全や廃棄物処理といった社会的要請に対応するための環境バイオを中心にバイオテクノロジー技術の発信基地となることを目指し、以下の研究開発を行う。

(1)-1-1-① ゲノム情報利活用技術及び有用蛋白質機能解析

## 【中期計画(参考)】

- ・遺伝子の発現頻度情報の取得・解析を目的として、ヒト cDNA1.5万個以上の多目的発現解析の基盤構築、蛋白質遺伝子の4割以上に相当する2万個以上の遺伝子の発現頻度情報の取得とデータベースの作成及び多重遺伝子の自動注入システム及び細胞変化の自動解析技術を開発する。

## 《平成16年度計画》

- ・新たにヒト FLcDNA を持つ12,000個の Gateway 導入クローンを作成し、多目的発現解析の基盤を強化する。また、5,000個の Gateway 発現ベクターよりタンパク質発現条件を最適化する。発現したタンパク質等については企業も含め利活用を行う。
- ・iAFLP 法を用いて、新たに平成15年度並みのデータポイント(組織数×遺伝子数)の遺伝子発現情報を取得し、累積で1,200万データポイントの遺伝子発現情報を取得するとともに、「ヒト遺伝子発現頻度データベース」を更に充実させ、公開して医薬、健康関連の産業への活用を試みる。
- ・平成15年度に引き続き、疾患関連遺伝子を中心とした500種類の遺伝子導入により細胞内に発現されるタン

パク質複合体約200種類を質量分析計で解析し、80種以上の新規な疾患関連タンパク質複合体を見出す。その主な複合体については再構築系で生理的意義を解明し、ゲノム・タンパク質の機能解析を推進する。

- タンパク質細胞内局在判定システムを用い、2,000個のヒトタンパク質の局在情報を得る。また、特に膜・分泌タンパク質に注目し、それらの解析を行う。
- 平成15年度に開発したマイクロデバイスを基盤にしたナノデバイスを開発し、これに基づく疾患に関連したマーカータンパク質やマーカー糖鎖の解析技術を開発し、ナノ・マイクロデバイスに基づく疾患の診断技術開発のための要素技術を確立する。
- ナノ・マイクロデバイス上で褐色脂肪細胞の前駆細胞を培養し、褐色脂肪細胞への誘導分化条件を検討する。さらに、同デバイスの細胞に生物活性物質等を作用させたときの活性評価に最適な検出技術を開発する。
- 白色脂肪細胞と褐色脂肪細胞および白血球関連細胞について、それぞれ2万種類以上の遺伝子の発現解析を進め、発現頻度情報のデータベース化を行う。また、これらの中から、生体機能に関連した重要な遺伝子群を同定する。これらの細胞の遺伝子について、固相フラグメント縮合法により、細胞内の特定部位に特異的に局在化できる技術を開発する。また、この方法と、量子ドット技術を融合し、生体機能評価技術を開発するための要素技術について研究・開発する。微細加工技術の研究を進め、集積型バイオチップ開発の要素技術を確立する。

#### 【中期計画（参考）】

- 膜蛋白質等に関して、分解能2.5Å程度の電子顕微鏡による構造解析システムを開発する。溶媒分子等の存在下での1Å以内の高精度で解析できる高速モデリング技術を開発する。また、蛋白質の構造形成機構を解明し、有用な機能を有する人工蛋白質等を設計・創製する技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- 水チャンネルを始めとする膜蛋白質の構造解析を目指して、膜蛋白質の発現、精製、結晶化、極低温電子顕微鏡の開発改良を含むデータ収集の効率化、解析プログラムの改良・自動化を進めることにより、チャンネルや受容体等の重要な膜蛋白質の構造解析を、電子線結晶学を用いて行う。核内因子などの生理学的に重要な蛋白質のX線結晶構造解析を継続して行う。
- 膜タンパク質の結晶化法の一次のまとめを行い、結晶化における蛋白質表面の性質と溶媒との関係の解明を進める。ヒト FAS/FASL 系等のアポトーシス関連蛋白質の *Pichia* 酵母等による大量発現生産系の開発を進める。ガン細胞破壊因子、超好熱菌タンパク質等の医療・産業に有用なタンパク質の構造解析を行う。
- 分子構造探索基本アルゴリズムとソフトウェア (prestoX) の開発を継続し、膜蛋白質のモデリング

への応用を進め、我々の開発した新手法を取り込んだ prestoX を広く公開する。蛋白質・低分子有機化合物ドッキング手法を開発する。コンピュータ上でドッキング計算を分散処理することで高速に insilico スクリーニングを行う。化合物データベースを作成し、計算機上でのラフなドッキングを行い、有望化合物については蛋白質-リガンド複合体の精密化を物理的に厳密な手法で行う。

- リガンドおよびその受容体の発現・精製法および NMR 測定用試料の調製法を確立するとともに、生命現象において重要かつ創薬の標的となる膜蛋白質（複数のサイトカイン受容体、血液凝固系）および関連物質の蛋白質複合体系における相互作用界面同定を行う。また、ペプチドライブラリー法を適用した受容体と親和性の高い低分子ペプチドの創製を試み、ヒット化合物合成の知見を得る。
- MHC 蛋白質等の膜タンパク質及び関連タンパク質について、NMR 等の手法を用いてその立体構造、分子認識、相互作用の詳細な解析を進める。
- 平成15年度に決定した反応中間体から生成するルミロドプシンの結晶構造解析及び分子動力学シミュレーションにより、詳細な活性化メカニズムに関するモデルを提出する。培養細胞系由来の発現ロドプシン及びその変異体について結晶化条件の精密化を行うと共に、X線結晶構造決定を目指す。また、他のロドプシン様 GPCR や、ロドプシンと相互作用する情報伝達関連蛋白質或いは改変体との複合体の結晶化を試みる。
- 無細胞タンパク質合成系を用い、超好熱菌由来膜蛋白質の可溶性高発現、膜への局在化技術の確立、および機能・構造解析用膜タンパク質の効率的な生産方法の確立を目指す。更に、X線構造解析法や NMR 法を用い、膜タンパク質の機能構造解析を進める。また、遺伝子複製・修復系の主要構成要素である、DNA ポリメラーゼ、Flap エンドヌクレアーゼ、Dna2ヘリカーゼ等の機能構造解明と産業応用を進める。
- 平成15年度に引き続き、配列空間探索によるタンパク質デザインのコンセプトの実現とその生体外での利活用に関して以下の観点で研究する。
  - 1) ジヒドロ葉酸還元酵素について、これまでに作製した全ての部位での一アミノ酸置換変異体遺伝子について大腸菌での発現解析を行い、宿主である大腸菌において安定に蓄積が認められる変異体の90%以上を大量培養・分離精製均一化を行い、特性を調べる。そのデータを用いて、野生型の近傍の配列空間上の機能地形について解析し、機能改良に関する配列転換の指針を得る。
  - 2) p-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼに関し、一アミノ酸置換変異置換体ができるだけ多く且つ簡便に作製する手法の開発を検討し、構成するアミノ酸数が大きなタンパク質への配列空間探索によるタ

ンパク質デザイン手法を適用する際の障害をできるだけ少なくできるようにする。

3) 配列制御固定化を利用したタンパク質アレイの作製に、配列空間探索によるタンパク質デザインのコンセプトの適用を図る。また、hut 遺伝子のプロテオーム解析を試みる。

- ・フラグメント合成による系統的な局所構造形成性のスクリーニングを完結させる。
- ・ベータシート/ターン型構造への変異導入によってさらに安定度の高い配列を決定する。
- ・構造と安定性の相関をみるために、そのペプチドの詳細な構造情報を得ることを目指す。
- ・平成15年度に開発したクラスタリング手法を用いて、タンパク質セグメントの構造の多様性について、特に実存する構造がポリペプチドの可能な全構造空間に対してどのように分布しているかを解析する。あわせて、タンパク質セグメントの配列類似性に基づく分類手法の開発も着手する。
- ・量子分子動力学計算のための FMO-MD 法の改良を進める。
- ・光制御ペプチド等を用いて蛋白質の構造形成反応を制御する技術と、細胞機能調節分子や運動蛋白質の制御ペプチドなどに光感応基を導入したものをを用いた細胞・蛋白質機能を制御する技術により、細胞・蛋白質を用いたデバイスのスイッチ技術として完成させる。
- ・品質管理機構スクリーニングなどにより蓄積した蛋白質の構造安定化技術と生産性向上技術をもとに、有用蛋白質の産業化に向けた改変と生産性向上を図る。
- ・高度好熱菌由来有用蛋白質の立体構造解析を継続し、新たに3つの結晶化と3つの構造決定を行う。それらの知見を用い、超耐熱性有用遺伝子の産業利用の拡大に取り組む。

#### 【中期計画（参考）】

- ・国内外の有用なバイオインフォマテクスデータベースの統合化、データベースの検索・解析技術の開発・高度化を行い、独自のアノテーション等の付加により、生物情報を広く実利用できる環境を整備する。

#### 《平成16年度計画》

- ・H-Invitational2の成果を踏まえ、H-Invitational データベースの更新と維持管理を行う。また、H-Invitational2を通じて得られる複数の発見について、論文等にまとめ発表する。ヒトとマウス等の比較ゲノム研究を進めることにより、機能性 RNA 等のヒトゲノム上の機能因子のアノテーションを強化する。さらに、ヒト遺伝子統合データベースを基盤として、ヒト疾患と遺伝子多様性の関連を探るための情報処理システムの構築を進め、データベースを構築する。
- ・尋常性乾癬の感受性遺伝子の候補領域を特定し、感受性 SNP の発見を目指す。既に複数個の決定した慢性関節リウマチ感受性遺伝子については、その機能構造

の解析に向け、他グループと連携して取り進める。

- ・平成15年度に引き続き、都市再生緊急整備地域であり、国際研究交流の拠点である東京臨海地域において、バイオと IT 等の異分野技術を融合し、新しい網羅的な大量実験系や測定装置の技術開発に係る重要研究課題について、異業種、異分野の産学官共同研究を加速的に推進するためのオープンスペースラボを拡充整備する。(バイオ・IT 融合研究施設整備事業)

#### 【中期計画（参考）】

- ・網羅的クローニングにより分離したヒト由来糖鎖合成関連遺伝子等の機能解析を行い、それらを利用して、新規な糖鎖合成法を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続きグリコシルフォスファチジルイノシトール (GPI) 合成系に関与する遺伝子に関する変異株を取得し、その遺伝子の機能を詳しく解析する。また、遺伝子産物であるタンパク質間の相互作用を解析する。
- ・酵素活性発現の阻害要因と考えられる酵母型糖鎖付加等について改善を検討すると共に、ppGalNAcT 等その他の糖転移酵素群についても発現・酵素活性測定を行い、酵母によるヒト糖転移酵素の活性発現の概要を明らかにする。
- ・クローニングを行いリコンビナント酵素を作成したが、基質特性が判明しない糖転移酵素候補が残されており、本年度はその機能解明を行う。
- ・癌細胞で発現が上昇、激減する糖転移酵素遺伝子を、RNAi でノックダウン、トランスフェクションで発現を上昇させる事により、糖鎖構造が変化する糖タンパク質を同定しその機能変化を解析する。同様の解析を、ノックアウトマウスの作成により行う。
- ・疾患の原因を担う糖鎖遺伝子を同定しそれが合成する糖鎖構造を決定する。
- ・複数種の遺伝子の組み合わせで最終的な糖鎖構造が合成される可能性があるので、IgA 分子の糖鎖構造変化を糖タンパク質の物性変化としてとらえる事により、IgA 腎症診断法をさらに発展させる。将来的にはその治療法の開発を目指す。糖鎖合成関連遺伝子の高効率導入調製系により、別の  $\beta$ 6GlcNAc 転移酵素であるコア2GlcNAc 転移酵素遺伝子の、ヒト B 前駆細胞性白血病における発現調節メカニズムを解析し、臨床的に最も頻度が高いヒト B 前駆細胞性白血病の治療作用点発見をめざす。
- ・グライコキャッチ法をベースに糖鎖付加位置に加え、各ペプチドに付加していた糖鎖を構造解析するためのシステム開発を本格的に推進する。企業との共同で糖ペプチドの分取・分注・反応ロボットを製作する。また、切り離れた糖の回収法など周辺技術の改良を行う。
- ・精製標準糖 (>100種) と FAC 自動化装置を用いたヘクト・バイ・ヘクト解析を推進し、プロジェクトの実

質的な解析フェーズに入る。標準品以外の様々な糖鎖（GAG、糖ペプチドなど）の解析に着手する。レクチンアレイについてはエバネッセント励起蛍光法を基盤とした基礎技術の開発を続けるとともに、他の応用も探る。

- 糖ペプチド合成用リンカーを完成させ、これを用いた糖ペプチドプライマーを作成する。この糖ペプチドプライマーと実際に利用可能な糖転移酵素を用いて糖鎖自動合成装置による糖鎖伸長反応の検討・典型的な糖鎖構造を有する糖ペプチドの合成を行う。
- 固定化に適した糖転移酵素の探索を行うとともに、糖鎖自動合成装置に現在利用可能な糖転移酵素の反応効率の改良・装置の改良を引き続き行う。さらに、新規酵素導入時に簡単な活性測定によりその酵素の有効性が判別可能となる反応効率予測システムを作成する。

#### 【中期計画（参考）】

- 蛋白質等の整列化技術の開発により、プローブ顕微鏡を用いて整列蛋白質等の配向・機能を評価する技術を開発する。また、細胞の特性の解析に必要なバイオイメージング技術、細胞の操作技術の高度化を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ミクロンサイズのセンサをプローブとする電気化学顕微鏡システムを構築し、細胞からの NO 放出の検知等、局所計測システムとしての利用可能性を実証する。
- 平成15年度に引き続き新規な自己組織化単分子膜修飾材料（セレンオール類等）を開発するとともに、電位変化等による自己組織化単分子膜の配向変化、自己組織化単分子膜と溶液中の分子との相互作用等の動的挙動を、走査型プローブ顕微鏡、表面分光等の技術を駆使して解明する。
- 平成15年度まで開発した超高感度分析法に基づくペプチドホルモン（BNP 等）の免疫センサシステムを開発し、血液試料に適用する。
- 細胞内の膜タンパク質の局在性や会合状態を細胞画像上にマッピングするバイオイメージング技術を開発する。膜融合タンパク質の構造と機能の解析のために、ウイルス由来膜融合タンパク質の精製と結晶化を行う。
- 平成15年度までに細胞外形を対象として開発した細胞動態高精度解析法を、細胞内の細胞骨格系の動態に拡張し、細胞外形と細胞骨格系の動態相関を明らかにする。
- 分子モータータンパク質のアルファヘリックス性コイルドコイルの機能解明のため解析を行う。あるコイルドコイルは、極めてまれな逆平行型と予想されるが、その構造を変異体作成や分光学的手法などにより明らかにする。
- タンパク質キナーゼ阻害剤などに対する細胞運動や細胞間相互作用の応答を解析し、細胞運動や集合体形成を人為的に操作する方法の開発を進める。
- ニオイ識別の仕組みを具体的に理解させることができ

る初めてのモデルとして、レセプタ感受性依存的な階層的符号化仮説を、特許化（2件）、論文化（3報）で学界に定着させる。

- 構成要素のリボソーム粒子改良について寿命・電圧感受性向上等の改良要素を中心に実験を進め、寿命安定性、電圧感度を3倍程度に増す。
- 密着型フラッシュ軟 X 線顕微鏡技術を用いて、基板上の培養細胞など極力多様な細胞種での機能の発現と細胞外マトリックスの構造変化との関連について解像度30nm 程度の画像観察を進める。
- 平成15年度に得られた量子ドットの蛍光収率は、再現性や経時劣化において問題があった。低温合成法をさらに発展させて、これらの問題を解消して高い蛍光収率を示し、点滅現象が現れない高性能な蛍光性量子ドットを開発する。また、開発した量子ドットと生体分子を共役化させる簡便かつ安全な技術を開発する。さらに、量子ドットを標識したタンパク質を細胞内に導入し、細胞内のタンパク質のイメージング技術と動態解析技術を開発する。

#### (1)-1-1-② 有用遺伝子探索と機能性生体分子創製

#### 【中期計画（参考）】

- 高機能・高活性なハイブリッド・リボザイム等を作製し、それによる革新的な機能遺伝子探索技術を開発する。また、膜融合、核移行シグナル等を介した細胞内、核内への特定遺伝子の導入技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- 細胞の運命を決める小さな RNA(miRNA)を同定し、そのターゲット遺伝子を探す。小さな RNA の発現メカニズムも調べる。
- シグナルの改善と粒子の最適化により10%超の核移行活性を達成する。また TRF1に対する RNAi を封入した膜融合デバイスを用いて癌細胞の増殖抑制効果を検証し、このシステムの有効性を実証する。

#### 【中期計画（参考）】

- 加齢、増殖分化、生体リズム等に関与する遺伝子及びその産物を同定し、これを用いて増殖・分化・脳神経機能等の評価・調節技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- 最初の年齢軸調節分子機構の更なる精査、汎普遍性検証、新知識による年齢軸工学開発（新研究分野開拓）を行う。
- プロトロンピン調節分子機構と血栓発症の関係、及び普遍性/応用性の検証を進める。プラスミノゲン年齢軸調節分子機構の解析を本格化する。
- 年齢軸遺伝子発現と蛋白質発現の網羅的解析展開、データベース構築とデータマイニングを行う。
- ヘプシンの機能と役割を徹底解明し、新知見の応用開発の可能性を探求する。
- SPARC の生理機能解析については、1)脳内生理作用の年齢軸調節機構を解析する。2)脳内シグナル情報伝

- 達機構を解析する。
- **addicisin** の分子生理機能解析については、1) 年齢軸による細胞外グルタミン酸濃度制御機構の変化に関する解析を行う。2) 細胞外グルタミン酸濃度制御分子機構を解析する。3) モルヒネ耐性依存時における生理機能を解析する。4) **addicisin** による神経細胞死の分子機序解析を行う。
  - 遺伝子制御因子、細胞増殖制御因子の立体構造決定と分子認識メカニズムの解析を行い、年齢軸制御メカニズムの原子レベルにおける解明を目指す。
  - **subtraction PCR** により、免疫グロブリンの多様性をコントロールする新規分子を検索する。
  - B 細胞の初期発生の年齢依存性を精査しその分子基盤解明する。
  - 化学修飾による自己免疫寛容の破綻現象、機構、および、その年齢依存性を精査する。
  - 新規に同定した因子の変異解析を行い、免疫関連疾患の診断に応用する。さらに変異を導入した因子により **Nod2** のシグナル伝達経路をコントロールし、治療への応用を試みる。
  - これまでに同定した組織の再生・恒常性維持や細胞の増殖・分化を制御する増殖因子及び関連分子群について、その発現や機能の解析を行うとともに、年齢軸の視点から、それらを利用して細胞の分化増殖の評価・調節を図る。
  - 平成16年度は、引き続き、シロイヌナズナ植物体にコードされている転写因子の機能解析を行う。新たに開発したジーンサイレンシング法を用いて、キメラリプレッサーを発現した形質転換体を作製し、転写ネットワークの解明にアプローチする。同時に植物における **miRNA** の機能解明のための **miRNA** 遺伝子の構築を行う。
  - モデル実験系によって得られた成果を、高等動物細胞において検証するための実験系を確立する。また、モデル実験系を用いて **miRNA** の解析を開始し、特に細胞質分裂との関連が示唆されながら **ORF** が同定されない遺伝子の機能を解明する。
  - キネシン分子モーター・微小管複合体の力発生に伴う構造変化の部位を同定する。
  - 平成15年度に得た **HutP-His-RNA** 複合体結晶の立体構造の解明、さらに **HutP** 単独の結晶化、構造解析に取り組み、アンチターミネーションの機構の構造生物学的解明を目指す。
  - 平成15年度取得のアプタマーについて異常型プリオン蛋白質に対する相互作用を測定・評価する。さらにより高機能な抗プリオンアプタマーの取得に努める。
  - オステオポンチン蛋白質に対するアプタマーを創出し中和抗体との比較検討を行う。
  - インフルエンザウイルスの他のサブタイプを識別するアプタマー創出を継続する。ノイラミダーゼ (NA) を識別するアプタマーを創出する。ウイルスの検出手法の条件を検討する。
  - **NS3** プロテアーゼ、ヘリカーゼ両方に対する **bifunctional** アプタマーの培養細胞系での機能評価とその機能構造との関係を明らかにする。
  - クロマチン構造と遺伝子発現制御機構との関係をグロビン遺伝子のエンハンサー及びサイレンサーを例にとり解明する。遺伝子発現ネットワークに関しては、**DNA** マイクロアレイ解析とプロテオミクスを利用して転写反応レベルとタンパク質の機能のレベルでの解析を行い、ホルモンの細胞内シグナル伝達に関する情報を得る。
  - 癌関連遺伝子に関しては、機能解析を行わない癌化のメカニズムの解明を試みる。また、平成15年度に引き続きホルモン応答メカニズムの解明のために遺伝子発現プロファイルのデータベースを作成する。
  - **BAC** アレイ **CGH** の高精度化を行い、解析プロトコルを確立する。癌の臨床検体の解析を行い癌の悪性度等の臨床情報に関連する異常の検出を行う。
  - 高精細型プロトタイプ機を用いて細胞画像を取り込み、プロトタイプ機のブラッシュアップを行う。マイクロ空間化学研究ラボ等との共同研究により、半導体ナノ粒子の高分子による被覆を行い、生体分子との特異的識別のために核酸あるいは抗体と結合可能な官能基を導入する。
  - 感染症検査への利用と臨床・研究現場での実証を目標とし、小型でハイスループットな **SNPs** 自動解析装置を開発する。麹菌ゲノム情報を利用した、 $\beta$  グルカンなどによる健康食品を開発し、研究開発基盤の構築を行う。耐熱性糖ヌクレオチド合成酵素を、多種類糖ヌクレオチド合成系の開発に応用する。耐熱性糖ヌクレオチド合成酵素の他の有用糖鎖関連遺伝子についても、大腸菌等で多数の遺伝子に関して発現・機能解析を行い、応用に結びつける。
  - 酵母の解糖系及び関連代謝経路の転写制御因子の機能解析の一環として **GCR1** などの転写制御遺伝子の発現制御における **Gcr1p** の役割と生物学的意義を解析すると共に、ゲノム全体での遺伝子発現頻度情報を **DNA chip** などにより解析し、その成果の実用酵母への応用を目指す。また分裂酵母においても糖代謝の制御に関与する制御領域や制御遺伝子の同定を目指す。
  - モデル植物の転写因子遺伝子の配列情報の解析、転写因子遺伝子の **cDNA** の収集と整備を継続する。転写因子遺伝子群の詳細な発現プロファイリング解析を行う。転写因子を過剰発現させた形質転換植物を作成して、発現プロファイル、代謝プロファイル、表現型などを解析する。環境応答を制御する制御因子の探索・同定を継続し、形質転換植物を利用して転写因子の機能を解析する。タバコ植物の完全長 **cDNA** クローンを用いて、マイクロアレイを作成し、各種条件下での

発現プロファイルを解析して新規な機能を有する遺伝子を探索する。

- ・脂質代謝関連遺伝子と時計分子機構の関係を変異株や実験的病態モデルを用いて解析を行う。
- ・キイロショウジョウバエとアナナスショウジョウバエ共通に生殖抑制が行われている時間帯で、網羅的遺伝子解析を行い、生殖行動抑制に関わる分子群の候補探しの一次スクリーニングを行う。
- ・ショウジョウバエでの **shaggy** というリン酸化酵素のは乳類ホモログであるグリコーゲン合成酵素リン酸化酵素 (**GSK-3 $\beta$** ) が、ほ乳類体内時計の調節に関わるのかどうかを解析する。
- ・細胞の老化及び不死化におけるモータリンの役割についての研究を引き続き行い、モータリンと相互作用して細胞の不死化・老化に関与する分子の同定とその抑制法を開発して、画期的なガン治療法を確立するための基盤を作る。
- ・ARF の新規結合パートナーである CARF についての研究を引き続き行い、CARF と相互作用する分子を同定して細胞の不死化・老化に関わる一連のネットワークを解明する。細胞の癌化・不死化に関する分子ネットワーク解析の研究開発 TRF1を核マトリックスに結合する因子を同定すると共に、TRF1やこの結合因子が細胞の不死化・老化に応じて調節されている機構を分子レベルで解明する。以上の研究を通じて、画期的なガン治療法を確立するための基盤を作る。
- ・抗癌性白金錯体と DNA の複合体を結合させた表面修飾ナノ微粒子によって精製したタンパク質の詳細な解析を行うとともに、異方性表面修飾微粒子と細胞骨格タンパク質 (微小管) との結合を行いその運動性について検討する。また、アミロイド- $\beta$ -タンパク質の細胞膜への結合性について検討する。
- ・セレニルリンカーを用いた微粒子固相法により抗腫瘍性デヒドロペプチドを合成する。また、癌細胞上の CD44 と内皮細胞上のヒアルロン酸との相互作用が内皮細胞上の ODF 発現に与える影響及び生体膜構造について解析する。同時に、これらの細胞認識・生体膜認識をより詳細に解析するために、表面修飾ナノ微粒子、AMF などを用いたナノバイオ基盤技術について検討する。
- ・抗血清を用いて、VIC/ET-2特異的な免疫染色法を確立する。VIC/ET-2遺伝子のは乳動物における分布、進化を解析するために、数種の動物の腸から cDNA を cloning し、前駆体蛋白質の構造を解明し、進化を考察する。

#### 【中期計画 (参考)】

- ・未利用生物遺伝子資源の探索を行い、新規微生物を500株以上分離解析する。複合生物系・生態系の解析を行い生物遺伝子資源の賦存状況を明らかにし、得られた生物遺伝子資源の保存とデータベース化を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・環境中や動物体内中に存在する微生物の多様性解析と新規微生物の探索収集に関しては、平成15年度に引き続き、地下深層、水田土壌、各種昆虫の体細胞共生体などを標的にした多様性解析および微生物分離を試みる。特に嫌気性微生物については天然ガス噴出地帯やメタン発酵プロセスから従来までに全く知られていない微生物の取得を目指す。また、海洋陸地地下圏に生息する特異な微生物や難分離性の化学物質分解微生物群も標的とする。
- ・昆虫共生微生物体については世界的にトップレベルの研究力を維持し、アブラムシ、アズキゾウムシ、ショウジョウバエ、カメムシなどの微生物共生体の共生機構をさらに詳細に検討を行う。得られた生物遺伝子資源の保存とデータベース化、既存の文献情報に基づく微生物化学分類データベースの構築を引き続き行う。
- ・環境微生物の物質循環・代謝に果たす役割の解明と環境浄化技術への応用を目指し、平成15年度に引き続きダイオキシン、ジクロロフェノキシ酢酸などの汚染物質を取り上げ、その分解微生物の汚染物質分解特性や分解遺伝子の多様性の解析や迅速なモニタリング手法を開発する。また、メタン発酵リアクター内で重要な役割を担うメタン生成古細菌のメタン生成遺伝子の発現制御系に関してはペプチドマスフィンガープリンティングを駆使してその機構を明らかにする。
- ・染色体上に転位した遺伝子を完全決定するとともに内部共生体遺伝子が宿主へ転位する機構を解明する。
- ・微生物相解析に用いる分子・細胞各手法間での定量的な比較検討をさらに進め、対象とする環境試料毎 (水、堆積物、土壌系など) にどういった手法が有効かについて整理する。開発した遺伝子マーカー等を実際の自然環境試料や汚染環境試料等に適用し、その有効性を検証するとともに応用の可能性について検討する。
- ・平成15年度までに得られた海底熱水系試料の解析をさらに進め、これらの海域や特定場を代表する新規微生物遺伝子マーカーの開発、それらを用いた定量的な群集解析、機能推定等を実施する。豊羽鉱山や水曜海山の地下熱水微生物群集の解析結果をまとめる。また、マリアナ試料の解析結果により、海域による類似性や相違点を解明し、その成因や影響等の解明を図る。内外機関と協力し、見出された新規微生物や環境遺伝情報等の取りまとめを進めるとともに、環境指標としての活用を図る。
- ・雪腐病菌に対して拮抗性を有する微生物を検索し、微生物資材としての開発を目指す。
- ・現在までに入手した発酵液から平成15年度に分離した菌株以外のインジゴ還元菌を分離し、分類学的な諸性質を検討し、分類学的な位置づけを明らかにする。
- ・アルカリ性で高い過酸化水素ストレス耐性を持つ微生物をスクリーニングによりさらに分離を行い分類学的

な同定を行う。

- ・複合微生物系などを解析するために、さらに新しいアイデアを加えるとともに、これまでに開発して特許出願した DNA/RNA 解析定量方法を様々な実試料に適用し、用途の拡大と普及を図る。また、国際機関と協力して、DNA 計測の標準化を推進する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・有用酵素、高機能糖質材料、各種生理活性物質の探索と利用技術の開発を行う。また、それら有用分子の高効率生産技術の開発を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・有用な低分子生理活性化合物の開発について、ウコンやその近縁種植物・園芸作物にクルクミン以外のアディポネクチン産生増強物質を検索する。クルクミンによるアディポネクチン産生増強作用を確認するための動物試験を実施する。
- ・新規生理活性ペプチドの開発と応用については、エンドセリン産生抑制物質に関連して、詳細な抑制メカニズムの解明を行いつつ、動物試験で血圧降下作用の確認を行う。インスリン分泌促進物質に関連して血糖値上昇抑制作用を糖尿病マウスで確認する。また、沖縄の亜熱帯生物資源を材料に、新たな血圧降下物質、骨形成促進物質を探索する。
- ・平成16年度は CCL28の細菌種に依存した差分発現制御についてより詳細に解析する。具体的には当現象の特異性および一般性を確かめるために、現在用いている Caco-2に加えて他の上皮性培養細胞および非上皮性培養細胞の細菌に対する応答を解析・比較する。また TNF など炎症性サイトカイン、LPS 等菌体成分、さまざまな生菌・死菌、これらを組み合わせたものを細胞に処理、CCL28の発現変動を解析する。
- ・平成15年度までにクローニングされていないキシログルカン分解酵素遺伝子として、*Aspergillus oryzae* のイソプリメベロース生成酵素について、遺伝子のクローニングと発現系の構築を行う。また、これまで取得した組み換え酵素を利用してキシログルカンオリゴ糖の調製方法を最適化し、効率的なキシログルカンオリゴ糖ライブラリの作成手法を確立する。
- ・モルティエラ属糸状菌、リポミセス属酵母、ラビリンチュラ類海生菌などの脂質蓄積性微生物において、脂質生産に関わる因子を分子レベルで探索及び解析する。また、出芽酵母においてリピッドボディ形成及び脂質蓄積に関わるものとして同定された遺伝子の多重破壊株などを作製し、トリアシルグリセロールなどの脂質生産能を検討する。
- ・細胞内プロテアーゼネットワークを解析するために、真核細胞や動物組織からユビキチン化タンパク質の回収・同定する技術の確立を目指す。また、微生物におけるタンパク質分解については、タンパク質安定性を高めた細胞構築へ向けて *Rhodococcus* 細胞のプロテ

アーゼ遺伝子破壊株を作製し、そのプロテアーゼで分解されている細胞内タンパク質の同定を目指す。

- ・組換えタンパク質生産技術の研究開発として、平成15年度に開発したベクターを更に利便性の高いものへと改良を行い、産業利用可能な有用タンパク質の生産を試み、大量生産技術への利用法を検討する。
- ・微生物細胞内での遺伝子発現を制御するため、アンチセンス法を取り入れた遺伝子発現抑制技術の開発に向けた技術要素の絞り込みと、モデル遺伝子を利用した発現効果を確かめる。
- ・*R.erythropolis* をモデル細胞として、リゾチーム感受性原因遺伝子に加え、細胞膜合成に関与する遺伝子群の検索とその機能解析を行う。
- ・新規に人型抗体生産植物の作出を試みる。また、過年度作成したラクトフェリン発現イチゴの安全性試験を開始する。新規に植物ウイルスベクターを利用した有用物質発現系の構築も開始する。糖鎖抑制遺伝子を導入した植物体の糖鎖構造解析を行う。
- ・ワクチン成分発現植物体の実用化を視野に、企業と連携して大量育成および安全性試験、ワクチン許認可を得るための動物試験データ取りを開始する。
- ・新規脂質成分の構造解析を行う。また、新たに植物脂質の中でも健康機能性を有する脂質代謝系遺伝子を導入し、含量を多くした機能性作物の開発に着手する。
- ・ビオチン、アビジン結合を利用する以外の方法でもタンパク質のパターンニングを行い、具体的な応用を行う。
- ・表面形状を変化させたテフロンシートの表面分析、細胞接着性等の評価を行う。
- ・液体中レーザーアブレーションで合成した銀ナノ粒子と従来法の化学還元法で合成した粒子についてチオール等での表面修飾を行い、どちらの方法がバイオセンシング等に応用する際に優れているかを明らかにする。
- ・海藻由来糖鎖認識物質とセンサ固定化単一糖鎖との相互作用を解析し、相互作用の序列から被認識糖鎖の構造を解明する。
- ・オリゴ糖及びセルロース誘導体の低分子との相互作用様式を解析し、これらの相互作用とセルロース誘導体の集合構造間の相関を総括する。
- ・無細胞合成系をマイクロデバイス化し、従来より数倍高速化したタンパク質合成デバイスを開発する。また、このマイクロデバイスを用いて、人工的に変異アミノ酸を導入した新規タンパク質の合成・生産技術を開発する。
- ・特定質量をもつタンパク質の分取・精製機能を有するチップ型電気泳動装置の実現に向け、分取機構を開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・細胞の環境認識応答機構を遺伝子レベル、蛋白質レベルで解明し、優れた環境適応能をもつ細胞の創出及び

機能制御技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・新規低温発現系においては、発現量を向上させるための改良を行う。現在発現が困難な、細胞質タンパク質以外のタンパク質についての発現について開発する。さらに、他の外部環境応答などを利用した新規発現系を開発する。
- ・海洋性低温好アルカリ性細菌 *Pseudomonas alcaliphila* AL15-21より他のチトクロム c を精製し、その物理化学的、タンパク化学的諸性質を検討するとともに、本菌株のアルカリ適応性との関係を考察する。
- ・絶対好アルカリ性細菌 *Bacillus clarkii* K241U の膜結合性チトクロム c の分子構造の決定を完結する。本菌にはもう一つ膜結合性チトクロム c が存在するが、そのチトクロム c を精製しその諸性質を検討する。
- ・高活性カタラーゼ細菌 T-2-2株のカタラーゼの他のカタラーゼ遺伝子の取得およびカタラーゼ遺伝子の多型を分子レベルで明らかにする。
- ・高い付加価値をもつ脂質を効率的に微生物で生産するために、Single Cell Phospholipid の開発を目指し、特に天然に少ない Phospholipids を高含有する微生物を代謝工学的に創出する。
- ・本レポーター系を用いて、酵母の600種類のプロモーターについてプロモーター活性の網羅的解析を行い、強力な、あるいは機能制御に適したプロモーターを見いだす。さらに、本レポーター系のアプリケーションを開発する。
- ・不凍蛋白質 (AFP) の精製プラントを構築し含水物 (食品および医薬) への凍結保護効果を広範に検証し企業等への AFP 研究成果の技術移転を推し進める。
- ・魚類、昆虫、植物由来の少なくとも10種類の AFP について毒性や環境への影響を調べる為に NMR 等を用いた3次元構造解析と更に詳細な活性機構の解明をおこなう。特に医療用途の為に細胞膜貫通型 AFP の創出を検討する。
- ・昆虫由来の超高機能型の FP の遺伝子大量発現を構築する。また AFP の氷結晶結合能を利用した新しい精製法および活性評価法を開発する。
- ・優れた産業用途があるホモイソクエン酸脱水素酵素、キシログルカナーゼ、RCBH、オリゴ糖分解酵素に関する結晶構造解析を行い詳細な機能解明を行う。
- ・植物、昆虫、魚類由来の完全新規 AFP について結晶構造解析を開始し、既知の AFP との構造比較と活性発現メカニズムの解明を行う。

【中期計画 (参考)】

- ・未利用バイオマス等から生分解型環境低負荷バイオ材料等の開発及び、環境影響評価技術の開発を行う。また、各種難分解性化学物質、有機スズなどの有害物質の生物的モニタリング技術及び分解技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・マイクロ波熱分解法による無水糖の最大収率を目指すとともに、大型装置を用いた無水糖の製造単価・生産量を推定する。グルコースおよびその他糖類の水熱反応法による無水糖の収率増加およびマイクロ波溶媒解重合による無水糖の生成を検討する。
- ・ポリスチレン末端および核にグルコースユニットを導入した星形ポリマーを調整し、その構造及び低分子化合物の取込能を調べる。また、無水糖類縁体の分岐ポリマーを調整し、その構造を明らかにする。
- ・平成15年度調整した5種類の光学活性アミノアルコールの絶対配置の推定を行う。また、さらに3種類のアミノアルコールの生体触媒による光学活性体の合成を検討する。
- ・生分解性高分子の高機能化を図るため、高吸水性を有する生分解性ゲルを開発する。また、バイオマスを利用したポリ乳酸製造における環境負荷の低減を図るため、乳酸を効率的に発酵生産するシステムを開発する。
- ・生分解性高分子の普及を図るため、各種の微生物を用いたポリエステル分解能の評価を行い、ポリエステルの環境適応性を明らかにする。また、各種の微生物によるゴム分解試験を行い、環境中におけるゴム製品の分解特性を明らかにする。
- ・微生物や酵素を利用したポリ乳酸やポリヒドロキシ酪酸等の生分解性プラスチックのリサイクルシステムを構築する。また、ゴム製品の生物処理技術を開発するため、微生物によるタイヤゴムの分解促進条件を明らかにする。
- ・化学物質の毒性評価を、継続して行う。具体的には、残留農薬の可能性のある化学物質について、毒性評価を行う。ヒト細胞や植物細胞を用いたマイクロアレイ解析についても検討を継続する。さらに、放射線の影響評価については、中性子線などを中心に解析を行う。
- ・メカノケミカル法による海洋性多糖含有量が60重量%以上の熱可塑性ポリマーアロイの製造法を開発するため、多糖系ポリマーアロイの熱流動特性 (5g/10min) に効く要因を明らかにする。射出成形性等に優れた実用的多糖系ポリマーアロイの製造法を確立する。
- ・生態系を利用した汚染物質の低減化の手法と物質生産について第1期での成果の取りまとめを行う。
- ・沿岸海域の環境を修復する要素技術の開発を目標として、海砂利採取による環境影響評価する。また、植物プランクトン量の鉛直分布と流速鉛直傾度 (シア) や水温勾配との相関関係の有無を調べ、定性的な議論が可能なデータを提示する。さらに、播種技術や人工基盤材を主体とするアマモ場造成技術の目処を立てるとともに、カキ殻付着生物機能の利用や流況制御による沿岸環境修復・生物生産力向上技術の開発を目指す。
- ・汽水域に生息するデトリタス食性魚類が生態毒性のモニタリングに有効であることを実証するために、大量

斃死個体に高濃度に蓄積した POPs について、異性体組成と安定同位体比との関係を検討し、どのような場所で摂食したかと濃度との間に因果関係があるかを検討し、生態毒性モニタリング種として適切であるかどうかを判断する。

- ・生分解型環境低負荷バイオ材料等の開発の観点から、平成15年度に引き続き土壌特性の解明、プラスチック分解菌分離、など全国規模分解菌データを収集するとともに今までのデータと合わせデータベースを作成する。また、生分解性ポリアミド4の機能の高度化を図る。未利用バイオマス活用の観点から、キトサンなどの多糖の成形方法とオリゴ糖の分析方法について新規な方法を検討する。
- ・実排水に近い組成の排水を使用して、窒素過多な産業排水を処理する膜分離一槽式硝化脱窒プロセスをベンチスケールで稼働させる。独自の運転至適制御方法による濃厚排水の無希釈処理の実証試験を実施する。さらに、共存する有害化学物質を脱窒に利用し、従来法に比べ、容積あたりの窒素処理量2倍以上、余剰汚泥生成量1/10、温室効果ガス生成ゼロを目標とし、実用化のデモンストレーションとする。

#### 【中期計画（参考）】

- ・遺伝子操作生物の環境安全性評価に資するため、環境中における特定微生物及び微生物相の定量解析技術、特定微生物の環境影響評価試験手法の開発を行う。
- 《平成16年度計画》
- ・特定微生物の定量解析技術の開発に関しては、16S-rRNA 遺伝子内に導入した **gfp** 遺伝子を定量的に検出する手法について検討する。
  - ・微生物相の定量解析技術の開発に関しては、定量 PCR 法を利用した解析手法について検討するとともに、FISH 法との比較検討を行う。
  - ・特定微生物の環境影響評価試験手法の開発に関しては、モデル微生物生態系として選定した活性汚泥にモデル微生物を添加し、その挙動を追跡し、開発した手法の有効性を確認する。

#### (1)-1-1-③ 脳科学技術（脳機能解析・脳型コンピュータ）

#### 【中期計画（参考）】

- ・脳機能を理解し、これを安心・安全で質の高い生活の実現に利用することを目的に、脳の柔軟な情報処理及び神経細胞の発生・再生機構を分子生物学的、細胞生化学的及び生理学的アプローチで解析し、それを利用した非同期型コンピュータの設計原理を開発する。また、脳活動のリアルタイム計測のための機器の高度化を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・脳神経細胞・遺伝子の機能解析とその利用について以下の研究を行う。
- 1) 神経冠幹細胞培養系の開発を行う。カエル胚前脳

の発生分化機構を解析する。ホヤ感覚神経の分化におけるシグナル因子及びカルシウムイオン情報伝達の役割を解析する。新規の逆行性伝達制御因子群の詳細な機能解析と、新たな因子の同定を通して、この経路の分子メカニズムの概略を明らかにする。

- 2) 神経回路網の可視化解析について行動と同期したシナプスを介した複数の神経細胞の活動計測を行う。ディスフェルリンと結合タンパク質の生理的意義を解析する。嗅内皮質-嗅周囲皮質ゲート機構に対する扁桃体の調節機構を解析する。これらを通し国際誌6報と特許1件の出願を目指す。
  - 3) 遺伝子工学的手法の改良により、受容体やイオンチャネルの活性を調節する生理活性ペプチドの探索および特性の解析を行う。また高次の脳神経機能の発現に関わるグルタミン酸受容体、カルモデュリンキナーゼ、カテニン、カルシウムチャネル等の活性発現調節機構を分子・細胞レベルで明らかにしていく。
  - 4) 新型偏光顕微鏡と蛍光顕微鏡の併用システムを確立し成長円錐のアクチン関連タンパク質の動態を網羅的に可視化解析する。超解像度光学顕微鏡試作機の平成16年度完成を目指す。国際誌への発表10報、特許出願2件以上を目標とする。
  - 5) 単粒子構造解析の分解能と解析速度向上のための画像位置・角度推定アルゴリズムの開発を行い、その実施例として IP3受容体がチャンネルとしてイオンを通す際の構造変化を解明する。平成15年度に引き続き、X線溶液散乱実験からのタンパク質形状推定アルゴリズムの研究を、大阪大学との共同研究によって展開する。
  - 6) 近赤外光を用いた新しい脳機能測定法の検証を進める。数値目標として、平成16年度は一流国際学術誌への掲載5報と投稿2報、特許3件および査読付き国際会議への投稿1報を掲げる。
  - 7) 細胞間コミュニケーションを、単細胞生物から多細胞生物へと進化した転写調節制御の観点から研究する。中期期間全体を総括し、第1期における発表論文数20、国内、海外出願特許総数3を達成する。
- ・脳における情報処理機構の解明について以下の研究を行う。
- 1) 小脳でのニューロン活動記録実験を継続し、活動と学習による運動の変化との関係を解析する。学習による運動変化をもたらす神経計算機構を明らかにする。運動司令信号による小脳の学習制御モデルを構築し、人工小脳技術を確立する。
  - 2) リハビリ中に脳のどの場所で、損傷後どの時期に、可塑性分子が働いて機能回復を図っているかを明らかにする。これにより効果的なりハビリ手順に貢献する。
  - 3) 平成15年度から継続して、期待や報酬を得る学習

には脳のどの場所が関係し、それらの場所相互の関係を明らかにする。外界情報の意味付けつまり連想記憶の仕組みを人工的に実現する技術開発に着手する。

- 4) 平成15年度から継続して、時間順序が脳内でどの表現されているかを明らかにする。
- 5) 平成15年度から継続して、特にボールの運動検出技術を企業で利用されるようにする。

・高次認知行動機能の研究について以下の研究を行う。

- 1) 高次視覚機能を獲得していく経過を、「色」「動き」「視空間」「顔や表情」について検討するとともに、視覚機能を実現している神経回路網の推定を試みる。短期記憶・対連合・推論など認知機能に関わる脳活動を fMRI によって計測し、責任部位を同定する。特に海馬および側頭皮質と記憶との関わり合いについての研究を精力的に継続し、記憶における文脈効果の脳内メカニズムを推定する。以上の成果を、一流国際誌に6報以上の論文として公表する。
- 2) 人の主観的味覚特性と脳活動の相関の解明、臭気の順応過程およびその脳活動の解析を進め、国際雑誌に2報以上発表する。知覚-運動反応の MEG 計測では、手の配置や皮質脊髄路の活動性との関係を明らかにすることで、刺激と反応の空間的位置関係がどこまで自動的に処理されるのかを明らかにし、国際雑誌に2報の掲載を目指す。
- 3) 複数色知覚時の色覚量のモデル化では、複数色知覚に関する視覚特性を解明し、学術雑誌（1報以上）および国際会議（1件以上）で発表する。平成15年度実施契約を結んだ特許2件の製品化及び臨床分野での実用化研究に尽力（国際誌に2報以上発表）する。平成15年度に公表した嗅覚同定能力 DB を充実する。

・脳情報工学について以下の研究を行う。

- 1) 以下の学習モデルやその学習アルゴリズムの振る舞いを数理的に解析する手法を確立する。
  - ・複素ニューラルネットと混合分布の特異性の解析法を確立する。
  - ・組み合わせ構造をもつ確率モデルの学習における情報幾何的解析法を確立する。
  - ・因子分解法の数理的記述の確立を行う。
- 2) ノイズや欠損値をもち順序や非数値属性をもつ実データの処理に適した以下の学習アルゴリズムの開発と検証を行う。
  - ・順序例からの学習をさらに改良し大規模実データに対して適用する。
  - ・因子分解法を改良し、ノイズや欠損値にロバストにする。
  - ・組み合わせ構造をもつ確率モデルの学習アルゴリズムを情報幾何学から導く。
- 3) コンビニ等での防犯のためのビデオ監視システム

を試作し、実証実験を通じて、これまでに開発した認識手法の評価を行う。

- 4) 提案している独立成分分析を用いた拡散/鏡面反射成分分離手法を、一流国際雑誌に発表する（1報）。
- 5) 先に提案した位置マップを用いてロボットの見えの情報からロボットのナビゲーションを行う方法について検討し、シミュレーションを行う。移動ロボット Nomad を用いて移動ロボットナビゲーションの実験を行う。研究成果は、全国大会での発表1件、研究会発表1件、論文誌1報の予定である。
- 6) 試作したプロンプター状装置を用いて自然な手話会話映像を得て、その映像と市販の手話学習用ビデオを対象に、顔領域と顔部品の検出追跡する手法を構築する。また、実世界で使われている手話の非手指動作部分に特化した機械読み取りのプロトタイプを実現する。
- 7) ヒューマノイドロボットの bouncing behavior 学習については、形態、センサ、制御の関係についての研究を引き続き行う。一流国際誌に1報の掲載、専門書において1章の執筆、国際会議での発表1件を目指す。
- 8) 読唇については、平成15年度までに作成されたモジュールを統合し、最初のプロトタイプシステムを作成する。一流国際誌に2報掲載を目指す。

#### (1)-1-1-④ 分野融合的課題

##### 【中期計画（参考）】

- ・神経突起伸長因子等を用いて神経回路を再接続する技術を開発する。また、神経電極、人工筋肉等に必須なモノリシックデバイスの実現に資することを目的として情報認識変換分子システムを開発する。

##### 《平成16年度計画》

- ・神経機能分子の生きた個体内での解析システムとしてメダカを用いた実験系を確立し、特定遺伝子の発現上昇や減少を光学的に制御する技術を開発する。
- ・シナプス形成を促進するため、シナプス形成を進行させる刺激の解明とそれに伴う実体的分子変化を観察する。さらには、シナプス機能を制御する分子の発見に努力し、その分子の同定と作用機構解明を行う。さらには、シナプス形成を細胞添加により実現する手法開発につながる基礎実験を行う。神経回路形成とその維持・変更の解析に寄与する新しい測定手法開発を行う。
- ・神経再接続技術に資する神経機能可視化技術を確立する観点から、世界に先駆けて構築したマルチ機能解析プローブの実用化を進め、体内時計や病態解析をモデルとし、本プローブをより汎用性の高いものにする。また、我々が精力的に研究を進める神経栄養因子やプロスタグランジン等の神経機能関連蛋白質群をマルチ機能解析の可視化対象の一つとして確立、細胞機能解析標準化細胞を構築する。さらに、糖鎖修飾などの翻訳後細胞内情報を可視的に捉える細胞機能解析用発

光・蛍光融合型光分子プローブの実用化を進める。

- 平成15年度に合成できた光重合性カラムナー液晶の光重合特性及びその赤外レーザー法による配向制御を検討し、配向制御された光重合フィルムを作製する。このために赤外レーザー法の定量的な吟味も行い、機構解明に資する。また、新規材料合成とそれらの電荷移動度及び配向性評価を実施、一方、現有の各種新カラムナー液晶材料に化学ドーピングを行い、熱電材料としての検討も行う。これらを基にフレキシブルな有機デバイス研究の展開を整理し、具体的研究成果の出口イメージの絞り込みを行う。
- ロボット等への応用拡大に資する空中作動型次世代型人工筋肉素子の開発を複数の技術の融合により実現する。
- コントロールリリースが可能な新規カプセルを開発し新しい物質封入の可能性について検討する。
- パターン化脂質二重膜形成に関しては、新しい重合性脂質分子を設計・合成して使用することにより、機能の向上を目指す。さらに、生体脂質分子の組み込み過程を詳細に解析し、リポソーム取り込み技術を確認する。
- 表面プラズモン共鳴蛍光計測装置による複数高分子の分子動態解析を実現する。

#### (1)-1-2. 医工学・福祉分野

高齢社会における安心・安全で質の高い生活の実現のために、医工学・福祉分野では、臓器移植に代わる新たな治療技術としての生体機能代替技術、診断・治療に伴う患者の身体的負担の軽減をめざした医療診断・治療支援機器開発技術、高齢者・障害者の活発な社会参加と自立を実現する福祉機器開発技術、多様な生活者ニーズに対応したユニバーサルな製品・環境を創出するための生体ストレス・人間特性計測応用技術、及びこれらに共通的な技術課題の研究開発を推進する。

##### (1)-1-2-① 生体機能代替技術

###### 【中期計画（参考）】

- 細胞の三次元培養技術を用いて、軟骨・靭帯、骨、血管等の組織を再構築する再生技術を開発し、これらデバイスを用いた臨床治験を行う。また、動物実験代替等の検査用組織デバイスを開発する。

###### 《平成16年度計画》

- 間葉系幹細胞の応用技術を開発する。
- 組織培養によって循環器系など各種組織・臓器への応用を目指し、さらにそれに適したバリデーション技術も開発する。
- ヒト神経幹細胞の大量培養技術を開発すると共に、細胞バンクを稼働させ、新規産業開発の基盤となる細胞集積を目指す。
- ヒト幹細胞にハイスループットかつ高効率に遺伝子導入が可能なトランスフェクションマイクロアレイを開発させ、細胞内の遺伝子ネットワークの変化をリアル

タイムに解析し、細胞機能の解析を行う方法を開発する。

- 1細胞手術では低侵襲で遺伝子を発現させる条件を整備し技術を確認する。

###### 【中期計画（参考）】

- 品質管理に優れた人工物を用いた体内埋込み型の生体機能代替システムとして、動物実験において3ヶ月以上連続使用可能な遠心型人工心臓、埋込型インスリン注入システム等を実現するための要素技術を開発する。また、共通基盤的技術として、生体適合材料に関する適合性評価試験法に資する標準情報を提供する。

###### 《平成16年度計画》

- 一点接触型遠心ポンプは、動物実験において3ヶ月連続使用の実証を行う。また、動圧浮上型および磁気浮上型ポンプについても、人工心臓に必要な圧力100mmHg、流量5L/minで血液を駆動できることを検証する。
- 血液適合性の研究では、新材料も含め模擬血液の溶血特性を比較し、溶血特性評価試験j法を確認する。
- 詰め込み型チタン材料については、さらに血栓付着を低減する最善の表面処理法を確認する。
- インスリン注入システムにおいて不可欠な非侵襲的血糖値測定の実用化へ向けた指針を得るために、平成15年度に開発したプロトタイプの有効性を評価する。
- これまでに開発した複数神経細胞活動計測に関する要素技術を統合し、その有効性を実証する。脳損傷後の感覚運動機能変容と脳機能再編成との関係に関する動物モデルを確認する。
- 認知記憶と情動記憶における辺縁系-大脳皮質回路の役割について、行動・神経回路レベルの知見の統合を進める。

##### (1)-1-2-② 医療診断・治療支援機器開発技術

###### 【中期計画（参考）】

- 画像誘導型の低侵襲手術支援システムの要素技術を確認し、医学系機関との連携して画像誘導型の低侵襲医療システムを開発し、臨床試験に供する。

###### 《平成16年度計画》

- 斜視内視鏡をロボット用に設計・試作し、臨床試験に供し得るシステムを完成させる。
- MRI 画像と内視鏡画像の座標系を一致させるソフトを開発して、その精度評価を行う。
- MRI 対応ロボットの臨床試験に向けて、リスク評価を行う。さらに、臨床研究機関の協力を得て手順文書化を進める。MRI 対応技術における国際的優位性強化を目指して、動作に起因する電磁干渉の解明と対策の確立、メーカーと共同で要素部品などの高性能化と性能評価を行う。
- 針刺しセンサの臨床手技での有効性確認を目指し、既存の穿刺針に脱着可能なセンサを試作して、性能と安全性を確認する。

- ・脳虚血・再灌流下における物質・酸素化度変化の同時計測ができる複合脳内計測プローブのプロトタイプを開発する。また、熱弾性応力測定法では、人工股関節ステムデザインと骨表面応力分布との力学的適合を明らかにし、力学的適合性評価法の開発に資する。
- ・3次元型アルゴリズムについては、ヒト頭頂部を模擬した曲面状のファントムを対象に画像精度の確認とアルゴリズムの妥当性を検証する。
- ・3次元拡散強調撮像法、超高速 MRI 技術などの計測法について、臨床医と連携し動物実験により実用化の可能性を検討する。
- ・鼻内手術用模型システムを用いた場合の研修への効果を検証する。また、内視鏡画像の呈示手法と操作データとの関連を解析し、内視鏡画像を効率的に呈示するインターフェース技術を示す。

#### 【中期計画（参考）】

- ・分子レベルの機能を画像化及びスペクトル分析するための次世代型高次生体機能計測装置の要素技術、及び生体組織の構造と機能を評価するための解析手法を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度までに構築した動態 fMRI 法を用いて、言語処理過程における各領域の活動の時間的変化や活動中心の遷移を明らかにする研究に着手する。リズムの形成や抑揚処理などの、言語の音声信号としての要素の意義について検討する。また、リアルタイム fMRI 計測に用いる統計アルゴリズムに独立成分解析や回帰分析などの異なった手法を同時並列的に導入し、解析結果の頑強性を向上させる手法を、グリッド技術を用いることにより実現する。
- ・嗅覚、味覚刺激装置の利用による感覚量反応確定可能なタスクの探索を行う。聴覚、視覚刺激による、人の感覚間の相互作用、ゆらぎの影響などを定量的に計測する解析手法を開発する。
- ・装置評価に必要十分な症例数の収集には、更に1、2年を要するため、臨床データ収集を継続する。
- ・偏極ガスを用いたマイクロイメージング装置の実用化開発を開始する。そのために、連続フローガスを用いたイメージングを実現するためのパルスシーケンスや偏極ガス供給回路の改良、ガス供給条件と測定パラメータの最適化を行う。多孔質のファントムや生体材料など、できるだけ多様なサンプルの画像を取得し、まだ確認されていない実用化上の問題点を探る。逆検出法による高感度測定モデルの構築を開始する。
- ・ヒト脳の高次機能に関する fMRI 解析と PET による神経伝達物質受容体の可視化を組合せ、遺伝子発現から高次機能までの統合的な研究を試みる。

#### (1)-1-2-③ 福祉機器開発技術

#### 【中期計画（参考）】

- ・情報技術及びメカトロニクス技術を用いて在宅用多自

由度下肢リハビリ訓練機器を開発し、生活場面における妥当性を検証する。また、高度難聴者を対象とした超音波補聴器等の開発を進める。

#### 《平成16年度計画》

- ・下肢リハビリ訓練装置については、平成15年度の基礎実験結果に基づいた負荷強度を組み込んで訓練装置システムを構築し、訓練現場での使いやすさ等を被験者実験により確認する。
- ・平成15年度に新たに得られた音声最適化、振動子呈示方法に関する知見を盛り込み、骨導超音波補聴器の実用化前の基礎的開発の最終段階として、骨導超音波補聴器二号機の試作を行う。一方で、大規模聴取テストの結果をもとに、骨導超音波補聴器の使用基準やトレーニング法の確立にも取り組む。

#### 【中期計画（参考）】

- ・福祉用具使用時の動作負担について計測技術を確立し、動作負担データベースを構築する。さらに、運動機能回復訓練機器等の福祉用具の人体適合性評価手法を提案する。

#### 《平成16年度計画》

- ・仮想人間動作生成用の実測動作データを50試技増やし、被験者情報も含めて検索しやすい形でデータベース化する。

#### (1)-1-2-④ 生体ストレス・人間特性計測応用技術

#### 【中期計画（参考）】

- ・環境ストレスに対する生体防御メカニズムを分子・細胞レベルから個体レベルで解明するとともに、ストレス物質をオンチップで検出する技術及び生体ストレス傷害の計測技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・ストレス応答化合物について細胞、動物、ヒトでのストレス応答を検証する。また、プロテオーム解析を進めストレス応答蛋白の同定とストレス応答メカニズムの体系化を図る。一方、これらの知見をもとに傷害抑制薬剤の設計を行う。
- ・GIF レセプタを用いた GIF 評価系の構築。リポドラフトを用いた細胞内チオレドキシシン細胞表面レセプタの同定と遺伝子クローニング。TBP-2欠損マウスの解析。TMX 欠損マウスの作製。
- ・ストレス計測・評価については、開発した各種デバイスを用いて多検体試料による詳細評価を行い、ライセンシングや標準化など製品化戦略を立てる。
- ・さらに、現場計測を可能にする前処理プロセスのオンチップ化技術に挑戦し、要素技術体系を構築する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・日常生活行動を計測するためのウェアラブル・センシング技術を開発する。高齢者等の動作特性及び感覚特性に関する計測法を開発し、外部関連機関と連携して人間特性データベースの構築を行うとともに、情報環境における人間の注意・認知機構の解明を通じて人間

の認知行動モデルを構築する。さらに、人間特性に基づく製品適合性評価方法を開発し、環境設計等に資する標準情報を提案する。

《平成16年度計画》

- 日常生活でのストレス状態を生理信号や認知行動パフォーマンスから評価する技術を構築する。また、日常生活の中でストレス評価を行うことができる心拍揺らぎ解析を用いたウェアラブルセンサを開発する。
- 住宅内の生活行動情報を用いた各部屋の人数推定技術および映像を用いない生活動線抽出技術を開発する。そして生活異変状態の自動分類手法を開発する。
- 生活環境が人間の認知・行動に与える影響を調べ経路選択モデルの改良を進め、日常生活環境でも利用できる経路選択予測モデルを構築する。
- 運動ストレスに対する心臓循環器系の応答特性の年齢効果を明らかにし、運動負荷に対する心臓循環器系の応答モデルを開発する。
- 色視野について高齢者、若年者で計測を行い、色及び輝度情報に関する有効視野データを確立し、明るさ、文字、視野という視覚基本特性に関する高齢者データベースを100名規模で確立する。低周波の聴力特性を確立し、最終的に低周波から高周波までの基本聴覚特性を確立し、音響や騒音の評価に活用する。温熱環境の温冷感に係わる年齢効果に関するデータベースを完成させる。
- これらのデータを基に、ISO ガイド71の技術ガイドラインの原案を作成する。
- 安全性から見た道路の視覚情報の提示法、睡眠を含めた総合的温熱環境評価法、視覚障害者用障害物知覚訓練システムを開発し、人間の感覚特性に基づいた環境設計手法を確立する。
- 平成15年度に収集した製品ユーザビリティに関する基礎的なデータを拡充し、相関関係の分析を進め、製品適合性評価技術システムの設計に必要な高齢者活動状態の評価方法を構成する。触覚計測アルゴリズムを改変して、触覚手がかりの触認性と計測量との関係を明らかにする。
- 追従運転や後方確認行動など幾つかの運転タスクを対象として、運転支援システムに適用可能な通常運転行動モデルを構築し、運転支援の観点からその有用性を評価する。また運転模擬装置を用いて、分かりやすさや走行しやすさなどの観点から道路上の視線誘導灯の設置間隔や作動方式などの評価を行い、設置基準の案を作成する。
- 高齢者を含むユーザーが環境中の視覚情報を認知する際の注意の働きに関するこれまでの研究成果を統合し、概念モデルを提案するとともに、モデルに基づいて注意特性に関する視覚情報提示設計ガイドラインの項目を整理し提案する。また、脳波と行動の相関の解析を行うことによって、行動から注意状態を推定するため

の技術を確立する。

- ウェブ認知ウォークスルーの問題点予測法、解決法の評価を行う。語彙データベースに基づくウェブコンテンツの指標化技術のプロトタイプを構築する。
- 入力系としては、平成15年度に抽出した特徴の定量化に基づき、コンピュータマウスによるポインティングタスク全般について把持力のインターフェース的価値の体系化・理論化を行う。出力系としては、人間の認知特性を利用した効率的な力覚形状呈示アルゴリズムを開発する。対話系としては、視線理解の変化が生じるメカニズムを認知モデルという形にまとめる。

(1)-2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現

高性能化する情報通信環境を活用して、時間や場所の制約を受けずに、必要とする情報・知識を誰もが自由自在に創造、流通、共有できる高度な情報通信社会の実現を目指しヒューマンインターフェース技術、どこでも安全に繋がる情報ネットワーク技術を追求するネットワーク関連技術、膨大な情報の処理を容易に行う高度コンピューティング技術、またそれらの元となる情報化基盤技術を中心に、さらに人間にとってそれらが使い易いものになるように、以下の重点研究項目について研究開発を推進する。

(1)-2-① ヒューマンインターフェース技術

高度情報化社会の恩恵を誰もが受けられるように、情報システムが人間の表現を読みとり人間に合わせる技術、知能情報技術と実世界に働きかけるシステムとの融合技術、位置と状況に基づく次世代個人通信システム技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- 人が生活する空間で人と安全に共存し、人に物理的サービスおよび心理的サービスを提供する知能システムの実現を目的として、人間共存ロボット技術と自律化技術の開発を行う。また、ウェアラブルコンピュータ等、最新のIT技術を駆使した情報システムにアクセスする方法を、視覚、音声等を用いて容易にする次世代のヒューマンインターフェース技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ユビキタステレオビジョンについては、アルゴリズムの改良とともに、よりローカルな小型コンピュータに機能を分散することで、安価でかつ高速なシステム化を行い、企業への技術移転を行う。
- Weavyについては、製品（実世界リンクビジュアルインターフェース開発キット）からのフィードバックに基づいた技術改良を実施し、新しいニーズを捕まえる。パーソナルポジショニングの精度向上、認識動作の追加、個人差対応性向上を実現する。WACLによる遠隔作業支援システムでの作業支援効果を評価する。
- パロの販売を行い、国内外にロボット・セラピーの展開を始める。

- ・没入型3次元ディスプレイを用いた情報操作環境を構築し、描写能力および操作性について評価実験を行う。また、このためのコンテンツ開発および形状計測技術、3D 情報欠損部補完手法の開発を行い、応用分野を開拓する。今後に向けて、動きのある立体形状の計測技術については、超高速3次元計測システムの研究に着手する。
- ・多言語音声処理では、音声検索システムを、テレビ放送を対象としたシステムに発展させ、より実用に近い形で有効性を実証する。雑音環境下音声認識では、マイクアレイによる音源分離、独自開発の特徴量補正、AR-HMM による環境雑音認識を統合し、総合システムの有効性を実証する。さらに、音声合成も含めた音声対話技術の成果を企業に技術移転する。
- ・分類学習では、ユーザーの分類履歴から学習した分類基準に基づいて、電子メールや Web ページを自動的に分類し、ユーザーからの求めに応じて、分類の根拠を提示し、ユーザーからの指示に基づいて分類基準を修正できるような知的インタフェースシステムの開発を行う。乳房の複数種検査画像情報を医師がより診断しやすくするための知的インタフェースシステム構築のため、異種検査画像間での乳房部位対応付けモデルの開発を行う。
- ・平成15年度に引き続き産総研コンソーシアム「ALTAC」を運営し、先進自家用飛行船等の実用化の道を探る。NEDO 基盤促の無人動力気球による世界初の成層圏定点滞空飛行に再度挑戦する。
- ・NEDO プロジェクトの高齢者運転支援において、1人乗りの電気自動車を対象とし、被支援者が運転するゲスト車と支援者が運転するホスト車の2台の車両間協調による運転支援のために、車両接近操縦のための操作支援アルゴリズムと支援表示装置を試作し、実車を用いた総合実験を行い、アルゴリズムと装置の有効性を確認する。
- ・屋外不定形物体操作技術では連続作業を自律的に行う実験システムを構築する。また要素技術の実機への実装を開始する。
- ・人道的対人地雷撤去技術では、試作した移動機構に対して、地雷を起爆しない土中圧力を確保する移動制御手法を開発するとともに、自己位置検出技術を搭載し、屋外環境での自律移動を目指す。自律型小型無人ヘリコプターに関しては高耐外乱制御の研究を進め、自動離着陸を含む自律飛行を実現する。
- ・移動プラットフォームをベースに屋外環境を安全かつ自律的に移動するための技術に関する実証的な研究を行うとともにその利用分野の開拓を図る。
- ・高エネ研との共同研究のため、実際の X 線ビームラインでの60-80ミクロン程度の蛋白質結晶自動ハンドリングシステムを構築し、前年まで提案してきた手法の検証を行う。また、透明体をより確実に認識するために、蛍光観察手法を取り入れ、検証を行う。
- ・外界に関するセンサ情報に応じて運動と構造を自律的に適応・選択して行動する方式を開発する。また、これまでに開発した自己組織ロボットのモジュールにより実験的に検証する。小規模の外界の変化には歩容変化などで適応的に対応し、大局的な変化には構造を選択して目標点に到達することを確認する。
- ・力制御を用いたスピニング加工法について加工条件データの収集を行い加工特性を調べる。非軸対称形状の成形法に関して加工時間短縮のための改良を加え、企業と連携して加工機のプロトタイプを開発する。
- ・情報統合を用いたロボスト音声インターフェースをヒューマノイド HRP-2に搭載し、実環境での評価を行う。数値目標としては、ロボットが静止した状態で、SNR 0dB の環境で、単語認識率80-90%を目標とする。これに伴い平成15年度から引き続いて、ロボット搭載用リアルタイムハードウェアを開発し HRP-2に搭載するとともに、年度内に有償配布を開始する。
- ・情報統合における画像を用いた人物追跡では、人物発見機能及び人物追跡機能を強化し、画像中に3人程度の人物が現れたり消えたりする状況において、人物を発見し追跡することを実現する。
- ・情報統合を用いた音源追跡・分離については、移動中の音源に対し、これを追跡し、さらに分離する手法を開発する。非言語情報を用いた音声インターフェース支援については、「音声補完」、「音声シフト」に続く新たな音声インターフェースの提案として、一切ボタン操作をせずに発話開始を指定できる機能等を開発する。
- ・会議録収録・再生システムの研究・開発に着手する。H16年度は、マイクロホンアレイ及びカメラアレイを用いた基礎データの収集、話し言葉の音声認識の高精度化、会議録を音声と画像で再生するブラウザを開発する。
- ・音声、視覚の情報統合を用いたインターフェースを開発し、話者が静止した状況では、高雑音環境下でも高い音声認識率が達成し、中期目標を達成する。
- ・現状の計算機の便利さを保ちつつ、現状のシステムの問題点を考え直し、いつでもどこでも誰でも計算機やネットワークを活用できるためのユニバーサルなインターフェースシステムを開発を行う。
- ・平成15年度に開発した実世界指向入力装置「MouseField」及びインターネット上の情報を検索する「近傍検索システム」を組み合わせることにより、実世界のあらゆるものを自由に検索したり情報を追加/編集したりすることが可能にする「実世界近傍検索システム」の実装及び評価を行う。また実世界近傍検索システムを実現するための入出力デバイスの開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・人間型ロボットの性能向上と新応用分野発掘に関わる研究を行い、ヒューマノイドロボット技術を開発する。また、人の作業知能を情報システムにインプリメントし、プラント点検、保守等をはじめ、より知的な作業システムを構築するためのタスクインテリジェンス技術を確立する。さらに、3次元視覚システムの高度化の研究を行い、各種産業における実用化技術を確立する。

《平成16年度計画》

- ・RT ミドルウェア研究開発に関しては、RT 協調要素のモジュール化を進め、実証システムを構築し、総合評価実験を行う。プラント保守ロボットシステムに関しては人間による操縦データから作業に必要な動作を技能として抽出し、蓄積していく手法の開発を行う。
- ・3次元視覚機能に関しては、多視点観測による幾何モデルの生成の事例として、空中撮影による3次元環境マップ生成システムを対象に、アクティブステレオカメラによる注視型空中撮影システム、移動パラメータのセルフキャリブレーションによる高精度距離計測システム等を開発する。
- ・滑り易い路面上の歩行については、実験による検証を完了する。腕と脚を併用した動作については、腕によって体を支えつつ作業する動作を実現する。防塵・防滴処理が施されバッテリーで長時間稼動するロボットの試作機を開発する。狭隘部潜り抜け動作を視覚を用いて実現する。

【中期計画（参考）】

- ・誰でもどこでも高度な情報支援が受けられるという社会において、情報弱者のサポート、プライバシーの保護、情報洪水の解消を実現する知的情報サービスシステムの実現を目的として、状況依存通信ソフトウェア技術と位置による通信を用いた携帯端末・インフラ技術と、電子データを構造化し有用な情報をユーザーの状況に応じて提供する技術を用いた、次世代個人通信システムを開発する。

《平成16年度計画》

- ・平成16年度にはこれまでにこなって来た「位置に基づく通信技術の研究」の意義をまとめ、現状技術を整理し、未解決課題を洗い出す。
- ・ID 発信機能を有する超低消費電力通信端末を用いた、位置に基づく情報サービスシステムのプロトタイプを実装する。
- ・意味に基づく情報検索は一般利用者向けの試験運用を行い、同時にそのログのマイニングを行う。セマンティックオーサリングについては、グラフィカルなオーサリングのインターフェースと文章生成機能とを統合し、実用レベルのシステムを作成する。屋内での移動履歴からのユーザーモデリングとその利用法の基本的な枠組を確立する。また、実装に関して企業と共同研究を進め、2004年初頭にプロトタイプシステムを実現

する予定。MPEG-7における国際標準化も2004年前半に達成する。

- ・CONSORTS アーキテクチャにおいて、サービス適応からさらにサービス合成へと研究開発を進める。
- ・群ユーザー支援に関して、道路・通路等の混雑を抑制しつつ多数のユーザーを同時にナビゲートするためのアルゴリズムを開発し、その効果をシミュレーションで確認する。

(1)-2-② ネットワーク関連技術

情報通信ネットワークを用いた多様な活動が、安全かつ自在に行える社会の実現を目的として、プログラムコードの安全性を検証し、ハードウェアの違いを吸収して異なる計算機の上で実行でき、ネットワーク上の計算機資源に効率的にアクセス可能とする技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・情報システムを活用した行政情報へのアクセスが安全かつ容易に行えるよう電子政府の実現に必要とされ情報セキュリティ技術を研究する。そのために組織運営とソフトウェア技術のバランスの取れた方法を開発する。また、セキュリティホール（脆弱性）の主要原因となりつつある、http を用いた不正アクセスを防止する方法を研究し、モバイルコードに対するセキュリティ技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、内閣官房情報セキュリティ対策推進室と連携しつつ、電子政府の情報セキュリティレベルの向上について貢献を行う。暗号強度評価では、昨年度に引き続き、暗号技術監視委員会活動を通じて貢献する。暗号プロトコルの安全性評価において、具体的には証明可能安全性の定式化、および安全性評価法の確立を目指す。セキュリティ情報集約技術では、他組織（CRL、IPA など）と協調しながら、脆弱性情報を中心とするセキュリティ関連情報の分析・蓄積・活用を支援するシステムの開発に着手する。またバグレポートや脆弱性報告などの情報を統合して提供する開発環境基盤の開発に着手する。
- ・システム検証の数理的技法に関する事例研究と学術研究を引き続き進め、この分野の総合的な研究活動を展開する。事例研究に関しては、
  - 1) 数理的技法を用いた電力メーター組込ソフトウェア開発の生産性向上
  - 2) 産総研イントラシステムの検証
  - 3) 数理的技法を用いた車載ソフトウェア開発の生産性向上
  - 4) 鉄道信号システムの検証を行う。
- ・学術研究に関しては
  - 1) 刺激応答型システムに関する抽象化の数理モデル構築
  - 2) 抽象化算法の開発
  - 3) AC 木構造オートマトンの検証への応用

- 4) 定理証明やモデル検査を含む統合環境の構築
- 5) テーブル表現による検証技法の研究などに取り組む。

#### (1)-2-③ 高度コンピューティング技術

膨大な情報を高速に分析、処理して、それを蓄積し、さらに検索する技術の実現を目的として、高度コンピューティング技術を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・統計情報と物理計算の融合により、100残基級のタンパク質立体構造について、サブマイクロ秒の挙動を分子動力学法計算で、またサブミリ秒の挙動を知識情報処理との融合による推定で、解析可能なシステムを開発する。大規模ゲノム配列からの遺伝子領域と機能の予測を目的として、100Mb 級の配列の高精度な注釈付けが行える高速な配列情報解析システムを開発する。タンパク質構造予測、ゲノム配列解析については現状の100倍以上高速化する。細胞内での遺伝子制御ネットワークや代謝ネットワークなどの高速なモデリングを可能とするため、1,000要素級の細胞シミュレータ・システムを開発する。

##### 《平成16年度計画》

- ・従来の方法に加え、比較ゲノム情報を用いた遺伝子予測システムを開発する。次項に記述する確率モデルに基づく遺伝子発見手法との統合を図りながら、大規模ゲノム配列の高精度な注釈を行えるシステムとして完成させる。また選択的スプライシング、選択的転写開始部位のデータベースを作成し一般公開を目指す。応用を目指した適応度地形理論の拡張を図る。
- ・機能 RNA の予測技術の向上に取り組む。カーネル法の応用対象を広げ、ゲノム、プロテオームの多元的なデータに適用する。真核生物の遺伝子予測システムを改良し、様々な手がかりからより精密な予測ができるシステムの開発を行う。麹菌ゲノムのデータベースを構築して公開する。パスウェイデータベースを整備拡充する。また Transfection array などによる遺伝子の時系列発現データから、遺伝子ネットワークのダイナミックなモデルを自動生成するアルゴリズムを開発し、観測からネットワーク構造の決定までを行う一連のデータ処理システムを開発する。さらにネットワークの可視化、データベース、転写因子結合部位推定との連携を図る。
- ・GPCR 配列から、G タンパク質選択性を予測するプログラムを完成する。これにはリガンド-GPCR-G タンパク質の物理化学的性質を考慮し、また SVM など数理モデルの方法を利用する。これを基に SEVENS データベースの Orphan 受容体の機能を全て予測する。SEVENS データベースに上記の分類情報、リガンド、G タンパク質種情報、および SNP、質量分析、EST 等の実験情報を追加整備する。また、ゲノム配列が明らかになった全生物種の情報も追加する。

- ・ $\beta$ シート型膜タンパク質を構造特徴量を考慮するとともにニューラルネットを応用して、配列から判別するシステム TM-beta-net を Web 公開する。このシステムをゲノム配列が明らかになった全生物種に応用する。また、独自の膜タンパク質立体構造データベースを構築する（残基間相互作用、安定性情報を付加）。
- ・平成15年度から整備中の脂質データベースおよび外部公開データを基に、各オルガネラ膜ごとの脂質分子種の存在割合を調査し、膜の物理的特徴量の違いを利用してオルガネラ膜への局在性を予測する方法を開発する。平成15年度にゴルジ装置の膜タンパク質判別法を確立したが、これをミトコンドリア膜、小胞体膜等へ応用する。
- ・平成15年度に構築した選択的スプライスに関するデータセットを整備し公開する。データセット中の選択的スプライス産物から膜タンパク質を抽出し、選択的スプライスによる機能・構造（膜貫通ヘリックスの本数）などを網羅的にまとめる。
- ・GENIUS II の更新、維持をさらに推し進める。まず、膜タンパク質立体構造帰属の機能を追加し、現在200種を越える生物種のゲノムに適用する。また、ヒトゲノム配列で予測した遺伝子も解析する。
- ・スレディング法と相同性モデリング法の統合的アプローチでは、平成15年度に多くの成果が出たが、平成16年度も引き続き生物学的に重要あるいは創薬ターゲットとなる系についてモデリングの実績を重ねていく。また中期計画の目標を達成するために、アブイニシオ予測との融合利用を図り、一般的に利用できる立体構造予測システムとしてのまとめを行う。
- ・生体内の遺伝子発現の時系列データ（実データ）に対して、遺伝子制御ネットワーク推定アルゴリズムを適用し、アルゴリズムの適用可能範囲を特定する。
- ・ユーザーアカウント方法や、負荷分散方法などをシステムに取り込み、大規模な公的サービスとしての運用を開始する。
- ・質量イメージング・デバイスの調整及びサンプル調整法を検討し、細胞・組織内の物質分布の網羅的イメージングの実証実験を行う。
- ・情報科学的知識を動員して、高効率・高分解能に DNA 上のメチル化部位を特定する DNA チップデザイン方法を確立する。
- ・酵素活性部位データベースは、登録件数を増やしつつ一般公開を目指す。機能構造データベース、結合による構造変化部位データベースは、試験公開の結果を考慮して改良を行う。また、進化的構造変化部位データベース・構造的揺らぎデータベースの構築を行い、相互の連携を持つシステムの構築を図る。さらに、それらのデータを用い構造変化・機能部位予測の研究を開始する。また、分子動力学シミュレーションを行い、タンパク質の構造変化のメカニズムの解明を目指す。

- FORTE プログラムを中心としたシステムを用いて、タンパク質立体構造予測コンテスト CASP6/CAFASP4へ参加し、高評価を目指す。コンテスト終了後は、コンテスト結果や LiveBench の評価に基づいて更なるプログラムの改善を続けながら、ゲノム配列の構造アノテーションや、特定のタンパク質ファミリー解析への応用を実施する。
- 平成15年度の実績をもとに GPCR に特化したモデリングからドッキング計算までのプロセスをシステム化し、Structure-Based Drug Design の基盤技術としての確立を図る。さらに解析対象である GPCR をゲノムワイド、もしくは創薬ターゲット指向で展開する。CLAMP システムについては、ゲノム配列からのチャネルおよび輸送型膜タンパク質発見、創薬ターゲット選択への応用を実施する。
- モチーフ抽出サーバをより充実させ、例えば製薬会社が社内ネットで使用できるレベルのものに磨きあげることを目標とする。また、平成15年度に開発したモチーフ抽出の理論的な成果の有用性を測るテストベッドとして活かすことを目指す。平成15年度に初期設計した cell montage システムを充実させ、医学関係者や研究者に役立つシステムの構築を目指す。具体的には検索データ件数と細胞種を増やし、検索エンジンの性能を向上させる。発現データだけでなく、タンパク質同士の大規模な相互作用実験データに対して、グラフ解析を適応するための解析システムを構築する。さらに局在部位情報や機能モチーフ情報を活かしてより精度の高い解析を目指す。また、オーソログ遺伝子を介して他生物の実験データも参照できるシステムを設計する。

#### 【中期計画（参考）】

- 科学・工学・社会において飛躍的に増大した情報量を処理できる情報インフラの実現と、実際の産業活動における大規模科学技術計算として生産・加工・設計・製造等の産業基盤での利用に向けて、並列・分散環境での高性能計算機システム利用技術の普及、新たなビジネスモデルの創成、世界的な中核研究拠点となることを目的として、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術との融合を図るための技術を開発し、世界的な標準化構築のための技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- 世界的標準構築のために、GridRPC に基づく Ninf-G2の機能・性能の検証及び動作の安定化、グリッド上の MPI 実行ライブラリ GridMPI の最適通信機構の実現や通信遅延を考慮した TCP/IP の実装、及び動作安定化などの改良を行い、並列・分散環境での高性能計算を行うための環境を確立するとともに、グリッド上の広域ファイルシステムの高度化を行う。また、グリッド ASP 実証試験などを通して、グリッド技術によるビジネスモデルの創成を目指す。

- リアルタイムイーサネットについては、同プロトコルが組込可能なギガビットイーサボードを開発し、実機での性能検証を行う。ART-Linux についても、ハードウェアによるリアルタイムサポート機能を実装するための FPGA プログラミング環境を整備し、同サポートを組み込んだプロセッサのエミュレーションによりリアルタイム性能の向上を実証する。ヒューマノイドロボット応用については、次世代の分散制御型ロボットについて、リアルタイムイーサネットやリアルタイム MPI の性能がその要求値を満たすことを検証する。

#### (1)-2-④ 情報化基盤技術

今後ますます増大する情報通信技術の高度化のニーズに対応し、技術の発展を維持していくため、次世代半導体技術、デバイス技術、ソフトウェア技術等の共通基盤技術を開発すると同時に、萌芽的な研究課題の発掘、発信を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- 強相関電子の概念を中核とした、革新的な電子技術を創成し、新科学技術分野創成をするような独創的成果を挙げることを目的に、強相関電子系相制御技術、超格子物質・接合作製技術、極限スピン計測技術、強相関デバイスプロセス要素技術、強相関フォトニクス物質、量子位相制御理論、などの強相関電子技術の基礎を解明する。これによって、世界の学界・産業界に向けて強相関電子技術の学理的成果の発信を行うとともに、強相関電子技術開発における現実的課題を解明する。

#### 《平成16年度計画》

- 室温より充分に高い温度で、電荷・軌道整列を起こすマンガン酸化物系を新たに開拓する。これによって室温域での電界・光による相制御の可能性を確認する。
- A サイト固溶系ペロブスカイト型マンガン酸化物系での電荷・軌道整列絶縁体相におけるスピン・電荷・軌道秩序状態の異方性を、高圧下・磁場下での交流磁化測定、X 線散乱、ラマン散乱測定によって明らかにする。これによって、CMR 状態の電子論的特徴について定量的結論を得る。
- 水素結合相互作用を利用した有機強誘電材料について、構造変化に伴う巨大な誘電応答を示す物質を開発し、また結晶中でのプロトン移動による新奇な物性を発現しうる物質を開拓する。
- 有機モット絶縁体単結晶を用いた電界効果トランジスタ（モットトランジスタ）素子において、有機モット絶縁体の電子状態制御、強相関電子による光制御などの新しいデバイス物理の探求を進める。また、有機薄膜トランジスタ素子の伝導機能を解明する。
- 極低温（4K）・高圧力（20Gpa）の環境下における単結晶 X 線構造解析システムを確立して、有機単結晶の電子相転移物性（超伝導・価数転移・水素移動など）

- の解明に資する。
- ・軌道状態の制御、モット転移、強誘電転移の臨界挙動などを念頭に、量子臨界相の開拓と学理解明を継続する。ブリッジマン型の圧力セルと希釈冷凍機を組み合わせることで、100mK、10GPa の極限環境を実現する。
  - ・量子臨界相制御が可能となる物質の発掘・探索を推進する。
  - ・酸化物電子材料を用いた FET 構成技術の向上を図ると同時に、これまでの技術的蓄積を活用して、物質横断的に酸化物・硫化物・分子性結晶などをベースとした FET デバイス構造を作製し、動作させる。これらエキゾチックな FET のデバイス動作学理を解明する。
  - ・強磁性マンガ氧化物において、光によって励起されるコヒーレントな磁化回転現象（歳差運動）を探索する。励起条件の変化や磁場の印加によって歳差運動の制御を試みる。
  - ・ペロブスカイト型マンガ氧化物において、レーザー照射によって生成された永続的な電子相の性質を、反射測定、電気抵抗測定を中心に調べ、光メモリーとしての可能性を探索する。
  - ・フェムト秒分光測定を用いて、コバルト酸化物における光キャリアのダイナミクスの変化を広範囲の温度領域にわたって測定する。得られた緩和ダイナミクスの変化と電子（スピン）状態の変化の相関をもとに、スピン系が関与した超高速緩和の機構を実証する。
  - ・平成15年度に引き続き、強磁性体において光で誘起されるスピンドイナミクスに関して、時間分解光磁気カー効果の測定とその解析を進め、磁化減少の時間と結晶磁気異方性との相関を実証する。フェリ磁性体を含めて、スピン制御に適する物質の探索を進める。
  - ・エレクトロルミネッセンス（電界発光）を示す有機物質において、磁場印加による発光特性の制御が可能な物質系を探索し、また発光変化による磁場検知の可能性について検討する。
  - ・強磁性体と絶縁体の原子平坦界面におけるスピン偏極の擾乱を磁化誘起第二高調波発生で定量的に評価する手法を用いて、強磁性体や絶縁体の種類を様々に変化させたり、界面原子積層シーケンスを人為的に変化させたヘテロ界面の磁性を評価する。この知見をもとに、磁性の擾乱要因を明らかにして強靱界面の設計指針を確立し、実際に強靱磁性界面を構築する。
  - ・同一結晶構造を持つ基板と薄膜の界面エネルギーによるエピタキシャル安定化を用いて、天然には存在しない化合物を単結晶薄膜として合成する技術をさらに他の物質系に展開する。巨大非線形光学効果の顕著な  $\text{Sr}_2\text{CuO}_3$  など一次元構造を有する化合物を Co や Ni 系に展開するとともに、 $\text{K}_2\text{NiF}_4$  型二次元化合物を超格子化して人為的の一次元構造を構築し、電子構造を明らかにして非線形光学効果を評価する。
  - ・強相関絶縁体物質では電場の印加により抵抗の可逆で劇的な変化が誘起されることが知られている。この現象をメモリーとして使用する提案が成されて活発な研究が行われているが、多結晶薄膜を用いた研究が先行し、その原理や機構が明らかにされていない。原子レベルで制御したエピタキシャル薄膜やヘテロ接合を用いて電場誘起抵抗変化を系統的に調べ、抵抗スイッチの原因を明らかにするとともに、デバイスに好適な界面設計指針を明らかにする。
  - ・強相関デバイスプロセス要素技術に関し、以下の研究開発を進める。
    - 1) 標準プロセス技術では、遷移金属酸化物系ランブエッジ型スピントネル接合の作製に向け、トンネル障壁形成技術の開発を進めるとともに、感光性ポリイミド層間絶縁層を用いた多層積層構造平坦化技術を開発する。アドバンスドプロセス技術では、電子ビーム直接描画技術と微細加工技術の最適化により100nm 以下のチャンネル長を有する遷移金属酸化物系デバイスのプロセス技術を開発する。
    - 2) 強相関デバイス研究については、トンネルデバイスでは、強相関界面エンジニアリング手法の高度化を進めることにより、トンネル障壁層の最適化技術、界面磁性の制御技術を確立し、スピントネル接合特性の高機能化を行う。
  - ・巨大抵抗変化（CER）効果デバイスでは、種々の強相関材料に対するデバイス構造を作製し、その特性を評価することにより、より優れた CER 機能の探索と機能解明を行う。
  - ・スピン注入デバイスでは、電極と有機チャンネル層の界面制御技術を開発し、スピン注入の機能解明と性能向上を行う。
  - ・スピン流の物理的性質、特に不純物散乱や電子間散乱の効果を検討し、より現実的な系での応用を考察する。また、ギャップがある絶縁体系でのスピン流生成の機構を提案する。巨大電気磁気効果の新しい機構を提案し、第一原理計算による物質設計を進める。
  - ・1次元的な軌道系の量子ダイナミクスの研究を進め、ラマン散乱などの物理量を計算し、実験との共同研究を進める。また、量子フォノンとの結合を取り入れ、バンドバイブロニック効果を調べる。
  - ・CMR の概念を、他の物理系に拡張し、巨大応答の一般論を構築する。具体的には、スピンパイエルス系などの量子スピン系、有機超伝導体における、磁性と超伝導の競合などのテーマを研究する。
- 【中期計画（参考）】
- ・特性寸法70nm 以下の極微細トランジスタおよびその集積化に必要な新材料（高、低誘電率絶縁膜、電極）・プロセス技術、それらの計測解析技術、要素デバイス構造ならびに回路構成技術等について、関連する基礎現象の解明も含めて開発する。

## 《平成16年度計画》

- ・メタルゲート電極/高誘電率ゲート絶縁膜を微細トランジスタのゲートスタックに用いるために、スタック構造のエッチング技術および、メタルや高誘電率ゲート絶縁膜のコンタミネーションコントロール技術を開発する。
- ・高誘電率ゲート絶縁膜に適合し、トランジスタのしきい値制御が可能なメタルゲート電極用新材料を開発する。高誘電率ゲート絶縁膜とその表面保護層の連続成膜技術、高誘電率ゲート絶縁膜表面に付着した有機炭素の除去技術及び高誘電率ゲート絶縁膜最表面の欠陥低減処理技術を開発する。
- ・第一期に開発したポーラスシリカ Low-k ( $k \leq 2.0$ ) 膜の構造強化技術を確立して、実用性を実証する。また、プラズマ共重合材料の高強度化、Low-k 化 ( $k < 2.4$ ) を行う。以上の成膜技術・材料処理技術を統合して、より Low-k 化が図れるスケラブル Low-k 材料の新気相成膜技術を提案し、その概念実証を行う。
- ・配線モジュールの要素プロセス技術として、Low-k 材料のプラズマダメージ評価技術を確立し、低損傷プラズマプロセス装置を開発する。第一期に開発した分析評価技術を高精度化し、Low-k 材料のポア径分布計測および機械強度計測についての in-line 測定装置を開発する。また、ポアのシール性評価技術を確立する。
- ・短距離飛行管群方式の飛行時間型 EUPS (極紫外光電子スペクトル) 測定装置を試作し、光電子捕集技術を開発して大口径ウェハの局所組成分析を実現する。
- ・錫微粒子群をターゲットとする新方式のレーザープラズマ光源を開発し、EUV リソグラフィ用光源としての可能性を実証する。
- ・寸法計測精度 0.5-0.3nm の CD-AFM プローブ技術を開発する。
- ・大口径ウェハにパターンエッジラフネスの小さな測長基準パターンを形成するために、ウェハ全面に均一にパターン形成できる光インプリント装置を開発する。
- ・深紫外 (DUV) 光を用いるマスク検査装置の反射型検出光学系を設計・試作し、透過および反射検査光を用いた信号処理アルゴリズムを開発して、DUV 光による 30nm サイズのマスク欠陥検査技術を開発する。
- ・32nm 以細のノードで有効性を発揮する立体構造素子について、ひずみ Si などの新チャネル材料に適合した新デバイス構造を提案し、試作によりその動作確認を行う。そのために必要な、コンタクト形成などの材料・プロセス技術を開発する。
- ・走査プローブ技術を用いて、10nm の空間分解能で不純物ドーピングプロファイルを計測する手法および 50nm の空間分解能で Si の応力分布を計測する手法を開発する。
- ・200ミリのひずみ SOI 基板を開発し、チャネル長サ

- ブ100nm のひずみ SOI-CMOS を試作して、インテグレーション課題を明確にすると共に素子性能を実証する。また、32nm 以細のノードの要求性能を満たすために、高 Ge 濃度の SiGe チャネル SGOI (SiGe-on-Insulator)-MOSFET や Ge チャネル GOI (Ge-on-Insulator)-MOSFET の開発に着手し、Ge 系チャネルに適したゲート絶縁膜を開発する。
- ・LSI の低消費電力化の基本要素回路、および自律調整を可能にするビルトインセルフテスト-BIST 機能の基本構成方式を開発する。高速データ転送技術を応用した高速動作 (5GHz 目標) の FPGA を試作し性能実証する。また、LSI の製造後調整技術を実用化するため、基本的な支援 EDA ツールとして、プログラマブル遅延回路の自動挿入ツール、遅延調整シミュレータ、調整用テストデータ生成ツールを開発する。さらに、遺伝的アルゴリズムを用いて MOSFET モデルの高精度パラメータフィッティングを行う技術を開発する。
- ・新デバイス技術の研究開発に関しては、しきい値電圧のフレキシブル制御などの XMOS 集積用基本回路技術を確立する。また、XMOS 回路シミュレーション用デバイスモデルを完成させ、商用シミュレータに組み込む。さらに、XMOS をベースとした消費電力と回路構成の両方を制御可能な Flex Power FPGA の設計最適化を進め、回路レベルの詳細設計を行う。
- ・新ゲート電極/絶縁材料の研究開発に関しては、超臨界流体を用いた新規堆積法により High-K ゲート絶縁膜を成膜して MOSFET を試作評価し、半導体プロセスとしての有用性を実証する。高導電性金属酸化物材料については、MOSFET ゲートに適用し評価する。
- ・ナノスケール評価技術の研究開発に関しては、平成15年度までに開発したナノプロービング技術を XMOS 構造およびプロセスの評価に適用し、極微細素子評価法としての有効性を実証する。

## 【中期計画 (参考)】

- ・画像表示デバイス (自発光型、画素数 16×16 以上) と制御回路をシリコン基板上に一体集積化する技術、ならびにチップレベルの高密度実装に関する要素技術を開発する。

## 《平成16年度計画》

- ・自発光型オンチップ・ディスプレイの研究に関しては、16×16以上の画素で構成され、大面積化が可能な多結晶シリコン TFT を混載した自発光型ディスプレイパネルを試作する。
- ・3次元多層配線技術の研究に関しては、平成15年度までに開発した微細多層配線インターポーザを実際に光電気変換モジュールの実装に適用し、毎秒10G ビット以上の高速デジタル信号伝送を実証する。

## 【中期計画 (参考)】

- ・従来、光学で不可能であった10nm オーダーに至る高

解像度の実現とその工学的な応用、新規産業の創出を目的として、近接場光を用いて情報記録を微細領域で可能とする技術を確立する。

《平成16年度計画》

- ・スーパーレンズの第一期共同研究（5年）の研究成果を用いて、青色レーザー光源によるスーパーレンズ光ディスクシステムの実用化に向けた検討を行う。すでに信号強度は50nmでも十分感度（CNR>40dB）があるが、実用化に向けた課題としての信号 Jitter<15%、アイパターン再生信号の実現、最終的には画像の実記録・再生を目標とする。
- ・共同研究企業と共に、実際の光ディスクマスタリング装置を用いて、高密度記録用光ディスクスタンプの試作を行うと共に、ピット形成型熱リソグラフィ法の実用化に向けた問題点の抽出を行う（目標：ピット高>30nm、アスペクト比>1:1）。

【中期計画（参考）】

- ・人類社会が地球規模で情報技術を活用し、その恩恵に浴するためには必要不可欠な情報技術の実現のためには、情報技術が人類社会の持つ多様性に対応できなければならない。そのために、公共性と中立性の高いソフトウェアを開発し、多言語情報処理技術では、言語文化の多様性に対応する技術、グローバルソフトウェア技術では、ソフトウェアの利用形態や開発体制の多様性に対応する技術を確立する。

《平成16年度計画》

- ・オープンソースデスクトップを導入する計画では、業務系クライアントにオープンソースデスクトップを導入する実験を実施し、現状において導入するうえでの問題点などを明らかにすることによって、更なるオープンソースデスクトップ環境の改善を行う。
- ・多言語情報処理技術の研究では、平成15年度に開発したCライブラリレベル、Xライブラリレベルのm17nライブラリの上に、グラフィカルユーザーインターフェースを構築するためのツールキットの開発を行う。Free Standard Groupとの協力によってm17nライブラリの普及（アプリケーションプログラマーの獲得）に努める。
- ・拡張可能システム技術では、差分ベースモジュール機構を有するアスペクト指向言語 MixJuice のデモプログラムの Web 上での公開を行う。
- ・実用システム（DeleGate）としての拡張や修正を継続する無償配布と商用利用を整合させながら普及を進める。Java への変換等により安全な実行と移植性の向上を同時に満たす実装法を試みる。
- ・HORB は C#言語などの多言語をサポートする枠組みを実現し、組込み機器向けの機能を強化する。また、プログラムやドキュメントの品質向上を図る。
- ・追記ファイルシステムを作製し、書き換え不可のKNOPPIXを用いても、ユーザーからアプリケーション

の更新を可能にする。

- ・実装した HOL-CSP について会議等で発表するとともに、HOL-CSP のマニュアルを作成して Web 等により公開する。また、より使い易いツールとするための改善を続ける。さらに HOL-CSP の有効性を示すために、ウェールズ大学スウォンジー校と共同で電子支払いシステム（EP2）の仕様を検証する。

(1)-3. 環境と調和した経済社会システムの構築

環境の保全と経済社会活動とが調和した持続的な循環型経済社会システムの構築に向けて、化学物質のリスクを極小化・管理するための科学物質安全管理技術、資源の有効利用と廃棄物の減量化・資源循環を目指した資源循環・廃棄物対策技術（低環境負荷型材料開発を含む）、オゾン層破壊・地球温暖化対策技術、製品のライフサイクル全体を考えた環境負荷評価技術、持続可能な経済社会を実現するための低環境負荷型化学プロセス技術の研究開発を推進するものとする。

(1)-3-① 化学物質安全管理技術

化学物質のリスクを極小化・管理する経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ヒト有害性の定量的評価と生態系有害性の定量的評価手法に関して、既存の毒性試験および疫学的調査の結果を元に、PRTR 対象物質のリスク評価に資する用量-作用関係式を導出する。また、水系排出の大きい農薬について、既存の毒性試験および疫学調査の結果を元に、リスク評価に資する用量-作用関係式を導出する。

《平成16年度計画》

- ・化学物質暴露評価手法の開発に関して、化学物質の大気環境濃度分布と暴露人口について、日本全国を対象に高分解能で推定できる AIST-ADMER 全国版の改良を行うとともに、英語版の開発を行う。化学物質の近傍暴露評価に活用できる低煙源工場拡散モデル METT-LIS については、要望を反映させた改良版を作成する。化学物質の排出・移動量から水系の化学物質暴露濃度を1km<sup>2</sup>で推定する水系濃度予測モデルを開発する。
- ・評価手法の開発に関しては、水系暴露濃度予測モデルを用いて、生態リスクに関する用量反応関係から暴露濃度をリスクに変換する方法を開発する。大気汚染物質の個人暴露量の解析手法を確立するため、一般人を対象に暴露量の個人差に係るパラメータの解析を行う。WTP、QOL の結果を一部、リスク評価に適用し、社会経済分析法を体系化する。
- ・リスクが大きいと推定される物質等について詳細な暴露とリスクの評価を行い、また、リスク削減対策の社会経済的評価を行い、評価書として公開する。

【中期計画（参考）】

- ・火薬類の新しい規制技術基準に対応するため、爆発影

響評価システムと、化学産業における爆発被害影響の総合リスクマネジメント体系を構築するための基盤を確立する。

《平成16年度計画》

- ・取り扱いが危険なピクリン酸金属塩について、大規模の爆発実験を行い、爆発威力の評価および反応持続性（伝爆性）の評価を行う。また、引き続き爆発性物質の劣化危険性の検討を継続する。
- ・火薬類及び火薬類原料の輸送安全を確保するため、火災時の危険性を評価できるような試験法を開発する。
- ・煙火組成物の爆発危険性を総合的に評価するための基盤技術開発指針を検討する。
- ・地中式火薬庫の爆風挙動について平成16年度までの実験ならびに計算機シミュレーション結果を総括し、爆風挙動等の爆発影響評価システムを構築し、保安距離等の評価を行うとともに、開発した3次元並列計算システムの外部利用（公開）を行い化学産業における爆発影響の予測・評価に貢献する。高性能火薬庫について、野外大規模実験を実施し、隔壁の実規模での殉爆阻止効果（最小隔壁厚と隔壁構造）を評価する。
- ・DMEの実用化を想定し、DMEとLPGの混合系について平成15年度と同様な実験を行い、各種の安全に係わる特性（保安データ）を取得する。水素についても、平成15年度と同様に実験室規模での各種保安データを取得する。また、平成15年度より一桁規模の大きい野外実験を実施し、大気拡散特性ならびに空気混合物の燃焼・爆発特性等を実測しスケール効果等の評価を行う。水素吸蔵合金についても平成15年度に継続して各種の保安データを取得し、信頼度の向上を図る。
- ・構造材料切断用の成形爆薬において破壊効率に関するスタンドオフ効果を明らかにする。また、環境低負荷爆破技術において、波動干渉法による振動低減法と粒度制御技術について検討する。
- ・災害事例データベースおよびリレーショナル化学事故データベースの災害事例に関するデータの蓄積を行う。

【中期計画（参考）】

- ・省資源・ダウンサイズ環境分析システムのための新規な分子認識能を有する機能性材料及びマルチセンサチップを開発し、分析前処理に要する時間と経費を低減するとともに分析感度を5倍以上向上させる。また、実用的な ppt レベルの有害イオンの予備分離・濃縮材料を開発する。

《平成16年度計画》

- ・バックグラウンドを低減するための方法を発展させて、炭素化合物、硫黄化合物、ハロゲン化合物の感度を5倍以上向上させる。有機スズ化合物に関しては、これまでの観測結果をまとめ、日本を中心とした半球の海洋汚染実態を明らかにする。
- ・有機窒素化合物を迅速分解する高い紫外線照射力のオンライン装置を開発する。また、開発した全リン前処

理装置も合わせて、工業用水および排水へ適用できるように条件最適化を行い、現行 JIS と整合性のとれた新しい前処理法を確立する。ヒ素については、開発した方法を発展させ、従来法では測定困難であった環境・生体中の未知ヒ素化合物の高感度分析法を確立する。

- ・一般環境や作業環境を対象に現場試験を行い、実用性を評価する。また、大気中の妨害ガス（トルエン、ジクロロメタン等）を簡便に除去可能な手法を開発する。ダイオキシンの QCM センサでは、種々の環境試料を用い ELISA 法及び GC/MS 法の測定結果との検討を継続して行う。さらに、オンサイト測定用で単位時間当たりの試料測定の高効率化が可能なマルチ型 QCM センサシステムの試作を行う。
- ・平成15年度までに蓄積した技術を用いて、測定対象物質の濃縮・増幅プロセスを組み込んだ電気化学検出型マイクロデバイスを試作し実用化へ向けた評価を行う。微生物のマイクロ流路を用いた分離技術については、新たに開発中の微生物検出手法である質量分析技術とオンラインで結合するためのインターフェースを試作し、分析条件の最適化を行う。
- ・プロテインシステムチップチームでは、タンパク質を分離するためのプロテインシステムチップの要素技術を組み合わせ、チップおよび検出器の試作品を完成させる。バイオメディカル計測標準のための新規標準タンパク質の開発を行う。
- ・ベロ毒素検出チップについては、平成15年度に引き続き実用性を検討する。また、バイオテロ関連の毒素にも焦点を当て、猛毒のリシン毒素を簡便に感度良く検知できるか検討する。
- ・生化学蛍光タグ用の半導体量子ドット合成、新型 DNA 分析チップ、高効率酵素反应用マイクロリアクターの現3テーマを集約し、ナノバイオ産業加速・支援技術として展開する。具体的には、医療生化学向けの低毒性無機蛍光ナノ粒子の開発、医療・生化学分析や薬剤合成に用いる生化学マイクロ流体システムの開発を実施し、平成16年度中に基本技術の確立を図る。

(1)-3-② 資源循環・廃棄物対策技術（低環境負荷型材料開発を含む）

資源の有効利用と廃棄物の減量化をしつつ資源循環を図る経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・製品から各種構成素材を固体のままの状態での分離・濃縮できる省エネルギー分離技術に関して、固体粒子の風力選別及び湿式比重選別について限界粒径を下げる技術を開発する。具体的には、風力選別については現状の限粒径2~1mm を0.3mm に、湿式比重選別については、50 μm を10 μm に下げる。

《平成16年度計画》

- ・風力選別については、実際の廃棄物を衝撃粉碎したも

のを用いて、0.3mm 粒子の分離を達成する。湿式分離については、振動方向・波形の改善により粒子運動の比重依存度を上げ、10 $\mu$ m 粒子の分離を達成する。感温性表面については、油脱着プロセスを開発し、前年度開発した油水分離プロセスと統合した全体システムを完成する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・フェノール樹脂、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂から液体生成物を80%以上かつモノマーを40%以上回収できる液相分解法を開発し、既存のプロセスに対して40%以上の省エネルギーを達成する。

《平成16年度計画》

[当初の目標を達成し、本課題は平成15年度をもって終了した。]

#### (1)-3-③ オゾン層破壊・地球温暖化対策技術

オゾン層の破壊と地球温暖化を抑制する経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・代替化合物の分子設計とその合成に必要な計算化学的な解析手法ならびにフッ素化手法を開発する。また、代替化合物の大気寿命予測に基づく長期的環境影響評価法を開発する。

《平成16年度計画》

- ・環境影響評価、安全性評価等の継続的知見に計算化学的予測手法も取り入れて持続可能社会を視野に入れた長期評価の充実を図るとともに、新たに資源・経済性評価等の導入の可能性を検討する。一方、本評価指針の普及に向けて国内外学会、情報誌への発表と産業界との対話を開始する。また新評価指針で選択される候補化合物の工業化を前提とする効率的な合成法の開発を進める。これらの成果を RIO-DB で既公開のフッ素化合物データベースに反映させる。

#### 【中期計画（参考）】

- ・海洋/大気間の二酸化炭素交換量の観測結果の解析をもとに、太平洋における交換量を評価するとともに、森林吸収量の観測と評価手法の開発に関して、アジアの二酸化炭素吸収量を評価する。また、海洋中に注入された二酸化炭素と海水との相互作用を明らかにするとともに、発生源での二酸化炭素の回収から海洋隔離に至るシステムの評価を行う。

《平成16年度計画》

- ・西部北太平洋表層における CO<sub>2</sub>経年変化は約1 $\mu$ mol/kg/yr と見積もられたが、観測年数が少なく誤差が大きい。不確かさを小さくするため観測を継続し、太平洋規模の CO<sub>2</sub>時系列データベースを完成する。この集積データを解析し、定量的な確度を高め、CO<sub>2</sub>蓄積広域分布を求めて目標を達成する。海洋観測については、観測を行い取得した全データをまとめた解析を行う。さらに、観測データを活用して、高分解能モデルによる中規模渦の再現、挙動・構造について数値

解析を進め、基本的な知見を集積する。また、北太平洋全体に高解像度モデルを拡張し、CO<sub>2</sub>の放出実験を行う。これらの成果をまとめて中期計画の達成を目指す。

- ・中国、シベリアなどの北方林の観測データを解析して、平成15年度の結果と併せて東アジアの代表的な森林生態系の炭素収支機能モデルを完成させる。アジア各地における森林生態系での炭素収支測定システムの完成により、観測を継続して長期連続データを取得することが可能となる。
- ・東アジアにおける北方林、温帯林、熱帯林の代表的な森林生態系の炭素収支における植物光合成・呼吸、土壌呼吸の各プロセスの役割を総合的に解析し、陸域生態系モデルに組み込み、その改良に役立てる。
- ・観測データとリモートセンシング植生活動推定、陸域生態系モデルによる統合的解析をさらに進め、炭素吸収量を定量的に推定する。
- ・環境省地球環境総合推進費によるプロジェクト、AsiaFlux ネットワークを軸に、中国、タイ、インドネシア、東シベリア等の各種森林生態系でのデータを集積して、データベース化を図り、AsiaFlux、FLUXNET 等のフラックス観測ネットワークに引き続き貢献する。また、これらのデータの収集、解析、公開の体制等も併せて検討する。
- ・観測値と対応させるモデルのデータの指定方法、すなわち代表性誤差が解に影響することが分かってきたので、この点についてはさらに検討する。平成15年度までに月平均の濃度に対する逆問題が解けることまでは分かったので、今後は代表性誤差の低減を目指した精度向上を検討する段階を迎えている。今までの成果を総合的に検討して、大気輸送モデルと炭素放出・吸収分布の逆問題解法を完成させて、陸域11・海域11の月別フラックスを計算して、国際的なモデルの比較プロジェクトに参加し、中期目標の達成を確認する。
- ・西太平洋全域での環境評価を行う。特に、日本周辺海域を対象として縄文海進とよばれる、自然の働きのみで現在より温暖化していた時代の水温、塩分、海洋生物生産を復元する。これらのデジタルデータは、将来予測のためにモデリングに供される。

#### 【中期計画（参考）】

- ・二酸化炭素の固定化を目的として、可視光応答性光触媒、2段法光触媒水分解プロセス、及び新規の可視光応答性酸化半導体光触媒を開発する。また、二酸化炭素共存下でのエチルベンゼンの脱水素によるスチレンの製造技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、可視光応答性の高性能な水分解光触媒の開発と、そのシステムの構築を検討する。具体的には、太陽光による水の直接分解による水素製造プロセスにおいて、太陽光エネルギー変換効率0.3%

の達成を目指す。この効率、自然の光合成の太陽光エネルギー変換効率のレベルに相当する。

- ・エチルベンゼンの CO<sub>2</sub>による脱水素プロセスの構築に必要な炭素析出の少ない長寿命な高性能触媒を開発するためのデータを収集する。また、低級炭化水素の脱水素過程で CO<sub>2</sub>が果たす役割を解明し、環境への負荷が大きいクロム触媒に変わる触媒系の可能性について検討する。

#### (1)-3-④ 環境負荷評価技術

製品のライフサイクル全体での環境負荷の低減を図る経済社会を実現するためのツールを開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際標準規格準拠型 (ISO) -LCA の実施可能な手法として LCA ソフトウェアを開発する。また、日本での実効的環境影響評価手法を開発するとともに、LCA ソフトウェアに組み込み、普及を図る。さらに、LCA 手法を活用した製品設計のための標準型 LCA の開発に関して、環境調和型製品開発 (DfE) マニュアルを作成する。

##### 《平成16年度計画》

- ・LIME を組み込んだ LCA ソフトウェア (NIRE-LCA Ver. 4) の開発を完了させる。企業と共同して LIME のケーススタディを通じ、評価結果の妥当性の検証を行う。LIME による環境影響の統合化、製品ライフサイクルのコスト算定 (LCC)、それにこれまでに開発を完了した環境調和型製品開発 (DfE) による製品機能の統合評価を加え、これら成果を集約した製品の三軸評価 (環境、経済、機能) を行う手法体系を提案する。さらに、国際的連携を一層強化し、世界的な LCA 情報の集積、発信基地を目指す。
- ・地域での街づくり、廃棄物処理システム導入といった、具体的施策に伴う環境負荷をライフサイクル思考に基づき定量し、実施自治体への手法、結果の提供を行い、手法の高度化、代替案の提示を受けた比較評価を行う。また、都市ヒートアイランド対策の LCA を実施して年間エネルギー消費への影響評価を行い、地球温暖化対策と矛盾しない都市ヒートアイランド対策を提案する。さらに、太陽光発電システム、コージェネレーションシステム導入による冬季熱環境とエネルギー消費の関係を明らかにする。
- ・環境効率指標の研究では、消費者が製品から得る価値や便益を定量化し、製品を環境効率で評価する手法の開発を行う。乗用車や家電製品を対象として、同時にリサイクルやリユース効果も環境効率の概念を導入して評価する手法を開発する。また、平成15年度に開発した消費者の製品・サービスの社会受容性の定量的評価手法を、消費者の行動を推定するツールとしての適用性を高め、実際への適用を行う。さらに、消費活動と環境負荷との関連性、影響を与えている因子の現状分析し、一般的な解を得る。

#### (1)-3-⑤ 低環境負荷型化学プロセス技術

環境と調和した化学技術による持続可能な経済社会を実現するため、以下の研究開発を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・化成品や高分子合成のハロゲンフリー化を目的として、製造過程で塩素、酸塩化物、ホスゲン等のハロゲン化合物を用いない複素環化合物、ポリカーボネート等の合成および固相重合の反応機構を解明する。

##### 《平成16年度計画》

- ・タングステン酸等のアジピン酸合成用触媒を2倍程度長寿命化する。イオン性液体を用いるオレフィンまたはアセチレンへのカルボニル等の付加反応を開発する。アクチノイドに対する新規抽出剤の適用性について検証する。
- ・非ハロゲン系スルフェニル化剤とアミノ酸等との反応による窒素-硫黄結合生成反応を検討し、窒素と硫黄を含有する複素環化合物の合成法を確立する。綿布の光還元漂白に定常光源を適用し、実用化に向けて経済性の改善を図る。また、レーザーを用いたパルブ還元漂白については、薬剤と光が漂白に及ぼす効果を明らかにする。これまでの検討結果に基づき、ABS 樹脂の非臭素系難燃化法を開発する。
- ・酸化的カルボニル化反応についてフェノールのカルボニル化反応及びポリカーボネート合成について Pd 触媒の配位子、担体、レドックス系の設計・検討をさらに進め、実用レベルの触媒系確立への見通しを得る。

##### 【中期計画（参考）】

- ・二元機能触媒材料としてのメンブレンリアクターの開発を目的として、脱平衡反応を利用する水素製造プロセス、特異場反応を利用する含酸素化合物合成、形状選択反応・分離膜を利用する合成ガス等の製造プロセスを開発する。

##### 《平成16年度計画》

- ・多孔質基板が本質的に有するガス透過性を数%台に下げることができたが、酸素選択透過性を円板状試料で確認することはまだ困難である。さらなる薄膜の緻密化を進める。その際、重要な要因となる膜厚や多孔質基板との親和性を高める上で、成膜方法を改良するとともに積層構造の傾斜化や多層化、厚膜化を検討し、酸素選択分離能発現を確認する。
- ・再現性良く緻密な Pd 膜を得られる CVD 法にしぼり、多孔質金属基板の孔径を制御して、Pd 膜の生成速度を向上させることを目指す。また、生成速度にともない変化する膜構造が、得られる膜の水素透過性能に与える影響を調べ、水素透過性能を向上するために最適な CVD-Pd 膜の製法を探索する。
- ・無電解メッキ、CVD 法による Pd、Pd-Ag 膜形成、他元素の添加や支持体の選択による膜材の耐久性の向上を図る。スティームリフォーミングによる水素製造・精製への応用を検討する。貴金属ナノ粒子担持膜

の作製を試みる。

- Pd、Pd-Ag などの貴金属膜による水素化、水酸化反応の適用範囲を広げる。液相系水素化やオレフィンのエポキシ化にも展開する。
- コンパクトな反応装置を構築するため、マイクロ反応・分離システム開発に着手し、装置の小型化、適用反応を選択する。
- パーペーパーレーション脱水装置を組み込んだ反応器により糖のエステル化反応を行い、水分コントロールの反応速度、転化率への影響を調べる。
- 活性劣化の少ないアルコキシド法 Co/SiO<sub>2</sub>触媒による F-T 合成反応プロセスの実用化のためには、触媒の製造コストの削減が重要である。そこで、高価な Ir 促進剤に代わる、安価な添加物による Co 触媒活性点の活性化を検討する。
- マイクロリアクター中で水溶性分子触媒を用いてヒドロホルミル化を行うことにより、ロジウム触媒を効率的に回収再利用するプロセスを構築する。水-有機二相系反応による分子触媒回収に関して、アリル化反応における逐次生成物選択性の向上、及びアリル化以外の反応への適用を行う。
- マイクロリアクター中でのブタジエンのリビング配位重合に関して、触媒調製および重合を流通系で行うシステムを構築する。
- 造粒触媒に固体酸、または固体塩基成分を混合し、窒素化合物耐性評価を行う。メカノケミカル活性化硫化モリブデンの最終的なまとめを行う。

#### (1)-4. エネルギー・資源の安定供給確保

経済性と供給安定性を考慮した環境調和型エネルギー・資源供給構造の構築という社会的要請に対応するため、低廉かつエネルギーセキュリティ、環境に配慮した電力技術、CO<sub>2</sub>排出削減と省エネルギー型社会の実現に貢献するための省エネルギー技術、エネルギー安定供給と環境負荷の低減を目指す新エネルギー技術、地下資源の確保等のための資源技術等の研究開発を推進する。

##### (1)-4-① 電力技術

国際的に遜色のない低廉な電力供給の実現を図りつつ、エネルギーセキュリティ確保及び地球環境問題への対応という社会的要請に応えるため、その一翼を担うべく、革新的電力デバイス、電力ネットワーク、超電導技術による高効率電力輸送技術の基盤技術を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- 炭化珪素等を使用した革新的電力デバイスによる超低損失電力素子の基盤技術を、素子構造、パッケージデザインを検討を通じて開発する。

##### 《平成16年度計画》

- デバイス性能との関連において、2kV 以上の耐圧で 800A/cm<sup>2</sup>以上で pn ダイオードが動作できる SiC 結晶品質条件を明確化する。
- Si (0001) 面の3倍以上のチャネル移動度を有する C

(000-1) 面でパワー-MOSFET を作製することにより、目標耐圧値：600V～1200V、オン抵抗値<5mΩ cm<sup>2</sup>を持つ超低損失電力素子を開発する。

- 六方晶 SiC 高速成長と不純物制御の材料科学を明らかにし、C 面成長、低オフ角成長等の技術を駆使してデバイス仕様のエピタキシャル成長技術の集大成を図る。
- pn ダイオード、MOS の放射線耐性の定量的比較を行う。
- 平成15年度までに開発した SiC プロセス技術を用いて試作した立方晶 SiC のデバイス性能阻害要因を明らかにして、立方晶 SiC デバイスの実用レベルへの特性向上を目指す。
- MBE、MOCVD 等の III 族窒化物半導体ヘテロ構造作製技術を複合高度化し、これらのエピタキシャル成長技術、各種の特性評価技術をもとに HFET 構造の設計・試作を進めて、高出力高周波素子、高耐圧大電流素子実現のための課題の解決を図る。
- In 系窒化物半導体エピタキシャル膜、及び数10Å程度の極薄膜の更なる品質向上を進め、In 系 HFET 構造等の試作を通してそのデバイス応用の可能性を探る。
- アナログシミュレータの基本概念を構築し、それにより、超低損失電力素子の変換器への適用における基盤技術を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- スーパーノードネットワークの概念設計について、社会インパクトを明らかにし、設計指針を明確化する。《平成16年度計画》
- 大、中、小容量の電力変換器への超低損失電力素子を導入した時の効果を明らかにし、その社会的波及効果を示し、設計指針を明確にする。

##### 【中期計画（参考）】

- 超電導ケーブル長尺冷却技術の研究を行い、比例縮小冷却モデル試験による長尺冷却技術を確立する。また、限流器用大面積超電導薄膜作製技術の高度化を行う。《平成16年度計画》
- 平成15年度までの研究成果と平成16年度に研究組合で行う500m 送電ケーブルの冷却実験データと組み合わせ、実規模レベルの冷却システムの概念設計を行う。
- 平成15年度に試作した10kV/200A 級トロイダル配置型交流超電導リアクトルを使用して6.6kV/100A 級の共振切り換え型限流評価試験を電中研と共同で行う。
- 大面積基板上的 YBCO 薄膜の作製・評価を進め、成膜条件の最適化を行う。磁束ピン止め機構について考察を行いながら、サファイア基板上 YBCO 薄膜で、Jc の目標値3MA/cm<sup>2</sup>およびシート電流密度100A/cm 以上（最終目標値200A/cm 以上）を達成する。
- 誘導法を用いて、非破壊的に Jc の磁界角度依存性の測定が可能であることを示す。そして、多数の YBCO 薄膜の磁界角度依存性を測定し、透過電顕

察の結果と合わせて、未解決の磁束ピン止めセンター（等方的ピン）について考察し、モデルを提案する。

- ・大面積超電導薄膜の  $J_c$  及びその分布を非破壊的に測定できる誘導法は広く用いられているが、測定原理を十分に理解せずにより便宜的な測定法として使用されているため、系統誤差が生じていることがわかった。このため、測定原理に基づき精密に  $J_c$  を与える方法を提案する。

#### (1)-4-② 省エネルギー技術

CO<sub>2</sub>排出削減と省エネルギー型社会の実現に貢献するために、エネルギー高効率利用技術、動力等への変換合理化利用技術、エネルギー回収・蓄エネルギー技術、省エネルギーネットワーク技術に関する研究開発を実施する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ガスタービンに供給可能な灰分200ppm以下の無灰炭製造技術を開発する。

##### 《平成16年度計画》

- ・ハイパーコール製造における利用炭種の拡大のため、亜瀝青炭に対する炭種選択指標を提案する。また数種の配合炭からハイパーコールを製造するための最適運転条件を探索し、低品位炭の利用拡大を検討する。亜瀝青炭に対する溶剤緩和シミュレーションを行い、NMR解析結果との対応からその溶剤抽出のメカニズムを明確にする。残存する灰の組成を明らかにするため、ハイパーコールへの溶出金属の定量分析法を確立し、その溶出メカニズムを解明する。事前処理法を更に詳細に検討することにより目標である抽出率60%以上、灰分量200ppm以下を達成する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・動作ガス循環型動力システムにおける燃焼制御技術の開発によって、CO<sub>2</sub>回収対応型タービンの熱効率60%以上、水素燃料ディーゼルエンジンの熱効率45%以上の達成に貢献する。

##### 《平成16年度計画》

[本課題は当初の目標を達成し、平成14年度をもって終了した。]

##### 【中期計画（参考）】

- ・高効率熱電材料を開発するための基盤技術としての量子効果材料やかご型構造材料について構造と物性の研究を行い、作動温度が広く高効率（6%以上）の素子の開発及び関連システムの研究を行う。

##### 《平成16年度計画》

- ・PN対を複数接続したモジュールの評価を進め、高性能化、発電特性の再現性向上、熱的安定性向上を目指す。薄膜デバイスについては、ガス燃焼系への最適化設計、および局所温調用デバイスへの最適化設計を行う。格子振動を調べる事でスキッテルダイトの異常に低い熱伝導度の原因を明らかにし、新しい熱電材料開発のための指針を得る。

- ・NEDOプロジェクトの参加企業から供給された熱電モジュールの評価を実施する。評価精度の向上については、誤差の要因を抽出し改善を図る。真空断熱の向上に関わる高真空化因子、熱電モジュールと熱源の接触界面に関わる熱伝達因子、熱源の温度不均一の影響等の効果を明らかにする。

##### 【中期計画（参考）】

- ・民生部門の電力負荷平準化を目的として、キャパシタ容量10Wh/L達成のための炭素電極材料を開発する。

##### 《平成16年度計画》

- ・キャパシタとして出力（数kW/L以上）、寿命（1万サイクル以上）の条件を満たしつつ、実用的なエネルギー密度をもつキャパシタを実現するため、ナノレベルで構造制御した多孔質カーボン材料に適正な疑似容量成分の導入を図り、大容量キャパシタ用高性能カーボン電極を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・次世代高性能二次電池の開発に貢献するため、新規合成プロセスと構造解析に基づき電気化学特性に優れた新規電極材料及び新規電解質を開発する。

##### 《平成16年度計画》

- ・鉄含有Li<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>の60℃における充放電サイクル劣化のさらなる抑制を目指し、添加元素量、添加元素種の最適化を行う。
- ・新規ベースメタル正極材料の研究においては、平成15年度得られた材料の実用充放電試験条件での特性把握、化学組成の最適化、さらなる新規材料の探索の継続を行う。
- ・通電焼結法を用いた正極合材作製技術の検討においては、鉄含有Li<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>などの酸化物正極への適用を検討し、充放電特性改善可能な条件を見いだす。
- ・常温溶融塩電解質の組成の最適化を進め、導電率1mS/cm以上、3V級以上の作動が可能な難燃性電解質を見出す。さらに金属リチウムを用いた過酷な化学的・熱的安定性の評価を開始する。PGSE-NMR法を用いた電解質材料のイオン種ごとの導伝率と輸率の評価を引き続き行う。各種電解質のイオン種の動的特性をシミュレートするための測定により電極内の電解質の挙動を明かにして電池設計のための指針を提供する。
- ・長寿命化した合金系負極材料を電極化する技術を確立して、体積当たりの負極容量を、従来の黒鉛系負極の4倍化するとともに、電池システムとして1.5倍の高容量化を目指す。このために、合金材料と銅箔集電体との一体化技術を進めるとともに、実用化の最大の課題である初期不可逆容量を低減するための新材料技術に挑戦する。
- ・添加剤等を含まない小容量モデル電池の試作を継続し、特に電出入力性能の向上を試みる。随時製作された小容量モデル電池を用いて、構造変化や化学組成変化と

熱的変化の因果関係から、電池構成材料の劣化因子の確定を行う。さらに、加速的耐用年数評価試験法の確立に向けて、モデル電池から抽出された電池構成材の劣化因子の定量化を開始するとともに車載型実電池による劣化因子の検証を行う。

- 電池の劣化試験中の発熱挙動測定、および劣化電池の熱挙動測定を継続するとともに、劣化電池の電極表面状態と極挙動の関連について調べ、電池の熱挙動からの劣化速度推定モデルを作成する。

#### 【中期計画（参考）】

- 自立分散ネットワーク技術の開発を行い、高速制御ソフトウェアと多数モジュール制御技術、分散エネルギーに関する広域情報を組み合わせ全体エネルギーシステムを運用する技術の基礎と評価手法を確立する。

#### 《平成16年度計画》

- 燃料電池コジェネレーションを複数台連携制御するモデルの運転と解析、およびこれらが接続された配電系統における特性・動作のシミュレーションを行うことを通じて、全体エネルギーシステムの運用制御技術の基礎と評価手法を構築する。
- 集合住宅及び個人宅のエネルギー需要の実計測値に基づき、家庭部門のエネルギー需要を、世帯構成や天候などの特性に応じて分類したデータベースを構築し、Web を利用して一般に公開する。平成15年度に引き続き実測データに基づいて集合住宅や個人住宅用のコジェネレーションシステムの提案と性能評価を行う。また、新たに、札幌の学校におけるコジェネレーションシステムについて、その運転方法や計測システムの検討を行う。

#### (1)-4-③ 新エネルギー技術

エネルギー安定供給と環境負荷の低減という社会的要請の同時解決を図るため、化石燃料の環境調和利用を図りつつ、環境負荷を小さくするクリーンエネルギーの基盤技術を開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- 低コスト高性能の太陽電池生産に向けて、高効率積層型薄膜シリコン系太陽電池の製造技術、光閉じ込め型極薄膜結晶シリコン太陽電池技術、CIS 系太陽電池の高信頼プロセス技術、超高効率の化合物太陽電池の低コスト製造技術、安価で高性能な色素増感太陽電池技術などを開発する。

#### 《平成16年度計画》

- p-層の光透過率を向上させるために極薄化およびワイドギャップ化によって短波長感度を向上させる。p-層と TCO 界面における電子的および光学的特性を改善する技術を開発する。
- 高光安定アモルファスシリコン太陽電池の高効率化を p/I 界面の改質および I-層の低欠陥化により試みる。引き続き劣化後変換効率10%を目指す。
- 高速製膜のデバイスに及ぼす損傷要因を調べ、更なる

高速高効率化を目指すとともに、大面積時に問題となるプラズマ中のガス温度の上昇の問題を解決する技術を開発する。

- 高光安定高効率タンデム太陽電池デバイス技術を開発し、安定化効率13%を目指す。
- 低温エピタキシャル接合の高品質化を図り、さらなる高 Voc 薄膜セルの試作を進め、極薄膜結晶 Si 太陽電池の高効率化の可能性追求と新コンセプトの提案を行う。新たに、各種化合物材料と Si のヘテロ接合の研究を開始し、(1)ヘテロ接合のバンド不連続性及び(2)量子化構造を利用した高効率極薄膜結晶シリコン太陽電池の試作研究を行う。
- 過渡光電流測定による高感度欠陥評価を用いて、薄膜材料中の微量残留不純物が欠陥のエネルギー分布に与える影響を解明する。また、長時間の光照射・熱アニールに伴う欠陥反応機構をこの評価法を用いて明らかにする。
- 産総研独自の CIGS 太陽電池作製プロセスを開発し、20%以上の変換効率を達成する。
- ワイドギャップ (1.3eV) の高 Ga 濃度 CIGS 太陽電池で変換効率18%を達成する。
- CdS バッファ層/CIGS 界面において、伝導帯の不連続と Ga 組成の関連を精密に測定し、高効率化のための技術指針を明確にする。
- 平成15年度に引き続き、色素増感太陽電池の高性能化に関する検討を、(1)酸化物半導体光電極の最適化、(2)新規高性能 Ru 錯体色素の開発、(3)高性能有機色素の開発、(4)電解質溶液系の最適化、(5)セルの耐久性・封止・集積化技術等の項目について行う。要素技術のさらなる開発と総合化を行い、独自の技術による変換効率9%を実現する。

#### 【中期計画（参考）】

- 太陽光発電システムの大量導入に向けて、多数の太陽電池パワーモジュールの高機能並列動作技術を開発すると共に、太陽電池モジュールの設計・監視・診断などの総合支援技術、性能・信頼性評価技術、リサイクル技術などを確立する。

#### 《平成16年度計画》

- 実規模検証実験設備を用いた妥当性検証実験により、各種手法を組み込んだ改良型システム設計ツールの開発を進めるとともに、必要な技術仕様データベース整備を行う。小型・軽量化を図った実用型モニター端末を開発し、これを用いた静的性能診断手法を開発する。これまでの検討を基に、実規模検証実験設備を用いて、実用的なアレイ性能診断手法を開発する。
- フッ素樹脂コート等による、フィルム-セル間の光学的接触条件の改善を行い、発電効率向上を図るとともに、封止材レス等の新たなリサイクルブルモジュール構造の検討に着手する。回収率試験を継続し、回収率向上を図る。耐候性評価のため、実規模モジュール

(4×4) によるリサイクルループ試験を行うとともに、屋外長期暴露試験を開始する。

- ・化合物系・多接合を含めた太陽電池セル・モジュールの評価手法の誤差解析の高度化を図る。屋外計測系の測定結果の一部、つまり、測定前の光照射時間等をセル・モジュールの屋内計測技術に反映させる。複合加速試験装置による実験により加速係数の確度の向上を図る。1×2m<sup>2</sup>まで対応可能な基準モジュールの校正技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・次世代型燃料電池の開発に貢献するため、燃料の多様化技術、起動停止特性の改善技術などを開発し適用用途の拡大を図るとともに、新規電解質及び新規電極触媒技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・50ppm 一酸化炭素含有改質模擬ガス雰囲気下、電流密度500mA/cm<sup>2</sup>において PtRu/C 触媒と同等以上の特性を達成可能な白金-金属酸化物アノード触媒を開発する。また、炭素のもつ担体効果の有無について調べ、Pt 量当たりの電極触媒活性を10倍に高めるための炭素担体表面の設計を目指す。また、PEFC の性能劣化現象を解明するための研究を実施する。
- ・高温作動や燃料透過抑制におけるブレイクスルーを見出すための新規電解質材料の探索に取り組む。
- ・URFC 電極触媒活性の向上を目指すとともに、冷却機構を装備したスタックを開発し、試験運転を行う。
- ・種々の炭化水素系燃料の直接導入による高効率化の実現に向け、炭素析出などによる燃料極性能劣化の解析、金属材料の炭化水素燃料による浸炭現象・水蒸気酸化現象を解明して長寿命化を達成するとともに、電着法によって酸素供給能力の高いセルを製造して直接導入テストを行う。高性能 SOFC 製作に必要な材料特性データベースを構築・公開し、共通基盤化する。
- ・平成15年度試作した組電池試験システム等を用い、これまでに開発した単セル特性解析法を発展させ1kW級 SOFC スタックへの適用性を図る。この際、スタック全体の性能解析の他、個々のセルの性能、動作不良等の検出可能性を検討する。さらに、昨年度開発したガス流量・組成の高精度分析方法（システム）を中心に SOFC 実地対応システムの構成を検討し、実動作環境に設置された SOFC に対応した流量・組成分析の高精度化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・変動風荷重に対して風力タービンの出力変動50%低減を実現する技術を開発する。

《平成16年度計画》

[当初の目標を達成し、本課題は平成14年度をもって終了した。]

【中期計画（参考）】

- ・化石資源・廃棄物等から水素濃度80%以上の高純度水

素を二酸化炭素濃度1%以下で製造するための基盤技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・50kg/日のベンチ装置運転支援研究を内径60mm 反応装置で行う。水素濃度80%以上、二酸化炭素濃度1%以下を確認し、流動特性と二酸化炭素吸収剤の性状変化と活性維持条件との関係を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・樹木系バイオマスを経率90%以上でガス化する技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、小型噴流床ガス化装置を用いて多種のバイオマスのガス化実験を行い、原料とガス化特性の相関を進展、拡充するとともに、実証炉へのデータを供給し、実用化を検討する。有望な結果を示したバイオマス種については、反応温度と触媒の組み合わせを検討し、より高効率のガス化プロセス開発を検討する。

- ・連携している企業、大学と共に樹木系バイオマス（製材廃材）を原料とした10kg/day 連続ガス化ベンチ試験装置を1日連続運転する。得られたデータを元に、プロセス設計や社会システムの検討を行う。水素濃度80%以上、二酸化炭素濃度1%以下、ガス化率90%以上を達成する運転条件を把握する。

【中期計画（参考）】

- ・酸化物を中心とした微粉末半導体光触媒を用いた太陽光による効率的な水の直接分解プロセスを開発するための基盤技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、可視光応答性の高性能な水分解光触媒の開発と、そのシステムの構築を検討する。具体的には、太陽光による水の直接分解による水素製造プロセスにおいて、太陽光エネルギー変換効率0.3%の達成を目指す。この効率は、自然の光合成の太陽光エネルギー変換効率のレベルに相当する。

【中期計画（参考）】

- ・水と炭酸ガスと太陽光から高効率で高エネルギー化合物を製造する人工光合成プロセスの確立のための基盤技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・触媒活性の高い錯体触媒の探索と反応条件の最適化により、さらなる反応効率の向上を図る（現状の2倍以上）。また、光照射時の反応効率向上のために反応機構を調べる。

【中期計画（参考）】

- ・将来のエネルギー供給の基幹部分を担う原子力について、より安全で環境負荷の小さい核融合方式に関する基盤技術の研究開発を行う。

《平成16年度計画》

- ・逆磁場ピンチ方式では、中性粒子ビームの1・2号機の

総合入射を行い逆磁場ピンチで初の1MW級パワーによる加熱と電流駆動実験を行う。また、磁力線の捻りを強くする運転等の、各種能動的プラズマ制御手法により、エネルギー閉じ込め時間10msの達成と閉じ込め比例則を確立すると共に、逆磁場ピンチプラズマ固有の特性を解明する。将来のエネルギー供給源として、より安全で環境負荷の小さい核融合炉としての利点を明らかにする。

- ・慣性閉じ込め方式について、原型増幅器の2Hzにおけるシステム同期運転を行い、KrFレーザー高繰返し動作技術を確立する。また、照射実験により高速電子発生等追加加熱過程を定量的に調べ、これに基づきKrFレーザーを用いた先進的高利得ターゲットを設計する。

#### (1)-4-④ 資源技術

地下資源の探査手法、資源量の評価手法、資源開発・利用に伴う安全技術、環境保全技術に関する研究開発を行うとともに、アジアを中心に資源開発研究協力を実施する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ヒストリーマッチングに地球物理学的なモニタリング手法を適用した地熱貯留層評価管理技術の開発を行う。《平成16年度計画》
- ・システム統合化の共同研究として、奥会津地域において、4-5月に重力・SPの同時モニタリングを実施し、平成14年度取得の定期修繕時データとの比較を行う。また、奥会津、大霧両地域とも、これまでに取得したデータに基づいて、より詳細なモデルを設定し統合ヒストリーマッチングを行い、貯留層モデルの予測精度を向上させる。これらの結果をベースに統合モニタリングとヒストリーマッチングについてマニュアルを作成し、実用的システムとして提案する。
- ・地球物理学的ポストプロセッサ等の解析ツールについては、問題点の改良や関連パラメータの感度解析を行い、ユーザー会などを通して成果普及を図る。

##### 【中期計画（参考）】

- ・石炭起源天然ガス資源、ガスハイドレート、潜頭性大規模熱水性鉱床等に関して、鉱床の成因・形成機構を解明、資源ポテンシャルの評価技術の開発を行う。《平成16年度計画》
- ・南海トラフ海域における本格的な地化学調査を提案・実施する。
- ・南海トラフにおいて熱流量調査、地質構造解析等ハイドレートの燃料資源地質特性を報告書としてまとめる。
- ・ハイドレートを胚胎する可能性のあるタービダイト貯留岩の三次元鉱床分布推定手法の開発に着手する。
- ・南海トラフ海底堆積物中のメタン生成・消費微生物活動の解析結果、天然ガスハイドレート相平衡条件の実験的・理論的解析結果を論文としてとりまとめる。
- ・水溶性天然ガス等のガス成分や付随水の化学組成・同

位体比から推定されるメタンの起源や鉱床成因、間隙水シミュレータの応用に基づくガス濃集モデルの検討結果を論文としてとりまとめる。

- ・秋田油ガス田地帯での補足野外地質調査を実施し、鉱床形成におけるテクニクス条件についてまとめ、タービダイト貯留岩の現世モデルケースにおいて堆積相と貯留岩性状との関係を報告書にまとめる。
- ・メタンハイドレート堆積層の変形に関しては浸透・応力・熱連成解析に加え、メタンハイドレートの分解を考慮できるモジュールへ改良する。浸透率特性に関しては、メタンハイドレートの分解に伴う浸透率特性の変化に関する各種パラメータを取得し、相対浸透率の定式化およびシミュレータへの組み込みを行う。統合化に関しては引き続き専用シミュレータへの引渡しを進める。
- ・国内炭田の堆積盆内の炭層と炭質の分布、石炭のバイオマーカー組成と油ガス生成ポテンシャル、炭層ガスの化学組成・同位体比と生成機構に関する検討結果を論文としてとりまとめる。
- ・ガス生産レートと生産条件の関係およびメタンハイドレートの分解に伴う堆積層挙動を解明するためのコア実験を加速する。X線CTによる可視化、伝熱解析などにより、メタンハイドレート分解過程のモデル化を進める。未固結堆積層の坑井安定性、ガス・シール能力などを評価するために、堆積層の力学特性解析を進める。南海トラフ海域で採取された天然試料を用いて、熱特性、浸透率などの特性を明らかにする。コア実験をスケール・アップするための要素技術開発を行う。
- ・北海道無意根-豊羽熱水系の研究成果を総合報告書として出版し、若い火山に伴う大規模潜頭性熱水鉱床の探査指針を報告書としてとりまとめ出版する。
- ・トルコ・ロシア・日本における深成岩に伴う鉱床の実態解明に基づき鉱床の成因を考察し、鉱床探査に有効な指針を得る。環太平洋地域の斑岩銅鉱床の形成場をコンパイルし論文に取りまとめる。得られた指針を国内外でのセミナー・学会発表を通して世界に提言する。これまで得られた貫入岩レベルでの探査指針および上記研究計画とあわせて報告書に取りまとめ出版することにより中期目標を達成する。
- ・タルク鉱床の総括を進め、セラミックス原料データベースなどを通じて成果をWeb発信する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・資源の開発・利用及び放射性廃棄物等の地層処分を安全かつ低環境負荷で実施するための地下計測・監視技術確立のために、長期地下モニタリング技術の開発を行う。また、リスクアセスメントの高度化等による安全管理手法の開発、安全基準、検定、爆薬及び液化石油ガスの安全利用等に係る基準の策定に関する研究を実施する。

《平成16年度計画》

- ・地震波計測データからコヒーレントノイズを除去し、トモグラフィ解析に適した入力データを構築するとともに、震源波形推定と地震波速度インバージョンを高度化して実測データ解析に適用できる解析法を開発する。パーカッションドリリングによる信号に適したSWDデータ解析法を開発を行い、15年度に取得したデータを解析して反射面の抽出と震源メカニズムを明らかにする。ランダム不均質による位相乱れに起因する波形変化の予測を行い、地震波トモグラフィ解析の誤差評価に適用する。
- ・地表一坑井間電磁トモグラフィ配置の取り扱いが可能となるよう人工信号源電磁法2.5次元逆解析手法の改良を継続する。有限要素法による3次元モデリングについて、地形・人工信号源の組み込みを継続するとともに、マルチグリッド法の導入により高速化を検討する。地下水塩淡境界面調査に関する研究について既存データの詳細な解析を継続し、水理構造の推定を行う。昨年度試作した高分解能人工信号源電磁探査システムを現場実験に適用し、問題点の抽出とシステムの改良を行う。
- ・NMR 検層の現場適用を目指して、シンクロトロン画像から求めた天然試料の間隙形状を用いて、岩相情報を必要としない浸透率推定法を開発する。平成14年度に取得したNMR 検層実験データを解析し、非亀裂型（多孔質型）地層の浸透率の推定可能性を評価する。可搬型NMR 測定装置にコイルユニットを搭載して、地質モデル物質を用いた校正実験を行う。NMR 計測データと他の物性データを合わせた総合的な解釈に資するため、岩石・粘土等の含水多孔質媒体のNMR 物性計測実験を継続する。
- ・平成15に完成したセンシングシステムの評価（検定）と実用型センサの試作を実施する。
- ・応力測定孔を深度900m まで増掘し、岩盤調査・水圧破碎法による応力測定・ASR 法による応力推定を実施する。国内の深部岩盤応力状態のモデル化に向けて、岩盤状況と応力値の相関関係の抽出、岩盤の応力保持能力（長期の降伏強度）に関する検討、これらの結果に基づく測定応力値から広域応力場を推定する手法の検討を行う。
- ・平成15年度の堆積岩試料に引き続き、結晶質岩を対象とした高温（80℃）下及び封圧（5Mpa）下での長期クリープ試験を開始する。また、データの解析を進めるとともに、クリープ挙動のモデル化に取り組む。
- ・軟岩地質における掘削方式の違いを考慮した地下構造検出法を開発する。平成16年度は、特に音源位置の非定常性に着目した信号処理法を開発を行う。また、複数送受信点データの活用法についても、データ処理の基本概念を決定する。
- ・現場岩石コア試料を用いた地下応力測定試験及び軟岩・硬岩を用いた模擬応力測定試験を行い、封圧下で

のAE挙動と応力との関係や応力測定に原位置試料採取からの経過時間の及ぼす影響について検討し、得られた結果を応力測定試験マニュアル作成に用いる。

- ・平成15年度に引き続き、熱伝導率および熱インピーダンスの屋外計測を実施し、N 値やサンプル試料等による計測結果との比較によって本手法の有効性（安定性、簡便性等）を確認する。また、地下の誘電率計測を行うため、高周波インピーダンス探査装置の開発を継続する。
- ・管理工学の観点から鉱山の生産活動におけるリスク抑制効果の調査手法のあり方、有効性、応用拡大の道筋等について検討する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・インドネシアでの地熱資源調査とベトナムでの鉱物資源探査・評価についての資源開発研究協力を行う。《平成16年度計画》
- ・本課題は中期計画の目標を達成し、平成14年度をもって終了した。

#### (2) 革新的・基盤的技術の涵養

##### (2)-1. 分野横断・革新的技術

福祉高齢化社会においても安全・安心な生活、高度情報化社会および環境と調和した社会システムの実現のためのフロンティア技術の開拓を目指し、新現象の解明、革新的物質・デバイスの創製のために、ナノバイオテクノロジー、ナノデバイス、ナノ材料など、各分野の研究開発の推進の基盤となる、分野横断的なナノテクノロジー技術及び多分野にまたがる共通基盤技術である光技術、計算科学、人間のモデル化技術、計測分析技術について、先導的、先進的に研究開発を進める。

##### (2)-1-① ナノテクノロジー

ナノメートルにおける物質の制御による有用な材料、デバイス、システムの創製技術とともに、材料・機器のマクロ性能の飛躍的向上を図る技術を開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・量子構造における新規物理現象の探索・解析を行い、単一電子検出デバイス、スピンドデバイス、超伝導デバイス等へ応用するための要素技術を開発する。《平成16年度計画》
- ・平成15年度に引き続き、ホトクロミック性あるいは配位性置換基を複合化したホスト分子を合成し、光反応性とホストゲスト現象の相関を研究する。新たに発光性分子について分子複合化による機能促進の可能性を検討する。インデン-スチレン複合体のメタロセン化を行い、重合試験を開始する。
- ・光解離分光および化学プローブ法を用いて、シリコン金属クラスターのかご構造を解明する。ゼロ運動エネルギー光電子分光法を用いて、金属-分子系錯体の構造の解明を進める。
- ・銅ナノ粒子の酸化過程を定量的に解析し、酸化膜の形成過程を明らかにする。表面修飾による酸化速度の制

御を試みる。磁性粒子の内部構造の観察を進め、作成条件との関係を明らかにする。

- ・光や電場、磁場などの外的刺激によって引き起こされる分子および固体の構造変化、電子・スピン状態変化、電気伝導・光学的性質などの特性変化の機構を理論的に記述するモデルを構築し、第一原理電子状態計算や半経験的分子軌道計算によってモデルの妥当性を確認し、これら物性機能の有効な制御方法を見出す。
  - ・ウェットプロセスにて作製した素子において、10000%/300mT 以上の磁場感度を達成する。2次元電子ガスにおけるスピン偏極励起子の挙動を、電界などの磁場以外のパラメータで制御する。走査型プローブ顕微鏡の開発を進め、2005年に必要とされるビットサイズを評価できる装置を実際に開発する。
  - ・新スピン機能素子の研究に関しては、全単結晶トンネル素子および二重バリア素子の試作を行い、スピン注入磁化反転やスピンドायオード効果を実証する。また、新発見の Cr 系室温強磁性半導体については、異種材料とのヘテロエピタキシー技術を確認しスピン依存伝導に起因する磁気抵抗効果を実証する。さらに、磁性半導体を用いた新スピン光学素子の機能の実証を行う。
  - ・平成15年度に開発した極低酸素分圧 ( $1 \times 10^{-30}$ 以下) 結晶育成技術により新機能物質を創成する。
  - ・トリプレット超伝導体のパイジャンクションの実験を行う。
  - ・遺伝アルゴリズムを使った負符号問題のない量子モンテカルロによる新しい数値計算手法を開発する。
  - ・ $T_c=100\text{K}$  超の銅酸化物超伝導体の  $T_c$  決定要因を明らかにする。
  - ・Tb 系発光物質のレーザー発振を検証するとともに、新しい p 型単結晶 ( $\text{SrCu}_2\text{O}_2$ ) 成長技術を開発する。
  - ・量子コンピュータ素子のための超伝導/強磁性/超伝導トンネル接合やカロリメータなどの超伝導素子のノイズ特性を測定し、起源を明らかにする。
  - ・Tl (Cu) 系超伝導薄膜のマイクロ波フィルター素子のプロトタイプを完成させる。
  - ・酸化物透明半導体の積層 pn 接合を形成し、紫外光発電およびキャリア注入による赤外線反射透過特性制御の可能性を実証する。
  - ・縦型スピン単一電子トランジスタ構造の作製技術を確認すると共に、ゲート制御によるトランジスタ動作を実証する。
  - ・金属単結晶薄膜による GMR 膜からスピン注入磁化反転効率の高い微細なスピン注入素子を作製する。
  - ・超伝導超格子 BSCCO を用いて固有 JJ 臨界電流特性の変調を行い、低磁場 THz 発振素子の可能性を示す。
- 【中期計画 (参考)】
- ・単一分子の導電特性、力学特性等の物性を計測するために、多針の多機能走査トンネル顕微鏡を開発する。さらに、生体分子間の相互作用が計測可能なプローブ

の開発のための要素技術を確認する。

《平成16年度計画》

- ・アクティブターゲティング用の2種類の DDS ナノ粒子製品のプロトタイプを作製する。それらは、(1)死亡率第一位である癌疾患の治療に有効な薬剤を封入した標的指向性 DDS ナノ粒子と、(2)中高年者の罹患率が高い炎症性疾患、並びに、続発的に炎症を引き起こす疾患の治療に有効な薬剤を封入した標的指向性 DDS 粒子である。これらについて複数種類の糖鎖結合 DDS ナノ粒子の作製と複数種類の薬剤の封入を行い、新規な標的指向性 DDS ナノ粒子の各種疾患 (癌、ぶどう膜炎、リウマチ) 治療への有効性を動物薬効試験によって実証する。
  - ・自己組織化オリゴシラン薄膜において、分子末端基の長さを調整することによって、分子間で電荷がジャンプする距離を調節し、電荷輸送特性の系統的な制御を試みるなど、さらに高度な分子配向状態を利用した光電子機能制御を展開する。
  - ・平成15年度に引き続きいてキュービック液晶の圧力下の相挙動を検討するほか、光導電性などの機能で注目される、円盤状の分子形態を有するデスクチック液晶化合物、特にアントラキノンやトリフェニレン系のカラムナー相についてその圧力下の相挙動を研究し、カラムナー相の熱力学的安定性や T-P 相図を明らかにする。
  - ・オリゴマーの化学構造の検討を通して、会合体生成ならびに電子状態変化の増大を図るとともに、金属表面上におけるホストゲスト応答を確認する。
  - ・ナノ粒子鋳型法を用いた銀ナノ構造の形成効率を改良する (現状<50%)。改良された金属ナノ構造を用いて核酸塩基の単一分子 SERS 検出を実証する。電子ビームリソグラフィ等、他の手法を用いて、形状制御の自由度が高く、高密度に SERS 活性金属ナノ構造を作成する方法について調査および予備実験を行う。
  - ・試作電気泳動チップにナノビーズや量子ドットを流し、電気泳動法による単一分子運搬過程を精査する。また、ナノメートルサイズのチャンネルを有するデバイスを試作し、ナノチャンネル内での1分子 DNA の挙動を解析し、1分子 DNA を運搬・配列させるための条件を確認する。
  - ・ナノビーズや色素分子を含む溶液の濃度、送液速度など、描線パラメータを精査し、ナノ万年筆法の妥当性を検証する。
  - ・マルチプローブの研究を進め、1分子 DNA の力学特性を計測するための技術を開発するための基礎研究を進める。また、マルチプローブによるタンパク質間の相互作用を解析できる技術開発のための要素技術を開発する。
- 【中期計画 (参考)】
- ・走査トンネル顕微鏡等の高度化により、次世代半導体

における10nm オーダーの形態観察、局所元素分析および作製プロセス評価のための In-situ 機能解析技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・近接場光を用いたモード変換の原理に基づいて、より効率的な光結合と光収束の可能な構造を作製する。実験とともに、数値シミュレーションを積極的に活用して研究の加速を行う。
- ・水面上単分子膜、LB 膜、自己組織化膜などの界面分子集合体を対象として、強誘電性、高伝導性、高絶縁性、光誘起構造転移などの機能的構造を実現する分子集合体を開拓する。特に、デバイスを意識した液晶単分子膜の固定化、及び非対称性を保った三次元化を試みるとともに、相分離を利用した機能性材料の二次元パターンニングを行う。
- ・低温 SNOM では、低温強磁場中における半導体微細構造の量子効果測定に本装置を応用していく。2探針 SNOM では、光導波路の測定への応用を行うとともに、低温動作に向けた開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・極限機能分子としてのカーボンナノチューブを応用するための要素技術（大量生産、高分解能、高再現性、長寿命化等）を開発する。

《平成16年度計画》

- ・カーボンナノチューブのバリスティック伝導を実証し、デバイスへの応用を図る。カーボンナノチューブチャネル室温動作単一電子トランジスタの高感度特性を利用したセンサ応用を開発する。また、引き続き単層カーボンナノチューブの可飽和吸収効果等、非線形光学特性とその応用開発に関する研究を進める。
- ・SWNT を一本ずつに分離した状態で薄膜化するため、界面活性剤等による分散条件やマトリックスとして用いる高分子材料の探索を行う。形成した薄膜について、バンド間光学遷移に由来する光吸収・発光特性を評価する。
- ・平成15年度に引き続き、STM/STS により MoS<sub>2</sub> チューブ等の新規チューブ状物質における微視的構造と電気特性との相関を調べる。
- ・高精度電子顕微鏡法の開発。とくに単分子の構造解析を目的とする。単原子（軽元素を含む）の観察にむけて高感度高分解能の顕微鏡法の開発を行う。
- ・触媒の改善のため、新たな金属種、化学形態の探索を引き続き行い、プロセスの最適化を行うとともに、得られた単層ナノチューブサンプルの基礎特性を検討する。
- ・電子デバイス構造の試作を行い、素子の基礎的な特性評価を行うとともに、高次構造の原子レベルでの評価と電子構造評価を行い、ナノチューブ利用の要素技術を確認する。
- ・カーボンナノチューブへの新たな機能の付与のため、

引き続き、非共有結合的な化学修飾法の開発を継続すると共に、共有結合的な化学修飾法の開発も行う。

- ・ナノチューブの磁場配向を固定化した試料を作製し、その特性を評価して、ナノチューブ応用の要素技術を確認する。

【中期計画（参考）】

- ・自己集積性分子の高効率精密合成により、10-100nm の有機ナノチューブ、ナノワイヤー等の材料創製を行うとともに、構造制御および任意の固体表面に固定化する技術を開発することで、機能集積素子の実現に資する。

《平成16年度計画》

- ・ガス・医薬等の吸蔵・分離用機能集積素子としての適用を図るために、100以上の軸比を有するテラレーメイド脂質ナノチューブおよびシリカナノチューブを作成し、その固定化法を確認する。その最終段階として、4nm 以内の精度での膜厚制御を達成する。脂質ナノチューブ中空シリンダーを鋳型とした、独創的な一次元有機-金属ナノコンポジット創製技術により、幅50nm 以内の金属一次元ナノワイヤーを構築する。また、単一分子感度 SERS デバイス化に有用な金属ナノ三角柱アレイ（大きさ・間隔とも約100nm、数mm 角）を形成する。
- ・核酸塩基を想定したターゲット分子の捕捉をzeptomole レベルで捉える電極型ナノ分子センサの完成に向けて、最終年度には、ビピリジル基を導入した刺激応答性分子を用いて基板上で機能するナノ分子センサを構築する。また反応活性部位を孤立化させる独自の技術と刺激応答性分子を組み合わせることにより、ナノ分子センサを孤立状態で基板上に固定化する。センサ間の距離は、5~10nm 間隔で制御する。各センサのスイッチング機能を単一分子状態で SPM を用いて検出する。

【中期計画（参考）】

- ・ナノ機能構造体の生産性及び制御性に優れた加工法及びそれを実現する加工装置技術の基盤技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・マイクロ・ナノオーダーの流動性潜熱蓄熱材の生成・融解により、0.1K 以内の温度均一化の実証を行う。またレーザー微細加工技術に関しては、高集光長焦点深度ビームを用いたレーザードリル加工のパルス幅依存や波長依存を検討し、各材料に適した加工条件を明らかにする。これらにより、多種の材料を要求通りにナノスケールで微細加工可能なレーザードリル加工法および加工装置の基盤を構築する。

(2)-1-② 光技術

【中期計画（参考）】

- ・次世代光情報通信における高精度な光計測、光の発生・制御のため、光機能材料、超高速動作光制御デバイス、高精度光計測・制御技術、量子暗号通信等を開

発し、超高速・超高密度情報通信の実現に貢献する。  
《平成16年度計画》

- ・繰り返し160-320GHzの光パルスに対するタイミング雑音計測技術を開発する。40Gbps信号に対するクロック抽出、および再生技術を開発する。量子暗号鍵配布における光子検出速度の改善、および鍵生成率の倍増を図る。
- ・InP(001)基板上に、量子井戸・ドット結合効果を利用した負性抵抗素子を作製する。3次元フォトニック結晶では1.55 $\mu\text{m}$ 帯導波路構造デバイスの実現、フォトニック結晶-光ファイバー間モード変換素子の設計を行う。また2次元フォトニック結晶では1.3 $\mu\text{m}$ 帯2次元フォトニック結晶方向性結合器・リングデバイスの作製、FESTAのPC-SMZ技術の継承・2次元PC光回路技術開発に着手する。
- ・電子線露光法の適用による光導電スイッチの100倍以上のスループットを実現する。また、OEO集積化素子の試作を行い40GHzまでの変調器動作を確認する。OEO素子の実装技術を確認する。更に、光ファイバーが結合されたパッケージ実装タイプの試作品を作製する。
- ・1.3 $\mu\text{m}$ 帯量子ドットを用いた光デバイスの設計および試作を行う。量子情報研究として、結合量子ドットを用いた2ビット素子の試作およびビット操作に関する初期実験を行う。
- ・リッジ型光導波路型光スイッチ構造を作製し、光通信波長帯におけるサブピコ秒スイッチ動作を実証する。結合素子による微小球への結合効率を測定し、外的振動に由来する結合効率の揺らぎを抑圧するための制御機構を試作する。
- ・チャープパルスと導波路型疑似位相整合素子により、10GHz光パラメトリック発振器の開発を行う。
- ・新しい有機半導体チオフェン・フェニレン・ココリゴマー(TPC)系の光増幅過程の研究を行い、従来より1桁以上大きい光増幅率を目指す。

#### 【中期計画(参考)】

- ・光情報通信・情報処理等に必要化合物半導体、酸化物半導体等の高品質薄膜結晶成長、界面制御、微細構造形成技術による高性能光デバイス実現のための要素技術を確認する。  
《平成16年度計画》
- ・量子細線フォトFETがフォトマルチプライアに匹敵する高い感度を持つことが判明したので、この成果をもとにベンチャー起業に向け、体制作りを行う。基礎物性に関しては、量子細線中の多体効果や、バリスティック電子の挙動の解明から数百GHz以上で動作する超高速電子回路への展開を図る。
- ・p型ZnOの作製技術を確認することで、紫外域(400nm以下)で室温発光する紫外発光デバイスの実現を目指す。また、透明導電膜に関しては、150℃

以下の低温で抵抗率 $2 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 以下、400-1100nmの波長域で透過率90%以上の透明導電膜を製膜可能な技術を開発する。

#### 【中期計画(参考)】

- ・光通信における高性能光集積回路の開発を目指し、ファイバーや導波路用のガラス系材料開発とデバイス化技術開発を行う。  
《平成16年度計画》
- ・光通信用分波導波路の世界トップレベルの小型化、電子チップ間光通信用垂直入出力導波路(2ch)を試作する。蛍光ナノ粒子の分散濃度を現状の3倍以上に上げ、世界最高レベルの紫外線励起発光素子を試作する。
- 【中期計画(参考)】
- ・超高速大容量光情報をリアルタイムで処理するため、有機・高分子系材料による高輝度発光素子、フレキシブルな光導波路、ペーパーライクカラー記録表示等の開発を行う。またナノ構造を制御した光デバイスや高密度光メモリーを実現するために必要な、近接場計測・制御技術の開発を行う。  
《平成16年度計画》
- ・低温の液相プロセスで作製される金属酸化物絶縁膜において、その表面状態の改善等によりオンオフ比 $1 \times 10^5$ 以上を得る技術を開発する。薄膜トランジスタのパネル化のための保護膜を開発し、有機薄膜トランジスタ駆動の液晶表示パネルを試作する。
- ・芳香族ポリエステル薄膜中でのアルキル基含有量と電気光学スイッチ特性の関係を詳細に検討し、100pm/Vの電気光学定数の達成のために最適な組成を明らかにする。また、作成した材料を用いてフレキシブル電気光学表示デバイスへの応用を検討する。一方、カーボンナノチューブを高分子中にナノ分散化した薄膜試料について、ポンププローブ分光法により可飽和吸収効果の時間応答特性を研究する。また、カーボンナノチューブの可飽和吸収を利用したASEノイズ低減素子の試作研究を行う。
- ・高分子発光素子において、光波閉じこめ構造を適応した際の発光サイトの評価技術を開発する。また、これを利用して、電流注入型発光素子内のポラリトンの状態を解析する方法を開発する。
- ・計測技術開発に関しては光デバイス・高密度光メモリー開発のため近接場光を用いた屈折率測定技術及び核磁気共鳴顕微鏡技術を確認する。またバイオ技術と光技術を融合しセンサ基盤技術を確認する。光デバイスについてはスイッチ等の機能を組み込んだ高分子導波路プロトタイプを完成させるとともに高性能化のため微細描画技術を開発する。
- ・バイオ系分子で被服された金属ナノ微粒子を固体基板上に一定の間隔(1000nm)で規則的に配列する技術、および微粒子の光学特性の評価法を確認する。高度集積型バイオチップの開発のための要素技術を確認する。

- ・遅れている金属ナノ粒子を応用したセンサデバイスの試作品を完成させ、デモンストレーションを行う。さらに、センサデバイス以外の光技術応用分野での利用に関する検討を行い、光デバイスとしての新たなプロトタイプを作製し、共同研究相手方の発掘を行う。
- ・フルカラー記録表示材料の新しい光応答性化合物として期待されるツイスト型アゾベンゼンの光学分割を実現する。また、鎖状型アゾベンゼンの改良と露光装置の試作により、1秒以下の照射時間を達成する。材料化技術では企業と共同で、高分子マトリックスや塗膜条件の最適化で熱モード記録において反射型液晶ディスプレイ並の反射率と半値幅の実現を目指す。
- ・光重合性有機ゲルでは、分子構造や磁場印加、光照射の方法を変化させて配向の異方性への影響を明らかにし、磁場による共役ポリマーの異方性誘起の限界を見極める。光応答性高分子では、次世代表示メディアへの応用展開を考え、応答速度をナノ秒分光装置で計測する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・省エネルギー・省環境負荷を実現するために、自然光等を有効利用して光る表示素子や三次元表示が可能な書き換え可能なホログラムの開発を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・外光取り込み高効率発光素子において、RGB 三原色の画素ごとの塗り分けによるディスプレイ・モジュールを作成する。また、p-n 接合型有機薄膜太陽電池において、エネルギー変換効率3%を目指す。
- ・最終目標値である20[GB/inch<sup>2</sup>]の書き記録密度を実現する。さらに実用化にむけた技術課題の抽出とその対策について検討する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・光を利用した新材料創出、環境調和型プロセスのための技術として(1)光合成における電子移動の理論的研究、(2)色素・半導体表面等における超高速電子移動反応の素過程の解明、(3)光エネルギー変換技術の設計指針の確立、(4)レーザー等による量子反応制御実現のための要素技術の確立、(5)高密度パルス光によるレーザー精密プロセスによる高機能材料の作成、レーザー応用表面改質技術、薄膜、微粒子作成技術、極低温場レーザー反応による新規活性化化学種クラスター等の構造特異化合物の作成技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・平成15年度までの探索で確認したコヒーレントコントロール手法の最適化を行い、反応の効率を50%以上制御可能か、複数の分子種に適用可能かどうかを確認し、手法の選別を行う。
- ・平成15年度までに、水素結合クラスターで赤外前期解離反応により水素結合の切り分けが可能であることを確認したので、赤外光源を改良することにより制御効率を上げること、及び、モード選択反応の表面吸着膜

への適用を開始する。

- ・平成15年度に引き続き、半導体への電子注入効率に対する励起波長、吸着イオンの効果を測定し、今までの結果と合わせ、太陽電池における電子注入効率が何に支配されているかを明らかにする。さらに、より短時間で起こる注入プロセスの制御を目指して、フェムト秒分光法により注入機構を明らかにする。近赤外領域まで吸収し、かつ電子注入可能な新しい色素を合成する。また、過渡吸収顕微鏡の開発を進め、様々な反応系を対象とした測定を行い、新しい技術としての可能性を見極める。
- ・半導体中の電荷輸送につき、実際の太陽電池系により近い理論モデルを構築するため、平成15年度に得た過渡光電流の理論を、酸化チタンの不規則なナノ結晶に拡張する。色素-半導体界面での電荷輸送と再結合とを含めた理論的解析を行い、両者の関係を明らかにする。
- ・平成15年度に引き続き、色素増感太陽電池の高性能化に関する検討を、(1)酸化物半導体光電極の最適化、(2)新規高性能 Ru 錯体色素の開発、(3)高性能有機色素の開発、(4)電解質溶液系の最適化、(5)セルの耐久性・封止・集積化技術等の項目について行う。要素技術のさらなる開発と総合化を行い、独自の技術による変換効率9%を実現する。
- ・平成15年度に引き続き、可視光応答性の高性能な水分解光触媒の開発と、そのシステムの構築を検討する。具体的には、太陽光による水の直接分解による水素製造プロセスにおいて、自然の光合成の太陽光エネルギー変換効率のレベルに相当する、太陽光エネルギー変換効率0.3%を達成する。
- ・レーザーアブレーションにより作製したβ-鉄シリサイド薄膜の近赤外発光素子としての産業応用を目指し、レーザーアニーリングによる高品質結晶化の検討を行い、近赤外発光の高輝度化を目指す。
- ・材料を高性能・高機能化するレーザープロセス産業基盤技術を確立するために、石英ガラスの微細表面加工技術の実用ニーズに即応した研究を行うとともに、企業との共同研究から産業技術への展開を図るべく研究を進める。加工アスペクト比3以上、大面積加工1cm角以上を目指す。

#### 【中期計画（参考）】

- ・次世代光情報通信技術や高精度計測技術の基盤的研究整備のため、フェムト秒、アト秒レーザーパルス等の可視から近赤外域での発生制御、圧縮、増幅技術や極端紫外コヒーレント光の高効率発生技術の開発を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・異波長フェムト秒パルスのフーリエ合成実験を行うと共に、パルス特性測定方式の開発を行い、合成による短パルス発生方式の実証を行う。また、パルス内光波位相（CEP）を制御したパルス増幅実験を行い、増

幅高強度パルスの特性評価を行う。さらに、それらを用いた極端紫外光パルスの発生と特性評価、および光イオン化過程等における短パルス効果の確認実験を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・次世代高度物質プロセス・計測技術開発を目指して、赤外から X・ $\gamma$ 線に至る高輝度広帯域光源としての多機能放射光・自由電子レーザー、及び高機能量子放射源としての低速陽電子ビーム、プラズマ X線技術の発生制御の高度化とその微細プロセス・精密計測への利用技術開発を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・FELの発振波長域を拡大するとともに、光電子放出顕微鏡と組み合わせた金属表面微細観測への利用研究を進める。金属構造体内部の $\gamma$ 線CT観測における単色 $\gamma$ 線利用の優位性を実証する。
- ・当所独自の同心円多層膜構造のFZP以外への応用を開拓する。レーザープラズマX線の材料プロセス・微生物制御等への利用研究を進める。
- ・アミノ酸ナノ微結晶のキラル識別法の研究を進めるとともに光電子放出顕微鏡を利用し金属表面のナノ構造形成過程の追跡を行う。イオンビームを用いた潜トラックリソグラフィを行い、最適なフォトニック結晶の設計・製作を行う。ゾーンプレートの高精度化と同時に、これらを放射光ビームラインに設置し評価する。透過型光電子顕微鏡の実現のため光電変換面の最適化等、基礎実験を行う。Fe/Si多層膜のイオンビーム・ミキシングにより鉄シリサイド光機能材料の開発を行う。超伝導検出器による、標準物質の組成分析の高精度化を図る。
- ・低速陽電子ビームによる材料評価法により、イオン注入試料や薄膜試料の極微空孔構造を解明し、プロセスの最適化を図る。Cバンド小型電子リニアックの大電力クライストロンの動作試験を行うとともに、5712MHzマイクロ波を加速器に導入し電子ビーム加速を確認する。陽電子マイクロビーム開発に着手し、電子ビームを用いてビーム輸送・収束実験を行い約20mm $\phi$ のビームの輸送・収束を行うマイクロビーム化装置初段部を完成させる。

#### 【中期計画（参考）】

- ・光を利用した有用で新たな計測制御操作技術開発のため、光学部品等の形状を高精度で計測する技術および広帯域光センシング技術、光の位相やコヒーレンスを制御する技術、微粒子配列の光デバイスへの応用を目指した光ピンセット技術の研究を行う。超高精度計測、光制御、および光ピンセット技術の高度化等の研究開発を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・波長走査干渉計による新しい形状計測技術において、光学ガラス平板の表面形状測定に用いた同じ干渉縞デ

ータから、平板の光学的厚さ分布を抽出・計測するアルゴリズムを開発すると共に、民間のニーズに基づき、生産工程における部材をオンラインで光学的に検査する新しい方法を研究開発する。強度輸送方程式に基づく液晶補償光学系の原理を新たに構築し、その網膜イメージングへの応用を検討すると共に、顕微領域における光計測を目的として顕微分光装置の高度化を行い、従来の分光器の欠点を解決してイメージングに適した装置の開発を目指す。

#### (2)-1-③ 計算科学

現象発現の仕組みがより複雑化し、物理的にもコスト的にも実験・実証が困難化している状況の打破を目的として、構造と機能の解析・予測のシミュレーションをコンピュータで行うことによる現代科学技術の発展の基盤となる技術を先端情報計算センターの計算資源を活用して開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・化学反応解析技術における表面反応、生体反応など大規模反応系の高精度計算および反応経路予測技術を可能にするため、(1) 第一原理分子動力学法の高速・高精度化手法、(2) 高速分子軌道法/密度汎関数法と高速分子動力学法の結合方法、(3) フラグメント法、レプリカ法に基づいた新しいコンビナトリアル法と複雑な遷移状態の構造を広範囲にかつ高速に検索できる新しい統計力学理論に基づいた拡張アンサンブル法、および(4) 大気中の化学物質の化学反応、触媒反応、超臨界流体中の化学反応、表面反応へ応用するための方法を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・有限要素基底を用いる第一原理分子動力学法について、特に水素結合系へ適用することを目指して、さらなる高速化・高精度化を図る。適用研究としては、電極反応、超臨界水中、大気中の反応などの研究を継続して行う。特に、プロトン伝導系について第一原理分子動力学計算を開始する。
- ・FMO法の開発に関しては、継続して高精度化と高速化に取り組む。平成16年度は、電子相関理論であるDFTとMP2にFMO法を適用したFMO-DFTとFMO-MP2を実用に耐えうる程度に高速化・高精度化する。また、数千原子系の構造計算を可能とするために、FMO法の特徴を生かした構造最適化のアルゴリズムを開発する。これらの機能拡張によりFMO法の実用第一版を完成させ、大規模系の量子化学計算法の開発という中期計画の目標を達成する。適用研究としては、平成15年度の研究を継続するとともに、いくつかの典型的な系でタンパク質と医薬品分子との相互作用解析を行い、次期中期計画に向けてstructure-based drug designにおけるFMO法の実用化研究を推進する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ナノ物質解析・設計シミュレーション技術については、1ナノメートルから100ナノメートルのスケールにわたる複雑系であるナノ物質に対して、従来のシミュレーション技術を越えた新たな解析・設計技術を確立することを目的として、産業界での応用研究上重要な複合ナノ物質系の構造・機能を予測し、物質設計を実現することを目指す研究を行い、所定の機能を発現する複合系の設計指針を得ることが可能なシミュレーション技術を開発する。具体的には、固体表面や、微細孔物質（FSM-16など）における分子の自己組織化を利用した分子デバイスなどに適用し、シミュレーション技術の有効性を実証する。

《平成16年度計画》

- ・中期計画の目標を達成するために、これまでに開発した分子シミュレーションの高速化・高精度手法（高精度高速分子動力学法、可逆階層的粗視化法）、電子状態計算の高速化・高精度化手法（変分最適化基底関数、オーダーN法）をさらに高度化する。また、これらの手法を用いて、量子ナノドットの構造解明、自己集合化膜の構造形成のメカニズムの解明、脂質単層膜の分子設計、分子センサの分子認識機能の解明、セラミックス薄膜の低温成長の機構解明、ナノ構造体の機械的性質の解明などに適用し、本シミュレーション技術の有効性を実証し、中期計画の目標を達成する。
- ・「離散化数値解析法のための並列計算プラットフォーム」（PCP）について、従来の汎用ソースコード無償公開版に加えて、より深いコラボレーションを意図した共同研究前提のFEM特化バイナリー版の開発を行う。
- ・二相流解析については、ナノテク研究部門と共に、ベンチャースタートアップ課題に選択された「超微細インクジェット技術」について、1.5年後のベンチャー化を目指して、解析のマルチフィジックス化、並列化、ユーザーインターフェース等のソフトウェアパッケージ化を推進する。さらに引き続き、解析（メッシュ・粒子）モデル構築手法を内蔵した高精度解析手法を中心に研究開発を行う。
- ・半導体や高分子等の光応答の正確な理論計算を可能にする事を目指し、引き続き、凝縮系電子励起状態理論の開発を、TDDFT理論を中心に行う。磁性材料・スピントロニクス材料として有望な強相関電子系や希薄磁性半導体のスピン状態の正確な記述を可能にする為に、第一原理計算の適用範囲を強相関領域に拡大する為の理論開発を引き続き継続する。分子エレクトロニクスの実験研究に対する理論的な指針を与える事を目指し、単一分子電気伝導の理論開発を継続する。エレクトロニクス材料の理論研究を継続する。

#### (2)-1-④ 人間のモデル化技術

【中期計画（参考）】

- ・ビジョン技術を適用することで、足や体型の静的形状、

動的変形を非接触計測する手法を研究する。静立位時の形状データ、歩行、走行などの運動に伴う関節変位や形状変形データを収集し、これをコンピュータ上でモデル化することで、個人差や運動による状態差を定式化する。また、このデジタルヒューマンモデルに基づくウェアラブル製品の設計・製造・販売システムの基盤技術について、企業との共同研究を通じて具体的に研究する。

《平成16年度計画》

- ・ビジョン技術を用いて歩行中の足の変形を3次元+時間軸の4次元計測するとともに、運動中の足にかかる力を同時計測する。また、靴底フィット感の推定モデル、メガネのファッション性を推定する感性モデルの開発を行う。
- ・手の寸法・形状・構造を再現するハンドモデルを構築し、簡単な対象物の大きさと手の寸法に応じて把握動作を自動生成する。自動車設計のための全身デジタルマネキンについて、肩構造モデルを開発し、体格に応じた上肢操作軌道を生成する。さらに、多様な動作生成を実現するために、連続動作データをモーションプリントで自動的に分節化して蓄積する技術と、分節化された運動データをつなぎ合わせて別のなめらかな動きを生成する技術を開発する。
- ・足部形状データについて、独自開発の足部形状計測装置の普及を軸に、数千例規模のデータを備える国際規模のデータベースサーバを構築する。
- ・ヒューマノイドロボットの足裏や関節に人間の体性感覚に相当する触覚・運動力覚センサを取り付けることで、より安定で効率的な歩行を実現する。また、歩行時の環境情報をロボット自身が得るための3次元視覚技術を実装して、自律性向上を図る。
- ・超音波タグに関連する共同研究で、徘徊老人の見守り、生産工程管理など具体的な課題設定による行動理解の基礎的研究を進める。並行して、実際の現場での利用性向上のための、超音波タグ配置、装着技術や精度、計測周波数向上技術を開発する。

#### (2)-1-⑤ 計測・分析技術

【中期計画（参考）】

- ・計測分析結果の定量的理解と共通の尺度を提供し、先端技術開発、環境保全技術等へ貢献するため、計測分析技術の開発を行う。

《平成16年度計画》

- ・金および銅、アルミニウム等について、膜厚の異なる数種類の薄膜標準試料を作製し、放射光を用いた光電子スペクトルから各物質中での電子の有効減衰長を求める。また、応用としてダイヤモンド状炭素、触媒等の実用材料について有効減衰長を用いた深さ方向分析を行う。また、溶液の新しい定量分析法の開発として平成15年度に試作した高精度X線光学セルのプロトタイプを用いて、モリブデン等の金属イオン標準溶液

試料のX線吸収スペクトルを測定し、金属イオンの絶対量の定量分析手法としての測定誤差要因を検証し、不確かさ評価を行う。

- 国際比較と国内共同研究を通じ MALDI-TOFMS の定量性についての議論を深め国内企業への MALDI 普及に貢献する。また、光散乱と NMR を用いた液体中の拡散係数による粒径測定の高精度化を行い、不確かさ評価のプロトコルを作成する。
- 低温プラズマ中の化学種の定量的な測定法の精度向上の方法を検討する。新型向流クロマトグラフ装置の開発および分析 HPLC による微量不純物分析法の確立について、平成15年度までの実績の上に、第一期としての取りまとめに取り組む。
- 応用計測技術について引き続き、フェムト秒コム距離計、及びパルス列干渉測長計の高度化に資するために、安定した長さ測定システムを実現し、マイクロメートル領域の精度で長さ測定を行う。
- Fe アイソトープの核共鳴散乱測定で、繰り返し性と再現性の評価を行う。また回折格子の硬 X 線回折性能を測定し、低エネルギー波長測定の不確かさ評価を行う。
- 検査システムの柔軟性を高め入り組んだ部位での計測を可能とすることを目的として、検出レーザーを光ファイバーで伝送する技術を開発する。また、擬似欠陥を導入した試験片を用いたき裂検出実験及び位相共役光干渉計の超音波検出感度の向上を継続して行う。
- 高速・超高温レーザーフラッシュ熱拡散率測定技術に関して、高温においても十分な S/N 比の信号を得るため、レーザーフラッシュ法の光源としてパルス YAG レーザーを導入する等の改良を加える。また、同時に多種類の物性値を測定すると共にその相互関係を解析するため、多チャンネルのデジタル・オシロスコープ等から構成される多重熱物性記録・解析ユニットを導入する。
- イオン注入標準物質のイオン注入量の値決めに必要な分析の精度を向上させることを目的として、イオン散乱法により砒素イオン注入 Si のドーパント分析を行う。普及型陽電子寿命測定によりサブナノ空孔を測定するための装置動作条件を検討するとともに、標準試料開発に着手する。
- ピコ秒サーモリフレクタンス法による測定範囲を室温から600℃以上の温度領域に拡大するための試料温度制御装置を開発する。また、均質で再現性の良い標準薄膜を作成するために多層薄膜作成装置に膜質制御システムを導入する。さらに、示差方式レーザーフラッシュ法によりコーティングの熱拡散率を800℃以上まで計測する技術を開発する。
- 高速高分解能赤外放射計測温度技術を発展させ、走査温度計装置によるナノスケールの微小領域の測温技術の開発に着手する。

- コーティング標準物質作製装置を導入し、ジルコニア系コーティング標準物質開発を行う。
- 熱・光学特性計測システムによる熱膨張特性の評価に加えて、nL 積測定用追加ユニットの導入を行いつつ、nL 積の標準物質の候補材料となる物質の検討を進める。
- 超電導薄膜の熱履歴やクエンチ動作に伴う特性劣化を系統的に評価する方法を検討する。このために基板上薄膜のクラックや剥離に伴う局所的熱抵抗の増大を検知する測定技術を開発する。
- 平成15年度に検証された水の三重点結果のアルゴン点へのスケーリング則の有効性の検討をさらにすすめ、磁気抵抗の異方性のないセンサあるいは磁気抵抗を小さくしたセンサ等への適応を検討する。
- 「真空計を用いた圧力計測法」、「SRG を用いた圧力計測法」、及び、「真空計の比較校正法」の規格化を進めると共に、専門科として ISO/TC112における国際規格化に参加する。
- 超伝導検出器を使って、半導体技術では不可能な酸素、窒素、炭素といった軽元素の蛍光 X 線吸収分光と、飛行時間型質量分光において500kDa まで分析可能範囲を拡大し、質量数と粒子数の同時分布測定を実現する。

#### 【中期計画（参考）】

- 超伝導効果を利用した次世代電圧標準デバイスを開発するとともに、HTS-SQUID を利用した非破壊計測技術、及び広帯域超伝導 AD コンバータを開発する。《平成16年度計画》
- 20万個以上の NbN/TiN/NbN ジョセフソン接合、マイクロ波分配回路、dc ブロック、終端抵抗等から成る出力電圧10V のプログラマブル電圧標準素子を作製し、小型冷凍機による卓上冷却システムによって動作させる。
- 単一磁束量子回路を用いた高精度デジタル/アナログ変換器 (RSFQ-DA) の開発に関しては、出力50mV の RSFQ D/A 変換器を開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- スペクトルデータベースに関して、データの質と量を充実させ、インターネットでの公開を継続する、熱物性データベースに関しては、学協会と協力してインターネットを通じて公開する。《平成16年度計画》
- 分散型熱物性データベースに関しては、関連学協会、研究コミュニティとの連携により、熱物性データの不確かさを組織的に評価する体制を構築する。
- スペクトルデータベースでは、平成15年度に引き続き NMR、MS データの収集を継続するとともに、新規公開システムを開発し公開する。また、ユーザーサービスを行う。

#### (2)-2. 材料・化学プロセス技術

日本経済の持続的成長を維持するための市場創出につながる革新的技術の確立を目的として、高度情報化社会の実現や環境と調和した循環型社会システムの構築に資するナノ物質・材料技術、機能共生材料技術、特異反応場利用プロセス技術を開発する。また、工業製品の信頼性を支える基盤的技術の涵養を目的として、高信頼性材料システム技術を開発する。

#### (2)-2-① ナノ物質・材料技術

ナノメートルサイズの物質の構造制御を利用して、超高速・大容量情報処理技術の基盤となる複合機能原料や新炭素材料、持続的な経済社会発展の基盤となる精密制御高分子材料、軽量金属材料、先進構造材料の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ペロブスカイト化合物誘電体、及び酸化物導電体等の半導体プロセスと整合性の良い650℃以下の温度で材料化が可能なテラードリキッドソースや機能複合粉体ソースを開発する。

##### 《平成16年度計画》

- ・強誘電体薄膜、非鉛系圧電体膜、多孔質酸化物絶縁体膜等の集積化セラミックスの高品質化と特性向上のため、溶液原料の分子構造と化学的性質を最適化する。これらの溶液原料から合成した集積化セラミックスの特性の向上を達成し、圧電デバイス、センサ、メモリー等、複数の機能を相乗した新規機能素子への適用可能性を明らかにする。
- ・強誘電体薄膜、非鉛系圧電体膜、多孔質酸化物絶縁体膜等の集積化セラミックスの高品質化と特性向上のため、スピニング法・ディップコーティング法・ミストデポジション法等の溶液原料を用いた集積化プロセスの最適化を行う。合成した集積化セラミックスの特性の向上を達成し、圧電デバイス、センサ、メモリー等、複数の機能が相乗した新規機能素子への適用可能性を明らかにする。
- ・フラックス法による球状化処理及び粒度配合により特性制御された球状窒化アルミニウムフィラーのエポキシ樹脂との複合化を検討し、その評価を行う。また、耐湿性向上のための新規表面処理技術について開発を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・塗布熱分解法を改良し、77Kにおいて  $J_c > 1\text{MA}/\text{cm}^2$  の YBCO 交流限流素子および2GHz用超電導マイクロ波フィルター（YBCO 膜の表面抵抗0.5mΩ）を開発する。

##### 《平成16年度計画》

- ・限流器応用については NSS プロジェクト参加機関に対し、特性評価用 YBCO 膜の供試を行い、評価結果をプロセス技術にフィードバックして限流素子作製に適した YBCO 膜の作製条件を明らかにする。また、マイクロ波デバイス等の商用化に向けフィルター特性

を安定化させるために、面内誘電率の異方性のない基板上に作製した YBCO 膜の高  $J_c$  化 ( $>1\text{MA}/\text{cm}^2$ ) と低  $R_s$  化について検討する。

- ・新規リチウム電池材料として期待されているリチウムマンガン酸化物について、化学組成、結晶構造、粒径を精密に制御した試料を用いて、結晶構造、電子構造、並びに物性の解明を行い、材料の高性能化を目指す。また、固体電池への応用を目指した酸化物系イオン伝導体の新規材料開発を行う。
- ・ $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ 膜およびエピタキシャル PZT 膜については、金属組成制御や異種金属のドーピングおよび基板材料による特性 ( $T_p$ 、TCR および Pr) の依存性を明らかにし、特性の向上や低温化を図る。また、LSMO、PZT 膜の成長とともに  $\text{SnO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 等の単純酸化物多結晶および配向膜成長を検討し、TEM観察等により塗布光分解法による酸化物膜の生成機構について明らかにする。
- ・量子スピン梯子格子系複合結晶でホールドーピング量が最大である母物質のホール生成機構の詳細を0.001nmオーダーの精度で詳細に調べ、この物質系の超伝導発現の基礎となるスピンギャップ機構の詳細を明らかにする。また、Cu 以外の遷移金属を含む強相関系層状構造物質の中で、構造敏感な電子物性を持つ複合結晶体を探索する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンド発光ダイオードの開発を目的として、高圧法、CVD 法等による低欠陥密度ダイヤモンドの合成と、イオン注入法による高品質ダイヤモンド半導体作製技術を開発し、ダイヤモンドエキシトン発光を用いた室温で動作する紫外線 (235nm) 発光デバイスを作製する。

##### 《平成16年度計画》

- ・p 形ダイヤモンドの高品質化に取り組み、移動度  $1000\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、キャリア密度  $5 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ を達成する。
- ・n 型ダイヤモンドの形成技術を最適化し、キャリア密度  $1 \times 10^{13}/\text{cm}^3$ を達成する。
- ・5桁以上の整流比を持つ良好な pn 接合を形成する。
- ・非線形現象とボーズ凝縮の関連をより詳細に調べ、ボーズ凝縮による超放射現象を利用するデバイスの可能性を明らかにする。
- ・良好な pn を用いて紫外発光デバイスを作製する。
- ・微細な接合部分を形成してエキシトンを高密度に閉じこめる構造を開発する。
- ・気相法によって大型単結晶を製造する技術を開発する。50  $\mu\text{m}/\text{h}$  以上の高速成長で高品質の単結晶を合成する技術を確立する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・炭素系材料によるナノスペースを制御し、水素貯蔵及びガス分離等の機能発現とその材料化を行うと共に、単層ナノチューブ合成のための触媒開発も行う。さら

に、極限環境下で優れたトライボロジー機能等を発揮する新材料を開発することを目的として複合 PVD 法や新焼結技術を用いたトライボマテリアル、スーパーハードマテリアル等の創製と評価を行う。

《平成16年度計画》

- 平成15年度に引き続き、ハイブリッド構造体合成のために、単層カーボンナノチューブおよび DLC 基板上にフッ素置換基をつけ、その表面機能特性に関して検討する。
- 平成15年度に引き続き、ナノクリスタルダイヤモンド膜成長技術の高度化を行う。特に高分解能電子顕微鏡を用いた粒子観察による粒径制御法の開発を行う。さらに低基板温度における高品質なナノクリスタルダイヤモンド膜成長を試みる。
- 水環境下での使用を目的とした DLC 系薄膜の開発を引き続き行う。水環境下での剥離機構を明らかにし、基材との密着性の改善に取り組む。また、皮膜の構造・組成解析やトライボロジー特性等の諸特性評価を行う。
- カーボンナノチューブデバイスに対する極低エネルギーイオン照射による電気伝導特性の制御を継続して行う。さらに、単結晶ダイヤモンド基板を用いて、極低エネルギー窒素イオン照射によるドーピング効果を調べる。
- グラファイトボールについて、レーザー蒸発法による合成条件と構造の関係について詳細に調べるとともに、新機能探索のために物性評価を行う。さらに、グラファイトボール等の新炭素材料のトライボロジー特性評価を継続し、トライボロジー用途への適切な適用法を探る。

【中期計画（参考）】

- 実用省成分軽量合金を対象に、マイクロエクスプロージョンプロセスとセミソリッドプロセスを統合し、市販鋳造材より結晶粒径が1/10以下で50%以上高い強度を持つ鋳造加工プロセス技術を開発する。また、マグネシウム合金にあっては、リサイクル材の強度をパーズン（鋳放し）材の1.5倍以上（300MPa）に高めるリサイクル技術を開発する。

《平成16年度計画》

- 電磁振動プロセスにより軽量金属の連続組織微細化技術の開発を行うと共に、金属ガラスの創製条件を Mg 系以外の合金系についても調べる。また、セミソリッドプロセスによる高品質化のための成形加工条件を明らかにする。
- 軽量金属材料の高機能化のため、異周速圧延、FSP 法などの組織制御技術を用いて結晶粒組織を制御する。またそれらの材料の微細組織、特性について多角的な評価を行う。
- 固体リサイクル技術の高度化を図り、鉄鋼材料を主な対象として未使用材より強度の高い再生材の創製を目

指す。

【中期計画（参考）】

- イオン・プラズマプロセス技術による材料の超高純度化プロセス技術を確立するとともに、超高純度材料の耐高温酸化性、耐腐食性評価試験を行う。

《平成16年度計画》

[平成14年度に中期目標を達成し、本課題は終了した。]

【中期計画（参考）】

- 200℃以下の温度でナノポアセラミックス材料が合成できる低エネルギー製造プロセス技術を開発し、室内アルデヒド濃度を厚生労働省基準以下にする内装材料を開発する。

《平成16年度計画》

- 無機ナノカプセル・ナノチューブの表面処理による機能性賦与に関する研究を行うと共に、繊維金属の導入技術の検討を行う。また、機能性光触媒環境材料の開発及び光触媒環境材料の高性能化、光触媒環境材料の性能評価法の開発を行う。
- 様々な有害化学物質を選択的に吸着するような材料開発の実現を目的として、有機架橋フォスホン酸を利用した室温での合成法を更に発展させ、無機有機複合組成の骨格構造を有するメソポーラス材料の有機官能基の多様化を行う。
- 金クラスター担持材料の触媒性能に及ぼす構造の影響等について詳細な検討を行う。また、導電性等への機能性の拡大を目指し、ジルコニア、酸化スズ等を修飾したシリカエアロゲルの作製法と特性を解明にする。

【中期計画（参考）】

- ナノポア材料の新規合成方法（固相合成法、有機・無機添加剤、水熱合成法）等を確立し、固体酸触媒、分離材料、電気粘性流体、センサ等の新機能材料を開発する。

《平成16年度計画》

- SOFC において redox に強く、炭素析出しないアノード材レス電解質を検討する。また、セリア系電解質ではアノード側の表面修飾により耐還元性向上に努める。さらに、金属置換マイエナイトの排ガス浄化材としての評価を行う。また、ハイドロソーダライトのヨウ素固定能に及ぼす共存ガスの影響について解明する。
- リチウム採取の事業化に向けて、工業規模の生産で 15mg/(g・2週間)の吸着性能の達成を目指す。
- 同位体の分離技術に関しては、疑似移動相方式での複数のカラムを用いた同位体分離を行うための操作条件を明らかにする。また、多段カラムを用いた同位体分離を試み、同位体溶離曲線を作製する。また、ナノポア材料開発のポテンシャルを活用し、水環境の再生のための選択的吸着剤や殺菌剤等の開発を進める。
- 層状炭素系化合物を出発物質に合成したカーボン-シリコン複合体をベースに、層間ポリマー形成法や超臨

界方法による多孔性炭素構造体の合成条件を精査し、表面疎水性構造・ナノポア構造の精密制御を可能にする。実用ベースでの超高表面積活性炭のメタン貯蔵剤としての応用の可能性を探る。

- ・水素溶解および拡散特性について詳細に検討することで、アモルファス合金膜の水素透過能を予測する方法を確立する。同時に、その性能を最大限に引き出すための水素透過膜使用条件を明らかにする。
- ・規則性微空間材料の物性の制御方法について引き続き検討するとともに、得られた材料を反応に適用する。
- ・規則性微空間材料において触媒機能に重要な役割を担う酸性質の定量法を確立するために、酸強度の異なるいくつかのモデル的な物質に対しリン原子を含むプローブ分子を導入して P-31 固体 NMR 測定を行い、基礎データを蓄積する。
- ・平成15年度開発の新規ゼオライトの骨格置換に取り組み、触媒材料としての適用拡大を図る。同時に、この新規ゼオライトの膜化を行い、分離・反応プロセスに應用する。
- ・規則性微空間材料の分離機能に関する基礎的なデータを得るために、微空間の大きさを調べるためのプローブ物質の導入方法および固体 NMR スペクトルの測定条件を確立する。
- ・構造及び Si/Al 比がハイブリッドあるいは傾斜したゼオライト膜の作製法を検討するとともに、そのアルキル化反応や水/有機溶媒分離への応用を図る。
- ・数平均分子量1万以上の耐熱性生分解性ポリエステルアミドの合成を検討する。優れた性能を有する生分解性プラスチックとセルロースの複合材料の調製を検討する。バイオ法で得られたコハク酸塩の新規精製法を検討する。
- ・アルミニウムトリフラートを触媒としたラクトン、ラクチドの低温、含水条件での重合を検討する。生分解性プラスチックの標準物質制定のために、物質の選定、成形加工方法、サンプル形状、保存方法などを検討する。
- ・高い耐水性と触媒活性が期待されるポリマー支持体として、両親媒性球状ポリマーを新規設計し、高活性水中反应用触媒を開発する。カルボン酸-金属塩溶剤系を用いたセルロースエステル誘導体の調製法を開発する。
- ・調製・安定化技術に関しては液相レーザーアブレーション法を利用して2nm以下の結晶性酸化ナノ微粒子の合成を達成する。また、連続合成機構・回収機構と組み合わせた結晶性ナノ微粒子薄膜作成装置を開発する。機能特性評価に関しては、ナノ微粒子の界面を利用した光応答型センサにおいて、その感度を従来型の1桁以上向上させ、応答速度で30秒以下を達成する。さらに、マイクロプラズマ技術を利用した低温プロセスング技術を確認して、ポリマー基板上にナノ微粒

子をミクロンスケールで配列化させたナノ@マイクロ構造を構築する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・高分子の分子量、立体規則性、共重合性、ヘテロ元素の規則的な導入による有機・無機ハイブリッド化、多分岐高分子の新規合成法等の一次構造制御における重合機構の解明並びに多成分・多相系高分子の配向構造制御、メソ秩序構造、ネットワーク構造等の高次構造形成プロセスの機構を解明する。

#### 《平成16年度計画》

- ・極性ビニルモノマー重合触媒の開発について、オレフィン類及び極性基含有モノマー重合の適用可能な系の拡張等、難度の高い挑戦的な研究として基礎的な検討を継続する。
- ・官能基含有モノマーとオレフィン類の共重合について、オレフィンとアリルアルコールやアリルアミンとの共重合系の検討を進め、種々の組成を有する官能基含有ポリプロピレンを合成し、新規材料としての見通しを得る。
- ・大環状オリゴカーボネートの合成法のさらなる高効率化（高選択性、高収率）を進めると共に、この大環状オリゴカーボネートを原料として固相重合を進展させ、固相重合の実用的なプロセスとしての可能性を追求する。
- ・フェニレンビニレン単位を骨格とする多分岐高分子の合成、並びに、Pd 触媒による構造規則的の重合の対象モノマーの拡張をおこない、得られるポリマーの機能を評価して新規電子機能材料開発への糸口を探る。
- ・結晶性高分子を含むブレンド系あるいはブロック共重合体の結晶配向化について結晶化条件の検討と構造解析・物性評価を進め、配向方法・マイクロ相分離・結晶化条件の検討や構造形成過程の分析を行い、透明結晶性高強度材料開発の見通しを得る。また、ブロック共重合体の自己組織化による長距離秩序構造形成の解析およびブロック共重合体のナノ規則構造を利用したナノ多孔体の配列化を行う。さらに、液晶配向秩序、重合誘起相分離、架橋反応等によりネットワーク構造制御の高度化を図り、構造形成機構について検討する。
- ・自己組織化を利用した構造構築の検討、近接場光リソグラフィによる金属ナノ粒子のナノ描画の検討等をさらに進め、機能性表面材料開発への見通しを得る。
- ・電子分光結像法による高分子界面厚み測定の高精度化、高分子材料界面の可視化等をさらに進め、接合界面構造解析技術の高精度化を図り、材料設計技術の高度化に資する。
- ・開発した高せん断流動・高圧場同時賦与装置により相挙動解析をさらに進め特殊場加工条件を明らかにし、微量高せん断成形加工機のスケール・アップを図り高分散・複合化を行う。また、リアクティブプロセスングによる高性能材料の開発を進める。

- ・固体 NMR を用いたダイナミクス手法のさらなる高度化を図ると共にブレンド系、結晶・非晶系等の構造解析手法の展開を図る。
- ・結晶性ブロック共重合体等の結晶化過程を利用した構造制御に係わる結晶核生成のモデル化とシミュレーションを進展させる。
- ・結晶性ブロック共重合体等の結晶化過程について X 線回折とラマン分光の同時その場観察を行い、結晶性材料の構造制御法の進展に資する。
- ・シリカ担持触媒を用いる超臨界二酸化炭素からの環状カーボネート合成に関して、寿命および反応機構を研究する。また、Cs-P-SiO<sub>2</sub>触媒の活性種のモデルとしてリン酸セシウムの触媒活性を検討する。
- ・二酸化炭素からの炭酸ジメチル合成に関して、Co-フェナントロリン系触媒等に関して、無機脱水剤を用いる循環脱水条件下での触媒活性を評価し、スズ触媒と比較する。また、分離工程、触媒リサイクル工程などを含むモデルプロセスを構築し、工業化を想定した技術評価（コスト評価）を行う。さらに、蒸留などによる脱水工程のモデルを構築する。
- ・脂肪族ポリエステルの糸で編んだ細口径の筒に酸素プラズマ処理、アミノ酸シーケンスおよび BAM の導入を図ることによりヒト臍帯血由来内皮細胞の接着性および増殖を促進し、これをヒト体内に埋め込むことにより、革新的な細口径人工血管の開発に着手する。
- ・製品化に向けてプロジェクト化を目指すと共に、残り2つのスキームについても可能性について実証する。
- ・平成15年度までに確立した環状脂質の合成法、および擬環状化のコンセプト等を基本として、新たな環状脂質、擬環状脂質の合成ルートの確立を図る。これらを構成分子とする脂質ナノ/マイクロ構造体の顕微鏡観察を行い、これから得られる知見を新たな人工脂質の分子設計にフィードバックする。一方、合成した人工脂質の疎水部の多くはジアセチレン基を有するが、光照射により脂質ナノ構造体の高分子化（ジアセチレン重合）を図る。
- ・分子認識化合物および刺激応答性化合物を修飾した材料表面を用いて、特定の細胞を認識し、外部刺激により特定の細胞を接着・脱着を可能とする細胞センサを開発する。
- ・吸着性ととも実用的な膜支持体として要求される耐久性の保持を確立すべく更にモノマーの組み合わせを追求し、適正な複合化膜の調製法を開発する。
- ・核酸類や N-グリコシドなどの糖質物質の活用には基盤技術として糖質構造中に複数存在する水産基の位置選択的分別法を確立することが重要であり二官能性物質の利用を検討する。脂質分子については合成糖脂質とレクチンとの相互作用をさらに評価し、糖脂質の化学構造、特に糖と脂質の結合部近傍の構造（アミド基、水酸基等）が分子認識機能にどのような影響を与える

かを明らかにする。これにより生体膜マイクロドメイン形成との関わりを解明するための指針を得る。

- ・電解質機能高分子であるポリ（アリルビグアニド）とポリビニルアルコールとのブレンドによるゲルを調製し、その性質を調べ、機能性ゲルとして利用するための基礎性状を明らかにする。

#### (2)-2-② 機能共生材料技術

材料の組織を原子・分子からナノ、マイクロ、マクロにわたり制御する技術を開発し、複数の機能が共生した材料を創製する技術の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・高次構造制御により、800℃以上の腐食性雰囲気下において50 μm 以下の粉じんが捕集可能なフィルター材料、高荷重・無潤滑環境下で比摩耗量が従来材料の1/10以下の材料、400℃以上酸素共存雰囲気下においても連続的に窒素酸化物の還元除去が可能な材料、腐食性環境下でジルコニアセンサと同等の10msec の応答速度を持つ高温用酸素センサ材料が創製できることを実証する。

《平成16年度計画》

[本課題は当初の目標を達成し、平成15年度をもって終了した。]

#### (2)-2-③ 高信頼性材料システム技術

構造材料の信頼性向上、長寿命化を図るため、使用環境下での損傷形成過程を支配する主要因子の定量化を行うとともに、損傷位置の検出や損傷制御機能を持つ修復材料の開発、及び長寿命複合材料、低摩擦摩耗材料の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・破壊理論に基づいた精緻な実験的解析により損傷形成過程のモデル化を図り、部材特性の高精度な解析手法を開発する。

《平成16年度計画》

- ・圧子接触面積のその場計測手法について、計測の自動化ソフトの開発を行うとともに、さらに精度を向上させるためのプロトタイプの実装を実施する。
- ・加工損傷評価手法の JIS 原案を作成する。スクラッチ試験の損傷評価に損傷可視化手法を応用して、すべり摩耗における微小破壊を支配する力学的要因を抽出する。また、同手法の転動疲労損傷評価への応用を図り、初期表面き裂の検出を達成する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・センシング機能の高度化と逆問題解析技術を確立し、コンクリートや金属構造体の亀裂発生部位に接着修理可能な損傷位置評定機能や損傷制御機能を持つスマートパッチを開発する。

《平成16年度計画》

- ・超音波検出能を向上させるための FBG 光ファイバセンサシステムの開発を進め、従来よりも10倍以上の感

度の向上を図る（圧電素子と同程度の感度レベルまで引き上げる）。また、本システムを人工欠陥（幅0.3mm、深さ0~10mm、長さ0~10mm）の非破壊検査に適用し、その検出性能を明らかにする。

- 健全性評価技術の開発に関しては、ラム波伝播速度測定により CFRP 積層板におけるひずみを誤差10%以内の精度で計測する新たな手法を開発する。また、金属材料に発生する疲労き裂を広域監視できる超音波センシング法の開発を進め、数10cm の範囲に発生する深さ2mm までの疲労き裂を検出できる手法を開発する。
- 構造制御に関して、板に適用できる波動制御技術を開発し、損傷検出センサとしての評価を行う。騒音制御に関して、自動車に適用可能な制御用アクチュエータを開発し、遮音性能6dB の実現を目指す。
- アクチュエータの特性評価方法基準を作成し振動制御器への適用を実施する：170pC/N が得られた  $\text{Sr}_{2-x}\text{Ca}_x\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ 系材料を用いたアクチュエータを試作後、高荷重下（0.2MPa）での特性評価法および高電圧下での静・動疲労耐久性手順書を作成し、クラスター噴射用 A/C ( $1 \times 10^{-7}$  torr で0.2MPa のガス噴射、バルブ開閉時間0.1mm 秒以下、 $1 \times 10^6$ 回連続使用)開発をおこなう。
- 実用化を目指して、 $(\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{NbO}_3-x\text{PbTiO}$  ( $x < 15\text{mol}\%$ ) のペロブスカイトセラミックスの常圧焼結について検討する。相対密度が95%以上、80kV/cm の電場誘起歪みが0.5%以上の試料を作成する。圧電体としての安定した組織構造が得られる条件を決定するとともに、荷重下（2MPa）での変位挙動を評価し、振動抑制用素子としての機能を検証する。また、平成15年度に引き続き、完全非鉛で高性能な圧電セラミックスの開発について検討するとともに、企業との共同研究によりそのデバイス化を目指す。
- 「再生シリコーンゴム高機能化」については、高価なシリコーンゴムをリサイクルにより低コスト化を実現するだけでなく、SMA との複合化と高機能化材料の添加により高付加価値化する研究を行う。併せて性能評価方法も検討する。
- 平成15年度に確立した、ディスク状 PZT 厚膜素子作製技術を用いて、膜厚10  $\mu\text{m}$ 、直径5mm~500  $\mu\text{m}$  程度のディスク状素子をスマートパッチに組み込み、動作特性の評価を行う。その結果を素子設計にフィードバックさせることにより、スマートパッチ用圧電膜素子形状の最適化を図る。
- 直径200  $\mu\text{m}$  の金属コア入り圧電ファイバーを用いた振動抑制ボード10dB 以上のダンピング効果を得るための最適化を行う。またこの研究から発展した応用研究として、形状記憶効果、超弾性効果と圧電効果、焦電効果の4つの効果を組み合わせた複合機能性ファイバーの開発を行う。圧電素子のキャパシタンス性能の

3nF 以上に向上させ、またコイル状に成型することにより、10  $\mu\text{H}$  程度のインダクタンス機能を加え CL 強振回路を内蔵したコイル型圧電ファイバーの作製を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- 強化材と母材との界面結合力をコントロールする技術を開発し、セラミックス基複合材料においては、弾性率が110~160GPa の複合材料を2週間以内に製造できる技術を開発し、金属基複合材料においては、500℃での耐食性を2倍以上高めた材料及び800℃での耐摩耗性を2倍以上高めた材料を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- 高温の耐溶融塩腐食性に優れたコーティング技術を確立するために、摩擦被覆技術によって作製した Fe-Cr-Ni-Mo-C 系多相材料及び高 Ni 系材料の被覆材の耐溶融塩腐食特性を評価する。また、実用を想定した  $\text{Mo}(\text{Si},\text{Al})_2$ 系コーティング/アルミナ中間層/Nb 基複相合金基盤からなるコーティングシステムモデル材を対象として、より実機環境に近い繰り返し加熱試験による高温耐熱性評価試験を行う。
- セラミックス基複合材料の開発では、強度特性と組成の関係性を調べる。また大型化のために、複合材の接合法についても更に検討を加える。SiC 系多孔質材の高温での用途開発を行う。
- 耐環境性評価技術の開発では、予測技術として水素脆化のシミュレーションを行い、計算手法を総合的に検討すると共に、試作した耐環境性評価装置の性能向上と、それを用いた金属材料の耐環境性評価を引き続き行い、耐環境性を高圧水素貯蔵容器の観点より検討する。

#### 【中期計画（参考）】

- 複雑形状の構造部材表面にダイヤモンド質薄膜やオキシカーバイド薄膜等の耐久性、耐食性に優れた皮膜を形成する技術を開発する。また、極限的環境下で使用できる BCN ダイヤモンドの焼結体等から成る低摩擦・超低摩耗材料を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- マグネシウム押し出し加工の際に使用する金型に DLC コーティングを行い、その金型を用いて、押し出し加工を行い、膜の密着性を評価する。高荷重・高線速度の摩擦摩耗試験により、実使用状態に近い条件下の DLC 膜の摩擦摩耗特性を評価する。導電性 DLC 膜の燃料電池セパレーターへの応用や DLC 膜のプラスチック材料への応用についても更に研究を進める。
- BCN 系硬質材料の実用規模に繋がる合成技術の開発、特性評価を行い、超低摩耗等材料合成技術を確立する。

#### (2)-2-④ 特異反応場利用プロセス技術

材料製造に関わる環境や、エネルギー、製造コスト等の制約要因を克服し、材料の国際的な競争力を強化する

ために、特異な反応場を利用した新たな新たな材料製造プロセス技術の開発を目指して、以下の研究開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・微小重力環境を利用して、融液の凝固過程の制御を行うことにより、従来技術で作成される2倍以上(20mmφ)の大きさの高感度赤外線センサ用化合物半導体材料が作成できることを実証する。

《平成16年度計画》

[本研究課題は中期計画の目標を達成し、平成14年度で終了した。]

【中期計画（参考）】

- ・マイクロ波やプラズマ等を利用して、従来の焼結技術と比べ、焼結温度を200℃低く、焼結時間を2分の1とするセラミックス焼結技術を開発する。また、生体構造・機能を模倣したテンプレート、自己組織化等の分子制御技術を用い3次元的規則配列構造を形成する技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・遠心焼結によるデバイス部材の試作に取り組み、機能特性及び信頼性について評価する。無機バインダーの可塑性についての因子を明確化する。シリカナノ粒子を用いた多孔体の気孔形成機構について検討をする。無機物質の表面に高反応性の有機分子を導入する手法を用いて、自己形成体を作製する。イオン付着質量分析法（IAMS）による詳細な燃焼時の発生ガスデータの解析を達成する。
- ・生体の階層的構造と多重的機能を模倣し、テンプレートや自己組織化等によるナノからマクロスケールまでの構造制御に関し要素技術を確認する。生体、生物機能を高度に活用できる部材ならびに、微量選択的、自己集積化プロセス、個別性再現に関する製造技術の研究開発を進め、細胞組織担体材料、薬物担体等への生体機能性無機系材料の適用可能性について明らかにする。
- ・ナノレベルの微細構造を持つ様々な形態のセラミックスを作製するテンプレティング技術開発を進め、診断用チップや発色システムを微量有害化学物質センサ等、診断技術において、高齢化社会の安心安全に資する検討課題の実用化に向けた開発を行う。
- ・生物の機能を取り込み、生物機能を活用できるバイオ-有機-セラミックスハイブリッド材料ならびに生物機能を活用した高選択的な製造プロセス用無機系担体等の開発を行う。生物機能発現評価、メカニズムの解明とともに、微量有害化学物質削減等の技術分野において応用を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・超臨界水反応場を利用したプロトン利用有機合成法を確立する。

《平成16年度計画》

- ・超臨界水の酸触媒機能を利用して、ビタミン A 合成

の中間体となるシトラール等の有機合成反応について検討する。また、中期計画の最終年度であるため、これまでに見出したバックマン転位反応、フリーデルクラフツ反応などについて反応機構解明や反応条件の最適化を図り、プロセス化のための超臨界水有機合成反応の体系化を行う。更に、超臨界水対応流通式 NMR の In-situ 測定技術を開発し、超臨界水の溶媒特性や反応過程を解明する。

【中期計画（参考）】

- ・超臨界二酸化炭素を反応媒体及び基質とするウレタン、エステル化合物等の合成技術を開発する。

《平成16年度計画》

- ・超臨界二酸化炭素反応場を利用した核水素化反応等の有機合成反応について検討する。また、中期計画の最終年度に鑑み、これまで検討してきた不飽和化合物等の選択的水素化反応や二酸化炭素を基質とする化学反応について反応機構解明や反応条件の最適化を図り、プロセス化のための超臨界二酸化炭素利用有機合成反応の体系化を行う。更に、超臨界二酸化炭素の多相系触媒反応システム等における拡散係数等のマクロ的特性と回転相関時間、動径分布関数等のマイクロ特性等のデータを集積し、溶媒機能の最適化条件の構築を行う。

【中期計画（参考）】

- ・高温・高圧の反応制御技術を開発し、アセチレン等の固相重合によるポリマー機構の温度・圧力反応条件依存性を明らかにする。

《平成16年度計画》

- ・ポリブタジエンの高圧架橋反応過程を赤外分光により測定し、反応速度の算出および反応機構解明を行う。反応生成物については、屈折率や光透過率などの光学物性や架橋率を計測し反応条件、架橋率との相関を求める。可視光領域において実用レベルとされる屈折率1.7の高屈折率ポリマー合成のための指針を提供する。
- ・分子固体酸のプロトン拡散を詳細に調べるため、これまでに確立した赤外反射スペクトル法に加えて、高温高圧下におけるイオン伝導度測定手法を構築する。硫酸、リン酸と比較するため、三角形イオンを持つホウ酸の測定を行う。

(2)-3. 機械・製造技術

経済社会の持続的発展を支えるための技術の緻密化と融合化による産業競争力の強化とともに、環境と調和した経済社会における資源の円滑な循環、高度情報通信社会及び高齢化社会、少子化社会への対応のために、製造技術と基盤となる情報基盤技術に関するものづくり支援技術、各種産業へ影響する機械製造技術の微細化、精密化のためにマイクロナノ加工組立製造技術、環境との調和を実現する循環型社会構築のための IT 技術と融合化した循環型生産システム技術、機械システムの信頼性・安全性の向上を目的とした信頼性工学技術の研究開発を推進する。

## (2)-3-① ものづくり支援技術

加工技能の技術化に関する研究を、製造技術とその情報通信技術に関するアプローチで集中的、先導的に進め、産学官連携体制の中で、成果を随時産業界へ提供する速効波及型研究を行い、テクノナレッジネットワーク上で評価する。

## 【中期計画（参考）】

- ・ニーズや重要性の見地から選定した加工分野に関して、センシング技術、加工データベースシステムと加工条件決定などの技術コンサルテーションが可能な加工支援プロトタイプシステムを開発し、加工条件設定などに必要な時間が短縮されることを示す。

## 《平成16年度計画》

- ・加工情報集積については、インターネット上に公開した評価版の加工情報データベースに対するユーザーの意見を参考にしつつその充実を図り、正式版の公開を実現する。
- ・ものづくりセンターの公開データベースと自社データベースのネットワークを用いた連携利用に関し、中小製造業と共同して先導的高度利用法の実証例を示す。

## 【中期計画（参考）】

- ・ものづくり支援に統合的に運用可能な、プログラム単位の結合、自由な組み合わせにより、設計製作現場で必要となる情報を、既存のシステム等が管理する利用者権限に応じて使用可能とする設計製作支援共通プラットフォームシステムを開発し、有効性検証を目的としたプロトタイプシステムの開発と評価を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・プラットフォーム機能として、インターネットを經由して遠隔地の拠点間で、コンポーネントの起動やオブジェクトの転送を行う機能を開発する。
- ・「製品データ管理機能」の機能強化と適用業務の拡大を実施する。新規に「設計変更情報の管理・通知機能」を開発する。

## (2)-3-② マイクロナノ加工組立製造技術

各種産業へ影響する機械製造技術の微細化、精密化のために、ナノ加工技術、マイクロファブリケーション技術等の研究開発と、その一層の高度化のため、基礎となる各種現象の解明、原理・手法の確立、計測、評価を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・精密形状転写加工や、ビーム加工等における加工点付近での微小な加工現象を解明し、それを応用して、微細構造、超精密形状等のマイクロ構造材料に適用できるマイクロファブリケーション・解析評価技術を開発する。ダウンサイジングに適した工作原理を示すため、体系的なマイクロ機構力学の解明と設計技術に基づいて、実用性の高いハードウェア/ソフトウェアを市場および学会に発信する。さらにナノトライボロジーの解明、微細固体駆動素子技術および組立技術等を通じ、

超微細加工技術と評価技術、微小流体操作システム等の高集積機械システムを実現する。

## 《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、粒子衝突シミュレーションについて、詳細な検討を加え、常温成膜体の粒子間結合の化学的安定性を評価する。
- ・電極材料、電極配列、放電管形状、放電形態などを変えて放電による粉末改質を行う。
- ・X線による欠陥回復メカニズムを調べるために、ESRによる欠陥評価を行う。また、イオン結晶か共有結合結晶かによって回復挙動がどうかを調べる。これらの結果から、実用範囲の見極めを行う。
- ・シリコン基板については、凹凸構造上への作成方法の改善について引き続き実験を継続する。また、シリコン以外の基板について、セラミックス等を用いる方法についても検討を加え、本手法が有効に利用できるデバイスについて検討する。
- ・圧電デバイスについては、より薄膜駆動の要求される用途でデバイス試作、性能評価を行う。また、誘電体材料の応用として、高周波回路基板への適用性を評価する。さらに、デバイス化基本技術として、エアロゾルデポジション法による積層化手法の技術課題を抽出する。
- ・耐磨耗用途や耐腐食用途のコーティング手法として、ナノコンポジット構造体の作成、評価を行う。
- ・ナノコンポジット磁石、電磁シールド膜としての基礎特性評価と課題抽出を完了する。
- ・各種原料粒子の圧縮破壊強度と成膜体の成膜速度、機械強度との相関データを取得する。
- ・機械特性の微視的観察により、DLC膜の形成パラメータや、ESRの利用などの方法によって、DLC内部に微小ダイヤモンド相があるかどうかを検出する技術開発を行う。
- ・X線による欠陥回復過程とひっかき強度との関係を調べ、欠陥回復技術の応用を図る。
- ・3次元有限要素法によるシミュレーションにおいて、大規模モデルの計算を可能にする並列計算法について検討し、解析システムを構築する。
- ・平成15年度に引き続き、各種エネルギー援用法による成膜体電気特性の向上を検討し、成膜条件を最適化する。また、エアロゾルデポジション法の適用範囲拡大を目指し、大気中エアロゾルデポジション等実現のためのフィジビリティ研究を行う。
- ・潤滑剤分子の表面吸着構造と摩擦力との関係を明らかにする目的で、ポルフィリン・フタロシアニン誘導体分子を用い、表面吸着構造と摩擦力について検討を行う。金属を内包したポルフィリン・フタロシアニン誘導体を用いて、分子セルオートマトンの実現へ向けた基礎的実験を行う。感圧分子素子の実現へ向けて、フタロシアニン誘導体を用い、圧力と発光強度、波長の

関係を近接場光学顕微鏡（NSOM）を用いて解明する。ナノ電極に固定した有機分子の系を中心に、電界素子の動作機構の確認を行う。またこの系の MEMS 構造への実装に取り組み、ナノ化学センサや新型受光素子の開発する。

- ・マイクロ/ナノトライボロジー現象の解明を目的に、マイクロ AFM の開発を含め、高感度・高分解能トライボロジー計測技術の開発を進める。
- ・平成15年度の実験結果をもとに、液晶ジャーナル軸受の数値解析法を改良し完成させる。また、高速回転条件下の実験を行ない、その制御性および実用性を見極める。
- ・ナノインデンテーション、レーザー誘起弾性波測定、AFM インデンテーション、各々の長所を生かし、硬質薄膜表面の物性測定技術の高度化を目指す。また、硬質材料に限らずポリマーなどの軟質材料も対象として、薄膜材料一般の機械的特性評価技術の確立を目指す。
- ・SEM 内 AFM 加工システムの構築を進め、ナノスケール機械加工の基礎的な現象を解明する。
- ・小型3次元座標測定装置のステージ小型化を図り、微小円筒の直径および真円度測定装置を開発する。これは、エアスピンドルをベースに微小円筒を回転させ、対向する1対の接触検出プローブを用いて微小円筒の直径、真円度を測定するシステムとして構築する。
- ・国内外にて宣伝・啓蒙活動および企業連携を進める。小型塑性加工機については試作システムを用いた実験を行い、最適加工条件を探ると共に、さらに積極的な温度制御を行える金型および小型塑性加工システムの試作を進める。再構成可能なモジュール型小型工作機械の設計・試作を行う。
- ・高剛性フレームにおける工作機械剛性、加工精度と従来フレームの比較結果、加工機の熱変形特性を示すことで、新型デスクトップ複合加工機に適したフレーム構造、サイズ、重量等を考察する。提案した新規加工技術が実現可能な実験装置を制作し、基礎実験結果から加工技術の精度、能率等展望を示す。
- ・セラミックス材料の特性を加工後も維持できるためのレーザーソース、照射条件または複合する加工技術を示す。セラミックスの微細3次元形状加工システムを構築し、放電加工で得られる加工表面粗さ以下の形状加工を実現する。
- ・平成15年度に引き続きピエゾ薄膜アクチュエータを利用した2軸スキャナーの商品化を図る。主に光学系のシステム化とコスト低減を検討する。輝度が上がらないことを考慮して、プロジェクトとしての用途とともに、網膜投写型についても試作を行う。ピエゾ薄膜の新しい応用として高周波通信用の低電圧駆動、低損失のメカニカルスイッチ試作を行う。
- ・現在、最も応用が注目されるパイレックスガラスに焦

点を絞り技術開発を進める。パイレックスガラスについては導波路やモスアイ構造を今までの数10ミクロン角の微小領域から20mm 角までに増やす。具体的には、3次元の大きな型を製造するためにテーブル送り加工つなぎの精度の向上を図る。また、成形性を改善するために超音波振動の利用可能性を試験する。

- ・マイクロ流体システムの分析部分の分注機能を統合化する。これによりクロマトグラフィーによる分離と更なる詳細な分析が可能な流体システムを製造する。適用できる温度範囲や化学的耐性を改善し、コストを下げるためにガラスの微細成形体の導入を進める。またガラス同士の熱接合技術を開発する。アライメントは微細な溝のすりあわせ方式を使い、10ミクロン程度の精度を目指す。
- ・最終システムとしての貫通ウェハ接合、絶縁化、電極製作を行い、システム試作を行う。企業との共同研究によりプロトタイプを試作する。想定システムは貫通電極ウェハを用い、微小な CCD カメラの配線を行う。
- ・イオン導電性セラミックスの自立膜を用い、小型燃料電池を試作する。セラミックス膜の特性について所定の性能が得られない場合を想定し、自立膜を用いない平面型システムおよび企業と共同で行っているセラミックス担持型システムと比較する。
- ・人体へ搭載する強誘電体素子の発電機能を用いた発電デバイスと紫外線センサを組み合わせた、電池交換を必要としない独立型センサを試作する。また通信用電源も供給できるように発電デバイスを改良し、特にセキュリティ分野を中心に、センサ・電源・通信機能を有したユニットの応用を探索する。
- ・これまでのハード面の施設整備に加えてソフト面も含めた充実を図る。具体的には MEMS のユーザーフレンドリーな環境整備のための知識データベース、プロセスや成膜に関するデータベースの開発を国家プロジェクトの一環として行う。
- ・複雑な現象の背後の決定論的なダイナミックスに基づいた、客観性の高い非線形統計解析の手法を改善するとともに、信頼性の厳密な評価を行い、様々な現象に用いることが可能となる解析手法を開発する。この手法に基づき、パターン解析と制御に関してパターンの定量化とその時空間データの解析を中心に取り組む。また、複雑系の工学応用の具現化のための指針を提示する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ナノスケールの微細領域の加工の実用化に不可欠なメカフリーの高制御性・高速・超微細レーザー加工装置を開発するための要素技術として、高コヒーレンス完全固体レーザーのための温度安定化技術と、超解像技術を用いる極微細加工技術の基盤技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・固体半導体レーザー冷却に相当する高熱流束除熱を実

現する薄膜分離型熱電素子を製作し、温度安定化を実証する。また、レーザー微細加工技術については、複数本の高集光長焦点深度ビームを生成できる回折光学素子の耐損傷性を、加工に利用できるように向上させる。また、平成15年度付随的に開発した微細径深穴内部形状評価技術を、汎用的に利用可能な技術に展開する。これらにより、レーザービーム微細加工技術の生産性を向上させるための基盤を構築する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ナノメートルオーダーの構造を制御して量子機能を発現する構造体の基盤となる、均一（標準偏差1.2以下）無汚染の1~50nmの超微粒子の作製・制御技術を開発するとともに、プロセス場の計測・解析及び制御技術と、ナノ粒子操作技術の応用展開によりナノスケールの機能付加工技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・コアシェルナノ粒子の界面制御、ナノ粒子の複合化などによって、電磁気的な相互作用を利用し、ナノ機能の複合的な制御手法を開発する。これにより、ナノメートルオーダーの構造制御による量子機能の発現および構造体への機能付加を、粒子技術を用いて実現する技術の基盤を開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・マイクロスケールオーダーの微細形状の成形加工プロセスの最適化に向けて、プロセス条件とミクロな環境が構造、組織、形状及び性能特性に及ぼす影響について検討し、成型材料の硬化の過程の解析技術とホログラムを用いた非接触計測技術を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・これまで硬さという一軸圧縮変形を指標に研究を進めてきたが、今後はせん断を加えた場合の効果を、スクラッチ試験や単純切削試験により検証し、加工液が与える表面破壊への影響とケモメカニカル効果の加工への応用を検討する。
- ・加工現場等の測定環境が悪い場所でも用いることが可能な、光干渉計システムを構築する。また計算機ホログラムから基準光波面をより高度化するための技術を開発する。成型材料の硬化過程を解析するため、型形状と硬化した成型材料の形状差を計測する技術の基盤を開発する。これらにより、マイクロスケールオーダーの微細形状部品の成形加工プロセスの最適化に向けた、非接触計測・解析技術を確立する。

#### (2)-3-③ 環境負荷低減生産技術

#### 【中期計画（参考）】

- ・環境との調和を実現する循環型社会構築のためのIT技術と融合した循環型生産システム技術の確立を目指し、設計・製造・使用（メンテナンス含む）・廃棄（リサイクル含む）といったライフサイクルシナリオを製品特徴に応じて最適化し、製品ライフサイクル管理手法を確立するとともに、各種エコマテリアルプロ

セス等、省エネルギー型のプロセスの開発を行う。また、次世代のエコトライボロジーシステム構築のための基礎研究を推進する。

#### 《平成16年度計画》

- ・資源循環型製品のサービスのあるべきモデルを製品特性や排出量モデルによる分析により提示する。
- ・通気性評価のため気孔率や砥粒分布の異なる砥石による実験データを蓄積し、数学モデルとの比較検討を行う。実験データとの定量的一致を目指した数学モデルの検討、開発を行う。
- ・背圧鍛造によりMg合金の自動車等部材形状への成形を行う。Mg板の溶湯直接製造について、表面性状の改善、安定した板材製造のための装置の改善を行う。また、粉末技術を利用して研磨スラッジより金属粉末回収とその球状化技術、発泡材への成形技術の応用開発を行う。
- ・開発した固体潤滑高速噴射法を用いて表面に固体潤滑層を有する金型を作製し、組織、トライボロジー特性を評価するとともに、マグネシウム合金の鍛造試験により加工性能、表面性状、寿命などの評価を行う。そして、ドライ加工が可能な高性能金型を開発する。
- ・「金属系生体材料の疲労試験方法」の素案に基づき、平成16年度内のJIS規格化を行う。JIS原案に追加データの取得および解説に加える長期間の疲労データの取得を行う。生体親和性材料のテクノロジーアセスメント技術開発委員会のサブリーダーとして「ものづくり」の視点から技術的な取り纏めを行うとともに、中間目標を達成できるように取り纏める。ヒップスクリュー、髄内釘の骨接合用品および人工関節に関する性能評価技術の開発および方法の取り纏めを行う。
- ・目標の超塑性発現ひずみ速度が達成できる組織制御工程の代替法の高速超塑性特性を確認し、これにより高速超塑性を示すSUS304の円板素材（直径120mm）を試作し、開発した素材調整プロセスが妥当であることを実証する。これによって、平成13年度終了テーマのスーパーメタルプロジェクトの成果である超塑性SUS304の実用化の目処をつける。
- ・Mg合金AZ9Dの噴射成形法による健全材を得るための条件を模索するとともに、活性化エネルギーの観点からAZ91D材の異常伸びの機構解明を図り、AZ91D平板材の応用を探る。
- ・高温用固体潤滑材として知られているCaF<sub>2</sub>、BaCrO<sub>4</sub>等と同じ結晶構造を持ち、優れた潤滑性が期待できる化合物、あるいは硫酸塩など最近優れた高温潤滑性が報告されている化合物などについて高温摩擦試験を行い、使用可能温度範囲が従来の固体潤滑材より広い化合物の探索を行う。またニオブ基合金についてLPPS法あるいはスパッタ法による適切な耐酸化コーティング条件を求める。
- ・学会などの場を通して平成15年度のラウンドロビン試

験結果を公開する。また、より多くの参加機関を募って国内ラウンドロビン試験を実施すると同時に、試験結果をドイツのグループに提供し、国際的な連携のもとにデータの信頼性向上を図る。

- ・水・アルコール潤滑における摩擦・摩耗の原因を明らかにし、潤滑特性の向上のための潤滑システムの設計を行う。
- ・各種の植物油について SRV 摩擦試験における摩擦・摩耗特性を調べ、工業用潤滑油として適当な粘度の基油を創製する。鉱物油潤滑油において添加剤で補強を図る特性に着目し、これらの機能を発現可能な植物油を探索する。

#### (2)-3-④ 信頼性工学技術（安全対応技術）

##### 【中期計画（参考）】

- ・診断アルゴリズムの開発、AE や振動など複数の情報を解析するマルチモニタリングによる高信頼性異常予知診断システムや電磁現象を応用した高精度損傷評価技術の開発を行い、実機への適用性を検証する。また、機械要素の寿命・材料評価に関するデータベースを構築するとともに機械要素の精度保証システムを提案し、国内案を作成、ISO の規格制定・改定に貢献する。

##### 《平成16年度計画》

- ・二元系および三元系の各種融液成長複合材料（MGC）の超耐熱構造材料について、超高温高压水蒸気等の過酷環境下における劣化機構の解明に着手するため、同環境下での暴露試験・クリープ試験を行い、組織安定性および耐クリープ特性について調べる。また、その各種構成相の同環境下における各種イオン等のエネルギー安定性を第一原理計算を用いて調べる。同時に、超高温高压水蒸気環境下における耐久性評価試験法を開発するため、既存の模擬実環境材料試験評価装置を高性能化する。
- ・シミュレーション手法を援用した AFM/MFM ハイブリッド・ナノキャラクタリゼーションの高度化に関する研究を継続し、強磁性形状記憶合金の機能発現劣化メカニズム、劣化メカニズムを解明する。また、これまで得られた知見を統合し、MEMS 構成材料としての適用性を検証する。
- ・設計－製造－適用のトライアングル相関関係における先進材料・構造システムの研究開発課題の具体例として、可動電気機器用フィラー添加エポキシ樹脂の長期耐久性向上と酸化物形燃料電池（SOFC）の機能劣化防止とその長寿命化を取り上げる。前者について疲労強度特性に及ぼす環境因子を明らかにすると共に、後者については金属・セラミックスの複合構造システムの劣化メカニズム解明と加速評価試験法の成立性について考察する。
- ・ボールアーティファクトによる歯形測定機校正方法の JIS 規格原案を作成する。
- ・軸受損傷をはじめとするメンテナンストライボロジー

について、技術課題を系統的に整理する。

- ・AE と振動の複合センシングで、検出感度を向上させる。
- ・転がりで発生する AE を、一点繰り返し荷重で発生する AE と比較し、転がりにおける AE の発生メカニズムを検討するとともに、効率的な AE 検出を行うための条件を明らかにする。
- ・システム基盤技術に関しては、従来、経験的・感覚的にしか把握しにくい実際のアーク溶接現象を、定量的に解析し、適正及び不適正条件下での溶接現象とその結果を相互比較可能なデータベースとして公開し、研究結果の普遍化を図る。

#### 別表 2 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

我が国の産業の発展、国民生活の安寧はもとより広く人類の持続的発展に貢献するため、国土の利用や資源開発・環境保全に必要な地質の調査、国土の地質学的・地球科学的実態の正確な把握、地球科学に関する基礎的・先導的・応用的研究、ならびに地震・火山等の地質災害の軽減研究を実施するとともに、海外地質調査、国際研究協力及び技術協力を推進し、これらの地質学的・地球科学的情報を広く国民に提供するために、各項目の中期計画に対して平成16年度は以下の研究開発等を行う。

##### ① 【地質情報の組織化と体系的集積・発信】

[地質図・地球科学図の作成]

##### 【中期計画（参考）】

- ・地震予知・防災に関する緊急性の高い特定観測地域 1/5万地質図幅13図幅、社会的及び地球科学的重要地域の1/5万地質図幅17図幅を作成する。1/20万地質編さん図の全国完備を目指して、未出版8地域を作成する。さらに特定観測地域の1/20万総括図8地域の調査を実施する。

##### 《平成16年度計画》

- ・5万分の1地質図幅に関しては、村所・五條を始めとする26地域の地質調査を実施し、木次・生野など7地域の図幅を完成する。20万分の1地質編さん図については、白河、窪川を始めとする6地域の地質調査を行い、一関地域、山口及び見島地域、小串地域の3図幅を完成する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・主要四島沿岸海域のうち未調査である北海道東方5海域の調査を行うとともに、1/20万海洋地質図を14図作成する。

##### 《平成16年度計画》

- ・第2白嶺丸を用いて、北海道太平洋側沖「根室・日高沖海域」の海洋地質調査を行い、得られた資試料等の解析・分析等の実施や地球物理データを処理する等、海洋地質図作成の準備を行う。また、すでに調査の終わっている海域データの解析を進め、日御碕沖海底地

質図、石狩湾海底地質図、北見大和堆海底地質図及びそれら海域の重力・地磁気異常図の原稿を完成させる。また、隠岐海峡表層堆積図、北見大和堆表層堆積図、金華山沖表層堆積図、見島沖海底地質図の原稿を完成させる。

#### 【中期計画（参考）】

- ・重力基本図4図と50元素の全国1/200万地球化学図を作成し、中国・四国地域における重力調査を実施する。さらに、人為汚染地域の1/20万精密地球化学図作成手法の開発を進める。

#### 《平成16年度計画》

- ・重力基本図については、平成15年度までに測定した九州地域の重力データの編集を行うとともに、中国・四国地域の調査を継続する。これらの結果に基づき、九州地域の重力基本図1枚を完成する。
- ・空中磁気図については、平成15年度までに測定したデータの編集により、地殻活動域の高分解能空中磁気異常図1枚を完成する。
- ・日本の沿岸海域地球化学図を作成するため、関東・東北地方沿岸海域から海底堆積物試料を採取するとともに、海底堆積物中の有害元素の計測法の検討を行う。
- ・地球化学サイクルにおける風送ダストの研究では、最終年度に当たるため、最終の観測を行った後に終結のための準備、整理・とりまとめの作業に入る。これまでのデータの解析を行い、ワークショップに参加して成果の公表等を図る。

#### 【中期計画（参考）】

- ・大都市圏精密基盤構造図および衛星地盤変動図作成手法を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- ・京都盆地南部で補足調査・既存データ収集を実施し、堆積構造に時間目盛りを付したうえで、京都盆地南部の精密基盤構造図プロトタイプを作成を試みる。
- ・首都圏における東西トランセクト作成に向け、平成15年度測線のさらに西方で反射法調査を実施し、既存情報と併せて基盤構造を解明する。
- ・衛星地盤変動図の研究に関して、インタフェロメトリ機能だけではなく、偏波を利用したポラリメトリ機能を用いた地殻変動量の抽出技術について検討する。
- ・平成15年度に担当研究者の異動により休止したが、定量評価を終えた地盤沈下地域を対象に地盤変動図のプロトタイプ作成を行い、CD-ROM版を公開する。
- ・首都圏北東部、特に東京低地南端部、荒川低地においてボーリング調査、物理探査を実施し、地域的な層序・岩相・堆積物物性の標準的な特性を明らかにする。中川低地付近の浅層域でのS波速度構造・密度などの地球物理学的地下構造を面的に評価し、層序対比による地質構造モデルと比較する。下総層群上部のテフラ層序の標準化を進める。
- ・首都圏平野部地下の第三系について、地下地質構造モ

デルと弾性波探査による構造解析との比較を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・未利用地熱資源量評価のために、地熱資源評価システムの設計及び数値地熱資源量分布図の作成を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・基盤岩貯留層については、断裂系の要素の相関性についてとりまとめ、最終的な透水性分布モデルを作成するとともに、資源評価のために重視すべきパラメータを抽出する。また貫入岩体周辺貯留層については流体包有物データ等を用いて、透水性分布モデルをとりまとめる。
- ・カルデラ地熱系については全データをとりまとめ、ポテンシャル評価を示す。
- ・平野部熱水系では、特異な流体特性について成因をとりまとめる。
- ・地理学情報システムを利用した数値地熱資源量分布図の作成では、ケーススタディによる開発手法・編集データをとりまとめて、電子化公表する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・1/200万鉱物資源図2図、燃料資源地質図2図、1/50万鉱物資源図2図、水文環境図4図、大都市圏の地質汚染評価図2図を作成する。

#### 《平成16年度計画》

- ・50万分の1鉱物資源図「南西諸島」の付図を完成させる。これにより50万分の1鉱物資源図が完結する。
- ・200万分の1鉱物資源図「珪石・長石」の編集を終え原稿を完成させる。
- ・鉱物資源の情報については地方別に順次 Web 発信を進める。
- ・九州地方8県の骨材資源資料集を作成・発行する。あわせて九州地方・中四国地方の有力砂利資源の状況調査を進める。
- ・中国地方の真砂資源について総括し、報告する。（本研究は窯業室の要望を受け2000年度から7年程度を予定）。
- ・筑豊炭田地質図・三陸沖燃料資源図を出版する。九十九里地域水溶性天然ガス田図の補足調査・編集、ハイドロート分布図の編集を進める。
- ・「秋田平野水文環境図」「関東平野水文環境図」「濃尾平野水文環境図」を電子媒体（CD-ROM）で出版する。これにより中期計画における「水文環境図4図」を達成する。また、積雪地帯の地下水汚染に関する成果をとりまとめ公表する。

#### 【情報の数値化・標準化・データベース整備】

#### 【中期計画（参考）】

- ・1/5万地質図幅315図、出版済1/20万地質編さん図全99図をベクトル化し、数値地質図として整備する。

#### 《平成16年度計画》

- ・中期計画に示した1/5万地質図幅315図、1/20万地質編さん図99図のベクトル化を完了し、更に1/20万地質編

さん図については、平成14年度までに実施したベクトル化26図を校正して中部・近畿地域の CD-ROM 出版のための数値地質図整備を行う。また、特殊地質図類等5図のベクトル化を進め、新たに出版すべき数値地質図の整備を行う。

- ・1/5万地質図幅60地域及び1/20万地質編さん図のうち新規出版図幅のベクトル化を行い、それによる高度利用の研究を引き続き実施する。
- ・1/20万日本数値地質図のうち、中部東海北陸地域の編集を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・新第三紀標準複合年代スケール及びデータベースならびに1/20万地質図の共通凡例を作成し、地質表示基準を完成する。これを用いて1/20万精度の暫定版全国地質図を編さんし、大都市地域の1/20万地質図を再編する。

#### 《平成16年度計画》

- ・新第三紀標準複合年代スケールと微化石年代データベースを完成・公表する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地球化学標準試料を新たに4個作成し、標準値を設定する。

#### 《平成16年度計画》

- ・地球化学標準試料の研究では、現在枯渇して使用制限のある玄武岩の標準試料を作成する。また、岩石標準試料の各種情報をデータベースとし登録しインターネット上で公開する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地質標本を2万点追加登録するとともに、岩石鉱物・化石の分類・系統・標準研究高度化の第1フェーズとして日本の岩石鉱物カタログを作成する。

#### 《平成16年度計画》

- ・日本産鉱石属性のデータベース化のために基礎データ照合後のデータの訂正等編集を行うとともに、新規地質標本の受入・登録・収納・管理を行う。
- ・地質標本館資料報告第7号「南部鉱石標本カタログ」を出版する。
- ・標本情報の高度化のため、標本の薄片・研磨片作成を行う。鉱物、鉱石、岩石、化石標本併せて500点以上の新規登録により、第一期中期目標2万点をクリアする。
- ・登録標本に関する日本産変成岩カタログを完成し、一部を標本科学データベースにて公開する。
- ・日本産変成岩類についての造岩鉱物学的データの充実を図る。
- ・日本化石タイプ標本データベースのデータ量を増やす。化石グラフィックデータ集を出版する。
- ・関東地域を対象とした第四紀火山灰層カタログを公表する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・石炭起源ガス、ガスハイドレート等の天然ガスを中心とする燃料資源、大規模潜頭性鉱床等の鉱物資源及び西太平洋の海底鉱物資源情報を体系的に収集する。

#### 《平成16年度計画》

- ・国内産天然ガスの化学組成、同位体比等に関する地化学DBを作成する。
- ・燃料資源地質DBを作成し、新規資源量試算を試みる。
- ・CD-ROM 日本鉱床図鑑の英語化を終了し、日本鉱床図鑑（国際DVD版）を完成させる。東アジアの鉱物資源データベースのコンパイルを完了し、鉱物資源図の試作を行う。
- ・沖縄トラフにおける海底熱水鉱床のデータベース作成、鉱物・化学組成データの収集を実施し、日本周辺の排他的経済水域内における熱水鉱床の基盤情報の充実をさらに図る。

#### 【中期計画（参考）】

- ・日本地質図データベース、日本全国空中磁気データベース、日本周辺海域の海洋地質データベース、水文地質データベース及び日本地層名検索データベースの構築と、日本地質文献データベース、日本及び世界地質図索引図データベース、地球化学情報データベース、地質標本管理用データベース、ならびに地質標本館登録標本画像データベースの継続的な更新を行い、ウェブ上に公開する。

#### 《平成16年度計画》

- ・日本地質図データベースについては、5万分の1地質図幅未刊地域に係わるデータベースのデータ蓄積を継続して進める。
- ・日本全国空中磁気データベースについては、データベースを完成し、公開する。
- ・日本列島基盤岩類岩石物性データベースについては、近畿および東中国・四国地域のデータを整備し、公開する。
- ・日本海の津軽西方海域及び三陸沖海域の音波探査プロファイル RIO-DB の中で公開する。
- ・地球物理データベースについては、メタデータを公開する。
- ・海底音響画像について、従来より一桁良いメートルオーダーの対比を可能とすべく位置精度及び解析技術を向上させる。
- ・マリアナトラフについて、拡大過程のモデルを提案する。
- ・資料を入手するごとにデータベースへ追加入力し、水文地質データベースの更なる拡充を図る。また、社会のニーズに対応した形でのデータ形式や表示プログラムの再構築を実施する。
- ・地層名検索データベースについては、地層名新規登録・更新の継続、第四紀火山、火成岩体及び変成岩体の検索データベースの継続的更新、付加体検索データベースの作成を行う。

- ・日本地質図データベースについては、G-XML プロトコルを使用した Web 上での数値地質図データ利用の高度化を図るため、1/100万・1/20万・1/5万地質図の DLG データの修正・作成を継続し、1/100万の G-XML 化を完了する。
- ・データベース整備の支援を継続し、RIG-DB を通じて順次公開する。
- ・地球化学情報のデータベース化については、システムの改良を行い蓄積したデータの検索機能や抽出機能の高度化を図る。
- ・岩石、鉱物、化石標本の、登録番号・標本名・産地・採集者等に関する検索項目を持つ標本管理用データベースに対して、岩石、鉱物、化石あわせて500点のデータ入力を実施し、データの不備に関して、チェック・訂正・項目追加など、データの整備を行う。また、標本の画像情報化（電子標本館）の更なる推進のために、岩石標本・植物化石・標準鉱物標本・鉱石標本のデジタル画像情報化を推進する。
- ・産総研が観測した1970～1990年代の地下水観測データのデータベース化、地震前後における地下水変化事例のデータベース化、最新の産総研観測データ公開を引き続き行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地下構造3次元データベースと国内モデル5地域の1/20万統合地球科学データベースの試作を行う。
- 《平成16年度計画》
- ・汎用化した統合解析機能を組み込んだモデル・フィールド、5地域の統合地球科学データベースを公開する。
  - ・統合解析処理の高度化をさらに進め、大規模・多次元の地質情報に対応できる技術を開発する。三次元地質モデル構築のためのシステムを開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・これらのデータベース構築に必要な技術開発と標準化を行う。
- 《平成16年度計画》
- ・G-XML/GML 対応の地質図データベースのための標準変換ソフトウェアの更新を図る。
  - ・クリアリングハウス・システムの改良とデータの拡充を行うとともに、G-XML 形式の多種類のデータを効果的に表示するための機能を開発する。

#### [地質情報の提供]

#### 【中期計画（参考）】

- ・地質の調査に係わる地質図類、報告書、研究報告誌等の出版を継続するとともに、オンデマンド印刷・CD-ROM 等電子媒体による頒布体制を整備する。
- 《平成16年度計画》
- ・地質図類と関連報告書、及び研究報告誌等の出版については、年度出版計画に基づき原稿を検査し、印刷の仕様書作成と発注を行う。
  - ・オンデマンド印刷については有料頒布している地質図

類の全てを受注する体制整備を完了する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・新たに地質の調査に関連するメタデータ及び総合的な検索システムをウェブ上に構築する。
- 《平成16年度計画》
- ・新規に発行される地質図類のメタデータを作成する。
  - ・東・東南アジア地質図メタデータ構築のため、既存地質図類の英文によるメタデータを作成し、公式ノードサーバー上に公開する。
  - ・日本地質文献データベース・日本地質図索引図データベースの統合入力システム開発を継続し、完全統合化の整備を行い、ウェブ公開を更新する。
  - ・世界地質図索引図データベースを更新して、ユーザーに提供する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・各種イベントへの参加協力および独自の地域地質情報展などを毎年開催するとともに、地球化学標準試料を含む標準的試料・標本や成果普及物の頒布と野外見学会や普及講演会の実施を行う。
- 《平成16年度計画》
- ・各種イベントの機会をとらえ、「地質の調査」関連分野の研究成果を目に見える形で一般に公表する。平成16年度は千葉市において地質情報展を実施し、成果普及活動を展開する。また、地域に密着した国土データである各種地質図類についての一般の理解を広げるために、地質図をより分かりやすく再編集した一般向けの地質図製品の具体的内容の検討を進め、試作品を作成する。
  - ・老朽化しトラブルが発生している館内展示物の改修を行う。展示標本の選択と展示方法について、見やすさ理解しやすさの向上の観点から変更を加える。デジタル技術を用いて、館内展示物の検索、標本データへのアクセス、世界の地質系博物館情報の検索機能を新たに加える。
  - ・科学技術週間に合わせて、既存展示物を使って体験的教育プログラム「地球の謎解き」を新たに提供する。産総研一般公開では、「メタンハイドレート」特別展を企画・実施する。その他秋に開催される「千葉地質情報展」の展示物を館内に再展示する。
  - ・「移動標本館」として、地域センターや外部博物館等施設への展示協力を行う。普及講演会の一部定期化を図る。
  - ・ミュージアムショップにおける頒布品として、グラフィックシリーズ「世界の花崗岩」を新たに作成する。
  - ・平成16年度実施予定の特別展に関連した普及講演を実施する。普及イベントとして「化石レプリカ作り」「化石クリーニング」「鉱物に名前をつけよう」「地球何でも相談」を行う。第3回野外地質見学会（茨城県の岩石・鉱物を題材とする）、第3回地質写真コンテストを計画・実施する。

## 【中期計画（参考）】

- ・資源・地質災害等の重点研究分野における産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化推進するとともに、地学に関する内外からの相談に積極的に応える地質相談を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・資源・地質災害等の重点研究分野において産業界・学界・地方自治体等との交流・連携を継続・強化する。第1期中期計画最終年度にあたり、平成15年度までに達成・蓄積された地質情報のデジタルコンテンツ化（地質ガイド:1、地質図:2、シームレス地質図:1）に関するノウハウを生かし、その集大成として、札幌市地盤地質図を CD-ROM 出版する。産総研における GIS アプリケーション開発の拠点の1つとして、GIS 関連企業との連携に特に重点を置く。
- ・関西地質調査連携研究体では、つくばの地質調査総合センター、および、地元の大学・自治体・企業との連携を密にして、関西圏の活断層の活動履歴や地震に伴う地盤災害の研究を推進し、近い将来に発生が懸念され地元で特に関心の高い南海地震の最近2千年間の発生史をまとめる。また未利用採石資源の物性試験と適材地紋り込み（別の表現に変更）を行う。関西産学官連携センターの員外という立場を考慮し、成果を、学術報告書にまとめる他、一般公開や地質相談・普及講演・イベントにおいて、一般市民にわかりやすい形にして普及させる。
- ・「地質の調査」及び関連研究分野の広報誌でありかつ、地質学の普及雑誌でもある「地質ニュース」を編集するとともに、資料としての有用性を高めるためにバックナンバーのデータベース化をさらに遡って完了する。
- ・平成15年度に引き続き相談業務の充実を図る。

## [地質の調査のための基盤的基礎的研究]

## 【中期計画（参考）】

- ・島弧地域における地史未詳地質体の研究を行い、北部フォッサマグナ構造図の作成等による島弧地質現象モデルの高度化、地質調査技術の高精度化を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・島弧の地史未詳地質体の高精度解析として、第四系堆積盆地の近江盆地と京都盆地について、ボーリング調査とコア試料の解析を進め、2-3万年以降の堆積環境の変遷と上下運動史モデルを検討する。
- ・島弧の地史未詳地質体の高精度解析として、島弧の主要構造線である棚倉構造線と糸魚川-静岡構造線について、前者ではその北方延長部の地理的位置確定のための野外調査とマイロナイトの構造岩石学的特徴を検討し、後者では北部フォッサマグナ地域に分布する段丘・地すべり堆積物編年を高精度化する。
- ・陸弧火成作用としての白亜紀西南日本の領家火成活動の性格を明らかにする。

## 【中期計画（参考）】

- ・地殻深部の不均質構造探査手法の研究を行うとともに、古地磁気/岩石磁気手法の高度化と海底付近での物質循環や海底環境把握手法の開発を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・日本列島の地殻深部の温度構造を推定し、それと地殻内地震の下限深度や地殻内反射面・流体等の不均質構造との関係を明らかにする。内核外核境界の地震波速度構造の解析のうち、南極下についての結果をとりまとめ、不均質性の比較のため日本の稠密アレイデータの解析を行う。これまで見いだされている地震のスケールリング則が、不均質の規模の異なるさらに小さな地震やゆっくりと立ち上がる波形記録について適用可能かどうかを明らかにする。
- ・平成15年度に南マリアナ海底熱水系において得られた、熱水の温度・流量の観測データに関し、従来得られていた中央海嶺や島弧についての結果との比較・検討を行う。
- ・過去1000万年間の古地磁気変動解明を目的として統合深海掘削計画（IODP）に提案中の掘削の早期実現を目指して、事前調査データの蓄積とプロポーザルの改訂を行う。
- ・約20万年前の地磁気エクスカージョンについて、これまで研究されたバイカル湖及び北大西洋以外に、太平洋やインド洋域の堆積物コアの記録を解析し、グローバルな変動像を明らかにする。
- ・グローバルな長周期永年変動像の確立のため、北太平洋、インド洋における変動曲線を求めるとともに、南東太平洋から堆積物コアの採取を行う。
- ・過年度の研究の継続とともに第I期の成果のとりまとめを実施する。本年度は1) 現世熱水起源・堆積起源重金属沈殿物、陸上海成層等の鉱物組成、組織変動、元素の空間的分布、形成年代等を明らかにし、2) 熱水鉱床鉱化モデルの構築、微生物関与物質の形態把握等を実施し、また3) 海底資源の評価手法の開発及び開発に伴う環境影響、海底系の流体挙動の定量評価手法確立のための現場データ収集と解析等を進める。
- ・外国機関との共同研究、人的交流をさらに促進する。
- ・琉球列島石垣島周辺および石西礁湖サンゴ礁を対象に、地球化学的手法から物質循環と生態系とのつながりを解析し、サンゴ礁保全地域選定評価を行う。
- ・汽水域に関する調査手法については、汽水域環境計測システムの統合化および平成14年度に開発した簡易塩分センサの高能率化と高精度化を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・アジアの金資源の開発・利用におけるリスク要因の研究とリスクアセスメントの高度化を国内外で行う。

## 《平成16年度計画》

- ・フィリピンをフィールドとして金鉱開発に関するリスクコミュニケーションの試行を行う。また、この成果と平成15年度の成果を検討し、アジアの金資源開発と

リスク管理について、そのあり方を社会科学を含めた視点で総合報告書としてとりまとめ出版する。

【中期計画（参考）】

- ・二次イオン質量分析法による精密同位体分析法の開発を進め、地質不均質系成因モデルを構築する。
- 《平成16年度計画》
- ・地質不均質系成因モデルを構築するため、以下の研究を総合する。
- ・Si 各相界面における Si 同位体挙動と実験条件との対比を進め、モデル化する。
- ・隕石コンドルールの年代・同位体分析、熱変成解析から初期太陽系固体物質の変遷をモデル化する。
- ・マグマの起源や温度・圧力条件等に制約条件を与えるため、メルト包有物の同位体比・揮発性成分濃度の測定と値の検定、鉱床鉱物の硫黄・酸素同位体比測定や赤外線顕微鏡観察などに加えて、Sn-W 鉱床に関連した鉱物の酸素同位体比、花崗閃緑岩ジルコンの U-Pb 年代と REE 組成の測定を行い、モデル化する。
- ・火星起源隕石の希土類元素パターンから生成過程のモデル化を行う。
- ・国際共同研究として、北東アジアの地質構造発達史と鉱物資源分布に関するダイナミックコンピュータモデルを作成する。

②【深部地質環境の調査・研究】

【中期計画（参考）】

- ・地層処分システムに関係する地球科学的知見・データの取りまとめと分析を行い、安全性評価のための論理モデルを構築するとともに、地下水流動モデルや長期的な物質の挙動のナチュラルアナログ等の研究を行う。
- 《平成16年度計画》
- ・放射性核種移行の数値解析を目的として、三次元地質モデルの研究、化学反応の研究、岩石物性の研究、数値モデリングの研究を実施する。三次元地質モデルの研究では、新潟県東部において1辺が100m ほどの河川流域において、平成15年度に引き続きボーリングによる地下水流動調査や地化学調査を行う。化学反応の研究では、天然状態での非晶質やコロイドの解析や酸素分圧を制御しての溶解実験を実施する。
- ・岩石物性の研究では、応力測定装置の現位置試験、高温下における変形・透水同時実験、地層変形および浸透流の大型模型試験、岩石の変形・破壊における間隙水の移動に関する2次元シミュレーションを平成15年度に引き続き実施する。
- ・核種移行の数値モデリングでは、並列有限要素法プラットフォームにのせる地下水流動解析部（水理-熱（H-T））のコーディングを実施する。

【中期計画（参考）】

- ・東北南部の列島横断地帯及び地質項目毎の代表的地域において、総合的な広域地質調査・解析を実施すると

ともに、長期変化プロセスとメカニズムの抽出・検証、及び定量的な影響評価解析・予測手法等の研究を行い、技術資料等を整備する。

《平成16年度計画》

- ・放射性廃棄物の処分サイトの成立性を評価するための研究として、火山マグマの研究、隆起沈降の研究、地震断層の研究、熱水活動の研究を昨年度に引き続き実施する。
- ・火山マグマの研究では、東北区南部の吾妻・肘折・沼沢火山の噴出物の地質学的調査と岩石学的検討、九州北部の単成火山活動の時空分布とその地球化学的特性の解明を昨年度に引き続き実施する。
- ・隆起沈降の研究では、新潟県東部の平野部のボーリング調査を行い、平野と段丘との変動量の違いを明らかにする。
- ・地震断層の研究では、会津盆地西縁部におけるボーリング調査による断層活動時期の解明、鳥取県西部地震周辺地域周辺の見落とし活断層のトレンチ調査を実施する。
- ・熱水活動の研究では、関東平野の井戸や温泉井の水質調査、東北地方・北海道の日本海側地域の深部水のマルチアイソトープ調査を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・既存公表資料を対象とした地質の隔離性に関する全国データベースシステム、及び地質構造解析システム等のデータ処理システムを構築する。

《平成16年度計画》

- ・平成16年4月までの新規公表資料の電子化とデータベース登録を行うと共に、地質図幅のベクトル化を完了する。要素データベースとの連携機能の拡張を進め、イントラネット公開用の統合データベースシステムを完成させる。

【中期計画（参考）】

- ・深部地質の災害や環境保全に関する要素や指標を抽出し、それらの地域分布に関する各種の地質環境図類を作成し、分かり易い形での情報発信を行う。

《平成16年度計画》

- ・神戸市隣接域における地下水採取調査を進め、神戸市および周辺地域の環境地質図類としてとりまとめて出版する。
- ・また、阿武隈地域や仙台地域の追加調査も引き続き実施する。
- ・山形市周辺地域の地質環境アトラスのインターネット公開を実施するとともに、神戸市および周辺地域の地質環境アトラスの電子化を開始する。

③【地震・活断層及び火山の調査・研究】

【地震・活断層】

【中期計画（参考）】

- ・全国主要活断層の第一次調査、及び第一次評価を完了

し100年以内の地震発生確率を明らかにするとともに、平成16年度末までに活断層12件の調査報告書を出版する。

《平成16年度計画》

- ・上町断層系、木曾山脈西縁断層帯、邑知潟断層帯、牛首断層、境峠・神谷断層帯、黒松内低地断層帯、及び鳥取県西部地震断層の7断層について、これまでの成果をとりまとめ、評価のための調査報告書を作成する。さらに、全国の主要活断層について、セグメントの連動破壊を考慮した地震発生の可能性を評価する。
- ・邑知潟断層帯、牛首断層、黒松内低地断層帯について、補完調査を実施する。
- ・深谷-綾瀬川断層帯について、詳細調査を実施するとともに、新たに立川断層帯の調査に着手する。石狩低地東縁断層帯について予察的調査を実施する。
- ・大原湖断層帯について、補完調査を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・活断層ストリップマップ3図、1/50万活構造図3図、地震発生危険度マップ1図を刊行する。

《平成16年度計画》

- ・活断層データベース公開用の検索システムを構築するとともに、全データ形式を変換し、データベースを本格的に公開する。
- ・1/2.5万伊那谷断層帯ストリップマップを刊行する。その他国内の活断層に関するストリップマップの編集作業については、活断層データベース（GIS マップ）へ統合して作業を進める。
- ・活断層データベースの一環として、1/50万相当の精度で全国規模の活断層位置情報を整備し、公開する。
- ・全国主要活断層の評価結果をもとに、活動セグメントごとの活動可能性と、セグメントの連動破壊の可能性とを統合して、地震発生の可能性を示した「地震発生危険度マップ（仮称）」を印刷刊行する。
- ・活断層・古地震研究報告 No. 4を編纂・刊行する。
- ・活断層研究センターニュースを毎月刊行する。

【中期計画（参考）】

- ・2つの活断層系を対象として、セグメンテーション及びセグメントの連動を解明する。

《平成16年度計画》

- ・北アナトリア断層系西部で解明された多重セグメントからなる地震断層の形態的特徴に基づいて、中央構造線活断層系の地震セグメント（1回の地震で破壊が及ぶ範囲）の予測を行う。
- ・日本の活断層について、そのセグメント構造と世界の地震断層の形態的特徴とを比較し、セグメントの連動破壊を考慮した地震規模について、統計的な予測手法を検討する。また地震間の相互作用について、多重応力変化を考慮した検討により、前駆的活動から大地震発生に至るメカニズムを解明する。さらに、不均質な応力場と断層構造を組み込んだ動的断層破壊のシミュ

レーション手法を開発する。

- ・養老-桑名断層系をモデルとして、逆断層の浅部構造とその発達過程、および地表変形との関係を律する法則を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・京阪神2地域の震源断層モデルと地下構造モデルを完成し、被害予測図を作成する。

《平成16年度計画》

- ・大阪平野～神戸の表層地盤構造を、浅層ボーリングデータをもとにモデル化する。大阪湾断層などの活断層について、地下構造・変動地形データに基づく断層モデルを構築し、応力場の不均質を導入した破壊シナリオのシミュレーションを行う。前年度及び今年度得られた地震シナリオについて、広帯域、線形～非線形の強震動のシミュレーションを行う。一連の地震動予測研究成果を、地震動予測地図にまとめ、一般に公開する。
- ・地震災害予測の高精度化を目指し、地表及び地下における変形のデータが豊富に得られている深谷断層系と上町断層系をモデルとして、地盤の非線形性を考慮した地震時地表変形のシミュレーション手法を開発する（平成18年度の完成を目指す）。平成16年度には、個別要素法と有限要素法による予備的シミュレーションを行い両者の得失を検討し、次年度使用する手法を決定する。
- ・南海トラフ・相模トラフにおける巨大地震の発生履歴と規模の推定のため、未解析のピストンコアやサイズミックデータの分析と解釈、沿岸における地殻変動・津波堆積物の調査、および津波シミュレーションに基づく断層モデルの検討を行う。
- ・北海道太平洋岸での海岸変動の調査を継続し、津波堆積物の詳細な分布、並びに17世紀の地震性海岸隆起と異常な津波との関係を解明する。さらに、チリにおける野外調査を継続し、1960年チリ地震後の地殻変動を明らかにすると共に、南海トラフや千島海溝の非地震性地殻変動との比較研究を行う。

【中期計画（参考）】

- ・地下水等の変動観測システムと前兆的地下水位変化検出システムを構築する。

《平成16年度計画》

- ・想定東海地震断層面の任意の点で前駆すべりが生じたときの地下水位変化の算出を行い、他の観測分野との相互比較等を通して「前兆的地下水位変化検出システム」の前駆すべり検出能力を評価する。
- ・近畿地域の10点程度の地下水観測点で、近傍の活断層における想定断層モデルが提出されたときに、対応する地下水位変化が算出できるようにしておく。
- ・昭和南海地震前後の地下水変化について、紀伊半島や四国において調査を行い、2点程度で試験観測を行う。特に道後温泉に関しては、1946年南海地震の時の水位

低下を、断層モデルから計算される地震時地殻変動と比較して評価する。

- 台湾成功大学および台湾水資源局との情報交換により、台湾の観測網を利用した地震時地下水変化のデータベース化を進め、1999年集集地震やそれ以外の地震に対する地下水変化について解析を行う。この研究に関連する第3回目のワークショップを成功大学、台湾水資源局らと共に日本で開催する。3年間のこの共同研究について報告書をまとめる。

#### 【中期計画（参考）】

- 活断層による歪蓄積過程を把握し、モデル地域における活断層深部構造物性図の作成を行う。

#### 《平成16年度計画》

- 活断層による歪蓄積過程を把握し、モデル地域における活断層深部構造物性図の作成を達成するため、これまで取得してきた断層にかかわる地質、地球物理、高温高压実験データ、作成してきた構造や物性モデルに関する研究を取りまとめる。また、取りまとめるに必要な補足データを取得のため、断層深部すべりのモデル化、断層微細構造、断層周辺の応力場の詳細分布を得るための野島断層、跡津川断層等での地震観測、高温高压下での岩石物性測定、すべり実験を継続する。

#### 【中期計画（参考）】

- 室内実験および野外観測調査により断層の深部すべり過程のモデルを構築し、地震発生予測のためのシステムを設計する。

#### 《平成16年度計画》

- 強震動予測等に必要の基盤までの S 波速度構造の決定を目指して開発してきた、P-S 変換波反射法の探査手法ならびに解析手法を最終的に完成させる。特に人工ノイズの多い地域での調査データについて考察を加える。明瞭な活断層が現れていない地域で地下地質調査を実施し、活断層判定のための調査法の高度化と、断層周辺の構造解明を行う。2003年宮城県北部地震震源域で実施した反射法データ・その他データをもとに詳細な構造解析を実施する。
- 福井平野盤構造の解析を引き続き行い、3次元的な起伏を解明する。微動観測データ等とのすり合わせにより精度の向上を目指す。
- 断層形成過程モデルの高度化のために必要な岩石破壊実験を行う。
- 地電流観測ステーション（全国7箇所）によるパルス地電流観測を継続して行う。また、襟裳観測点における2003年9月26日十勝沖地震の前に見られた地中電荷変動異常の原因について引き続き調査する。
- 岩石破壊に伴う電磁波発生メカニズム解明のための実験を行う。
- 中国重慶市におけるダム誘発地震観測を継続して行い、震源分布などを明らかにする。
- 南アフリカからのコア試料を用いて地殻応力、破壊強

度等の物性の測定を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- 日本周辺海域の地質構造・地震性堆積物の解析から、地震発生頻度の予測手法を開発する。

#### 《平成16年度計画》

- 今までに集めた日本海東縁の活構造解析結果、断層崖の潜水調査結果、タービダイトの発生間隔などを総合的に解釈し、この海域の地震発生セグメント、地震発生間隔を総合的に考察する。

#### [火山]

#### 【中期計画（参考）】

- 薩摩硫黄島、有珠・岩手火山観測を行い、マグマ供給系の物理化学過程を明らかにする。

#### 《平成16年度計画》

- 噴煙活動把握のための SO<sub>2</sub>放出量測定用の新型機器（mini-DOAS）およびマルチセンサーシステムによる噴煙組成測定手法を確立し、薩摩硫黄島、樽前火山などで火山ガス放出量・化学組成の観測を行い、その変動実態の把握と要因の抽出を行う。
- 薩摩硫黄島・岩手・口永良部火山等で地殻変動・放熱量観測などを行い、火山体浅部におけるマグマ活動・熱水活動の検出を試みる。
- アナログ実験と、富士火山などのモデル火山で得られた観測量を比較し、割れ噴火を指標とした火山の進化モデルを試作する。
- 三宅島・有珠火山等の噴出物の解析を進め、噴火過程のモデル化を行う。高温高压実験による脱ガス過程の解析を行う。
- 火山周囲の地下水観測点において地下水組成・水位などの変動を観測し火山活動との関連を検討する。

#### 【中期計画（参考）】

- 雲仙平成新山の科学掘削を行い、マグマ上昇モデルを検証し、噴火成長史・マグマ発達史を構築する。

#### 《平成16年度計画》

- 雲仙および先雲仙火山岩類の微量成分元素および Pb、Sr、Nd 同位体比分析を継続し、マグマ発生モデルを作成する。
- 火道掘削試料の年代測定および同位体分析を行い、山体内地質層序を明らかにする。雲仙地溝の活構造、雲仙形成史、島原半島及び雲仙火山の火山発達史および3次元構造モデルを構築する。
- 土壌ガス・地下水広域調査を島原半島全域で実施し、雲仙火山における広域的な深部起源ガスの放出過程を解明する。

#### 【中期計画（参考）】

- 火山科学図および火山地域地球物理総合図の作成手法を開発するとともに、火山地質図2図を作成し、第四紀火山活動の時空分布および火山衛星画像をデータベース化する。

#### 《平成16年度計画》

- ・三宅島・岩手火山の火山地質図および付属 CD-ROM を出版する。
- ・口永良部島の噴火履歴および火山地質図作成のための調査を行い、最近1万年間の噴火史を明らかにする。
- ・10程度の火山についての第四紀火山データベースを作成すると共に、九州、東北中央部、北関東の第四紀火山活動に定量的時間軸を入れる。
- ・南太平洋ホットスポットプレート内火山岩の微量成分元素および Pb、Sr、Nd 同位体比、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代測定を継続し、マグマ起源物質を明らかにする。
- ・火山科学図の内容の詳細検討を行う。
- ・衛星画像データベースの全体計画を基に、10火山程度のデータベースを構築し、定期的に更新する。
- ・分光特性に関するサブデータベースの試作を行う。熱赤外と短波長赤外データを組み合わせた岩相マッピングのケーススタディを実施する。
- ・植生パラメータ算出の基本アルゴリズムのアジア地域への適応性について検討し、新たなアルゴリズム作製への指針を得る。また、衛星データ検証用地上測定データのデータベースを公開する。また、衛星データ検証用地上測定データのデータベースを公開する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・火山地質環境・変質部等の脆弱部を空中物理探査から定量的に評価する手法を確立する。
- 《平成16年度計画》
- ・空中物理探査による火山の山体安定性評価手法開発のため、富士火山の空中磁気データによる地下構造解析を行うとともに、手法の有効性を検討する。また、火山地域地球物理総合図に必要なデータの整備を進め、有珠火山を対象にプロトタイプを作成する。

#### ④【緊急地質調査・研究】

##### 【中期計画（参考）】

- ・社会的要請への組織的かつ機動的な対応のために必要な調査・研究の調整を実施するとともに、地震、火山噴火、地すべり等の地質災害発生時には、直ちに情報収集の体制を組み、必要に応じて緊急調査研究を実施し、現地調査観測情報および関連情報を一元的かつ速やかに提供する。
- 《平成16年度計画》
- ・毎年1、2件程度発生している地震・火山噴火、地すべり、地盤沈下等の自然災害に関して、緊急調査の実施体制をとって、正確な情報を収集し、行政・社会ニーズに応える。関連分野間の連絡体である地質調査総合センターを通じて、国土基盤に関連する各種調査研究の成果が最大限発揮できる様、必要な調整を行う。今後も、機動的対応が行える体制を維持するとともに、地質災害等の情報収集、発信を引き続き行う。
  - ・三宅島火山活動の継続に対応し、引き続き産総研三宅島火山噴火緊急対策本部を維持し、随時噴火予知連絡

会に報告するとともに、地質標本館での展示、ホームページ等様々な方法での一般への普及活動を行う。

- ・大規模火山ガス放出活動を続ける三宅島において、緊急観測班によるヘリコプター観測と噴火活動の観測研究を推進し、噴火脱ガス活動の把握とその推移の評価を実施する。
- ・次世代型火山噴煙観測装置の設計に着手する。
- ・地震・火山などの地質災害に関する最新情報、および、地球科学上画期的な新発見について、関連ユニットと連携して、最新の解析結果を展示する。

#### ⑤【国際地質協力・研究】

##### 【中期計画（参考）】

- ・地質の調査に係る国際協力の枠組み作り、国際地質標準の設定に向けた企画調整、および国際機関関連業務等に関する実施内容の策定を行うとともに、2国間、多国間および国際機関に係わるプロジェクトについての企画および実施の調整を行う。

##### 《平成16年度計画》

- ・東・東南アジア地域を中心とした環太平洋地域等の地質・地球科学情報の信頼性の向上と国際標準化に資するため、情報収集・整備を行い、国際研究活動の促進を図るとともに、我が国唯一の「地質の調査」に係わる公的研究機関としての責務を果たす。また、海外の地球科学関連研究機関との研究交流を図るため、地質関連研究ユニットからの要請に基づき、重要な機関で未締結のものについて研究協力協定の締結を目指す。

##### 【中期計画（参考）】

- ・CCOP（東・東南アジア沿岸・沿海地球科学計画調整委員会）、ICOGS（国際地質調査所会議）等に係わる活動に、我が国を代表する実施機関として参画する。
- 《平成16年度計画》

- ・CCOP の年次総会・運営理事会に参画し、加盟国かつ協力国としての我が国の責務を果たす。特に、平成16年秋日本開催の年次総会・運営理事会を主催者として成功させるとともに、平成16年度から始まる産総研主導の CCOP プロジェクトの円滑な運営を図る。ICOGS、ICDP、IGCP、IODP、CASM、CPC 等の国際共同研究プロジェクト事務局へ参画し、関連機関との調整を行い国際共同研究の推進を図る。

##### 【中期計画（参考）】

- ・東・東南アジア地域の地球科学情報収集を実施するとともに、鉱物資源データベース、地熱資源データベース、及び海洋地質環境情報デジタルデータベースを構築し、小縮尺東アジアの地質災害図を作成する。
- 《平成16年度計画》

- ・万国地質学会において地質図情報標準の基準を欧米と共同で発表する。
- ・自然災害図（viewer 付）の Macintosh 版を作成する。
- ・アジアの紡錘虫化石の情報をデータベース化する。

- ・CCOP プロジェクトのフェーズ5への移行にともない、新規プロジェクト「東・東南アジアの大河流域の地下水資源評価」を起ち上げる。同プロジェクトにおいて、初年度は各国の地下水管理体制の評価と比較を行い、CCOP メンバー国が必要とする地下水資源の質・量についての概況を把握する。
  - ・「黄河流域統合型水循環モデルに関する研究」において、地形・地質の他に、土地利用、降水量、揚水量などを考慮した発展的な水理モデルを構築する。
  - ・カンボジア鉱物資源局とのメコンデルタの共同研究を推進する。平成16年度から開始された CCOP プロジェクトの「東アジアと東南アジアにおけるデルタの統合的地質アセスメント」を、IGCP-475「モンスーンアジア太平洋地域のデルタ」の年会（平成17年1月ベトナムで開催）等と連携して実施する。これらの活動に加えて、ホームページ等を通じての情報発信、関連する国際集会との連携などを通じて、ネットワーク構築に努め、アジアにおけるデルタ研究を先導・主導する。
  - ・西太平洋赤道域の低緯度での高時間解像度による環境復元を行い、過去のエルニーニョ・南方振動がどのような環境変動をもたらしたのかを解析し、温暖化した地球で頻発すると予想されるエルニーニョ時の海洋環境の平均値を求める。
- 【中期計画（参考）】
- ・アジア地域における地質情報の標準設定と地球科学図類の数値化、データベース化、メタデータ構築を実施するとともに、インターネットによるアジア各国との地球科学情報交換システムを整備する。
- 《平成16年度計画》
- ・世界地質図索引図データベースのデータ中、英語以外の地図名の英文翻訳をさらに進め、座標データの充実により検索可能地域を増やし、利用に供する。
  - ・既存及び新規追加メタデータの英文化を拡充する。
  - ・東・東南アジア各国の地質図に関する CCOP メタデータ構築プロジェクトにリーダーシップをもって実現をめざし、平成15年度に引き続き残る5カ国の完成を目指す。
  - ・インターネットを活用して、アジア地域のデータ収集や更新を効率よく実施するためインフラとソフトの整備を行う。アジア諸国政府や関係国際機関（CCOP、UNESCAP、UNESCO など）と連携しつつ地球科学情報を整備し、効率的な地球科学的調査研究の基盤整備を推進することを目的として、アジアにおけるネットワークを利用した地球科学情報交換メタデータシステムの構築を推進するために、海外関連研究機関との調整を行い、CCOP 総会日本開催に努力する。

別表3 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展を担保する

ため、計量標準及び法定計量に関する一貫した施策を策定し、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究及び開発並びにこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たす。

## ①国家計量標準の開発・維持・供給

## 【中期計画（参考）】

- ・経済構造の変革と創造のための行動計画（閣議決定、2000.12）、科学技術基本計画、知的基盤整備特別委員会中間報告（産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議1999.12）の目標・方針に基づいて計量標準（標準物質を含む）の開発・維持・供給を行い、また国際基準に適合した計量標準の供給体制を構築して運営する。

## 《平成16年度計画》

- ・知的基盤整備特別委員会の整備方針に基づいて、計量標準の整備を継続する。

## 【中期計画（参考）】

- ・計量標準の分野ごとに計量標準の開発・維持・供給を行い、ISO/IEC17025及びISOガイド34に適合する品質システムを構築して運営する。また、国家計量標準と国家計量標準機関が発行する校正証明書に関する相互承認協定（以下グローバル MRA と略す。）の枠組みの中で計量標準の国際比較と国際相互承認を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・第一期中期計画末までに新たに200種類の標準供給を開始することを目標としている。平成16年度は最終年度であり、前述の目標を達成するため、物理標準15種類以上、標準物質11種類以上、合計26種類以上の新たな標準の供給を目指す。これにより中期目標期間末までに200種類以上の標準供給を開始し目標を達成する。
- ・平成16年度は計量標準の利用拡大について調査を行う。
- ・個々の試験毎にマニュアルを試験担当部署が作成する。
- ・平成15年度に引き続き、計量標準の普及と供給体制整備を支援するために、計量に関わる研修を行う。
- ・グローバル MRA の Appendix C（参加研究所の校正能力リスト）について、第一期中期計画の目標である107項目を着実に上回る様に努める。また、我が国の国際的プレゼンスを高めるため、平成15年度に引き続き、各国から提出されたリストの国際評価プロセスに対して10名以上が協力する状態を維持する。
- ・継続的・安定的な標準供給体制の構築と国際基準への適合性を確保するために、ISO/IEC17025及び/またはISOガイド34に適合した品質システムの運用を継続し、平成16年度には新たに30以上の物理標準項目に対して品質システムの運用を開始する。また、ISO/IEC17025の適合性証明については、年度末までに新たに10種類以上のASNITE-NMI 認定審査・認定を目指す。

- ・個々の試験毎にマニュアルを試験担当部署が作成する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・長さ・幾何学量分野では既存の6種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、13種類の開発に着手し、既着手分と合わせて25種類の開発を進め、そのうち19種類の供給を開始する。15種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては32件に参加し、13種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・ブロックゲージに関して、特殊ブロックゲージの依頼試験を開始する。標準尺の測定に関しては、二国間比較を行い、不確かさの評価を行う。また、デジタルスケール（マクロ）に関して、標準供給を開始すると共に、デジタルスケール（マイクロ）の校正技術を開発する。光波干渉測長機の校正装置の品質システムを作成する。低コヒーレンス干渉による固体の屈折率の測定技術の研究を継続する。距離計に関しては、JCSS化を実現する。JCSS認定制度に結びつく技能試験・依頼試験を実行し、国内の認定事業者の技術審査を行う。また、遠隔校正などに関して、長さ標準供給の高度化・効率化に重要な関連計測技術の開発を継続する。
- ・特定標準器であるロータリエンコーダ校正装置を用いてポリゴンやオートコロメータを校正できるシステムを構築することによる角度標準の体系化を目指す。AFMによる段差の標準供給を新たに開始する。標準供給を宣言した幾何学量の13項目に対して円滑に標準供給ができるように、整備・維持する。引き続き、技能試験・依頼試験を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・時間・光周波数分野では既存の1種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、8種類の開発に着手し、そのうち2種類の供給を開始する。2種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。

#### 《平成16年度計画》

- ・光ポンピング方式周波数標準器を用いた際原子時(TAI)の校正の不確かさ通減を行う。極低雑音マイクロ波発振器のさらなる低雑音化を行う。遠隔校正サービスの普及と信頼性向上のためのシステム開発をし、運用を行う。光周波数標準の開発を目指して、提案されているいくつかの候補を調査・評価し、具体的な計画を策定する。フェムトコム光周波数計測システムでは、局部発振光源を援用することにより波長780nm帯の小パワーレーザーの光周波数計測を実現する。各波長域での波長標準の研究・開発を引き続き行う。
- ・よう素安定化 He-Ne レーザー (633nm)、よう素安定化 NdYAG レーザー (532nm) について所内・所外の校正サービスを行う。通信帯 (Cバンド) の安定化レーザーの校正について、品質システムを整備し、校正サービス (依頼試験) を開始する。フェムトコムと

フォトニッククリスタルファイバを用いた光周波数計測システムの品質システムを整備し、波長532nm、633nm、778nmなどの安定化レーザーの校正サービス (依頼試験) を開始する。よう素安定化 He-Ne レーザーの技術研修を開始する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・力学量分野では既存の6種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、4種類の開発に着手し、既着手分と合わせて15種類の開発を進め、そのうち12種類の供給を開始する。12種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては22件に参加し、13種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・17種類の計量標準の維持・供給を継続する。質量について、大質量分銅の特性評価技術の開発等の高精度化・自動化を行う。力について、累計95基の力基準機の校正を完了させる。高精度力計の性能評価技術を開発する。トルクについて、トレーサビリティ体系の確立のために技術基準を整備する。重力加速度計について、校正技術高精度化研究を継続する。圧力標準について、光波干渉式標準気圧計の品質マニュアルを整備する。範囲を拡大するため1GPaまでの圧力標準を開発し校正サービスを開始する。同じく真空標準について、オリフィス法で0.1mPa以下 $1 \times 10^{-3}$ mPaの高真空標準を整備し、校正サービスを開始する。標準リークの標準の研究を進める。
- ・質量について、CCM.M-K5基幹比較幹事として結果の取りまとめを行う。力について、CCM.M-K2へ参加する。トルクについては、20kN・mレンジの比較を実施する。液体高圧力標準について、APMP.M.P-K7の幹事国として結果とりまとめを行う。また、基幹比較 CCM.P-K7に継続して参加する。真空・低圧力標準について、APMPと二国間比較を行う。次年度ピアレビューに向けトルクメータ20kN・m以下とトルクレンチ1kN・m以下について校正マニュアルを整備する。
- ・認定事業者へ質量、力、圧力の標準供給を行う。質量計、力計、一軸試験機、重錘形圧力天びん、高精度圧力計、真空計等の技能試験を実施する。主として第1階層校正事業認定審査やサーベイランスの技術アドバイザーを務め、技術委員会、分科会に参加、技術基準整備・規格化への積極的貢献により JCSS 認定機関に協力する。MRA 実施の為に海外標準機関のピアレビューに協力する。部門内の圧力計や分銅の校正依頼に応え、他の標準の維持と立ち上げに協力する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・音響・超音波・振動・強度分野では既存の6種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、9種類の開発に着手し、既着手分と合わせて15種類の開発を進め、

そのうち4種類の供給を開始する。8種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては5件に参加し、4種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

《平成16年度計画》

- ・音響標準では、国内供給体制の育成を図る。幹事研究所として標準マイクロホンの APMP 基幹比較を実施する。音響標準の周波数拡大を目指した低周波音響、高周波音響（空中超音波）標準の校正技術に関する研究を推進する。
- ・超音波標準では、標準整備計画通りの供給体制確立を目指して、不確かさ評価を完了させる。超音波音圧標準の国内ニーズに応えるため、比較校正システムの構築を開始する。
- ・振動加速度標準では、低周波領域での不確かさ評価を定量化し、JCSS 立ち上げに向けた見通しを得る。高周波領域用加振器の評価を継続し、また外来振動源を特定し不確かさを低減する。事業者への校正を実施し、認定事業者を育成する。
- ・マルテンス硬さのパイロットスタディ比較に向けた準備を開始する。圧子先端形状の評価法を検討する。軽負荷からナノインデンテーションレベルにおけるトレーサビリティ体系について研究、検討する。事業者への校正および認定事業者の立ち上げを継続して行う。衝撃標準は平成15年度に引き続き国際比較と依頼試験を継続する。音速標準物質の供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・温度・湿度分野では既存の13種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、10種類の開発に着手し、既着手分と合わせて21種類の開発を進め、そのうち12種類の供給を開始する。20種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては、7件に参加し、8種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

《平成16年度計画》

- ・39℃から962℃の温度域で白金抵抗温度計に対して、指定校正機関への標準供給、JCSS 標準供給・参照値供給を行う。定点実現装置の不確かさ評価を行い、特定標準器の性能向上を図る。APMP の国際比較に参加する。1085℃銅点、962℃銀点において熱電対の JCSS 校正を行う。0～1100℃熱電対定点の依頼試験供給を行う。熱電対 Pd 点供給を開始する。HIMERT との熱電対国際比較を行う。
- ・低温標準では、カプセル型 Pt 抵抗温度計標準について、0℃～84K の標準供給を開始すると共に、次年度以降の供給範囲拡大のために O<sub>2</sub>・Ne・平衡 H<sub>2</sub> の三重点の再現性および O<sub>2</sub> の三重点の試料依存性・経年変化を評価する。平成19年度に24K 以下の RhFe 抵抗温度計標準の供給を開始するために、その標準供給装置の第2段冷凍部と温度計比較用ブロックを製作・

試験すると共に、0.65K～3.2K の<sup>3</sup>He 蒸気圧温度計及び4.2K～24K の補間用気体温度計による温度目盛の再現性・不確かさ要因を評価する。

- ・放射温度標準では、特定副標準器の校正を行い、0.9mm 放射温度計の APMP 補完比較の結果を解析する。常温域では、標準供給体制維持及び低温域への供給範囲拡大のための黒体炉評価を行う。体温域では、APMP 補完比較の計画、実施に取り組む。中温域においては、赤外放射温度計を用いたインジウム点の性能評価およびスズ点定点黒体炉の製作および評価を行う。
- ・高温用湿度発生装置の高湿度の発生を安定化する。低湿度発生装置について、不確かさ減少のために、発生装置および配管を改良し、信頼性向上・発生湿度の安定化を行う。相対湿度用試験槽の評価を行う。国際比較 CCT-K6に参加する。微量水分発生槽内の圧力を制御し、浮力変化の影響を最小限に抑え、質量測定の不確かさを小さくする。キャピティリングダウン分光装置（CRDS）を用いた測定を行い、データ（特に長期安定性に関する）の蓄積を行う。吸着水分測定によりゼロガス中の水分を評価する。

【中期計画（参考）】

- ・流量分野では既存の8種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、3種類の開発に着手し、既着手分と合わせて5種類の開発を進め、そのうち3種類の供給を開始する。9種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては3件に参加する。

《平成16年度計画》

- ・気体中・小流量について、品質システムの運用と標準供給を安定的に継続する。
- ・液体大流量、体積について品質システムの運用と標準供給を安定的に継続する。液体中流量の校正サービスが開始する。CIPM 基幹比較の結果を幹事所に報告する。
- ・石油大流量について、品質システムの運用を開始し、ピアレビューを受ける。
- ・気体中風速、微風速について品質システムの運用と標準供給を安定的に継続する。CCM/WGFF 基幹比較の幹事所として基幹比較を推進する。
- ・SIM および EUROMET と協議し JCBR 提出済の CMC リストの早期承認を図る。

【中期計画（参考）】

- ・物性・微粒子分野では既存の1種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、15種類の計量標準の開発に着手し、既着手分と合わせて28種類の開発を進め、そのうち8種類の供給を開始する。6種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては1件程度に参加し、5種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・熱膨張率ならびに熱拡散率の依頼試験に係る技術マニュアルを作成する。熱膨張率標準では候補材料の均質性、安定性を評価し標準物質化を行う。熱拡散率の依頼試験は温度範囲の上限を1200K から1500K に引き上げる。その他の固体熱物性計測技術と標準物質に関しても継続的な開発整備を進める。
- ・密度標準に関しては、要請に応じて JCSS 標準供給と JCSS 現地査察を行う。液体密度の CIPM 機関比較 CCM.D-K2に参加する。CCM アボガドロ定数 WG の活動に参加し、X 線結晶密度法によるキログラム再定義のための技術開発を行うとともに、薄膜の密度計測を行う。流体の熱物性計測については、新たな磁気浮上式密度計を試作し、測定精度の向上を目指す。粘度標準に関しては、要請に応じて依頼試験を行うとともに JCSS 告示を行い、粘度品質システムのピアレビューを受け、CMC を MRA Appendix C に登録する。落球法による粘度の絶対測定のための技術開発を継続し、レーザー追尾式の画像処理技術による落下速度計測装置を完成させる。
- ・既知質量の単分散粒子を用いて、粒子質量分析装置の質量分級特性を評価する。電極表面仕事関数が電極内帯電粒子の運動に及ぼす影響を調べる。30-100nm 領域で不純物発生濃度を低減した気体中粒子発生技術を確認する。液中粒子計数技術の高精度化を行い、2から10 $\mu$ m 領域で粒子数濃度の値づけを行う。電気移動度-光散乱径の同時測定から粒子の帯電数分布を評価する方法を開発する。

## 【中期計画（参考）】

- ・電磁気・電磁波分野では既存の10種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、23種類の開発に着手し、既着手分と合わせて29種類の開発を進め、そのうち22種類の供給を開始する。17種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては7件に参加し、15種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・直流電圧標準に関し7件程度の校正業務を行う。電圧標準に関しては、ツェナー電圧発生器の経時変化の評価、および絶縁性の評価を行う。1V プログラムブル・ジョセフソン接合アレーに関する電圧標準校正システムの開発研究を行う。
- ・抵抗標準（1 $\Omega$ 、10k $\Omega$ ）に関し6件程度の校正業務を行う。高抵抗標準に関し2件程度の校正業務を予定。低抵抗標準に関して測定システムを開発し、依頼試験（技能試験）で標準供給を開始する。テラオームメータの校正サービスを依頼試験で開始する。QHR に関して駆動回路の改良を行う。
- ・キャパシタンス標準2件、誘導分圧器の分圧比標準1件程度の校正業務を予定。キャパシタンス標準、誘導分

圧器標準、インダクタンス標準のそれぞれについて、校正周波数範囲の拡張を行う。インピーダンス標準の周波数範囲の拡張のための研究開発を開始する。交流抵抗器（10k $\Omega$ /1kHz）の標準供給を開始した。引き続き APMP-TCEM 議長として国際貢献を行う。

- ・整備が終了した周波数、電圧範囲について産業界へ標準を安定に供給する。併せて、国際比較への対応から試験電圧範囲の拡張を計画する。なお、交直差標準の産業界での利用は、交流電圧、電流計測であり、より合理的なトレーサビリティ体系の構築を検討する。
  - 1) 基本範囲については特定標準器による特定副標準器（指定校正機関等）の校正を通じて産業界に標準を供給し、併せて高電圧（1000V 以下）を含めこれまでに確立した全ての範囲について、NITE の実施する技能試験への参照値を供給する。
  - 2) 当初の目的であった Appendix C へ登録される予定。完成した試験範囲については、指定校正機関等への標準供給（特定標準器による特定副標準器の校正）を実施する。
  - 3) 平成16年度（及び平成17年度）に研究を実施し、交直差標準を低電圧[10mV-2V, 10Hz-100kHz]領域に拡張する。
  - 4) 関係先と協議し、遠隔校正の実施における課題、問題の整理と調整を図る。
- ・交流電流比標準については、国際的に検討が開始された歪電力の試験に必要不可欠であり、その周波数帯域の拡張を目指す。併せて、電力標準システムの稼働を目指す。詳細は下記のとおり。
  - 1) 交流電流比標準（基本範囲と試験電流の拡張）  
指定校正機関等で維持されている特定標準器によるトレーサビリティ体系の再構築を目指し、共同研究を実施する。現行の特定標準器及び特定副標準器を廃止し、産総研において特定二次標準器を校正する。産総研で確立した標準の産業界への円滑な供給のために、合理的な試験方法、不確かさの評価手法を開発し提案する。試験電流の範囲については500A へ拡張し、国内において必要とされる交流電流比標準の整備を加速する。
  - 2) 交流電流比標準（周波数範囲の拡張：400Hz 以下）  
電力標準の実現とその利用に際し、交流電流比標準の周波数範囲の拡張は必要不可欠である。周波数帯域を400Hz まで拡張した交流電流比較器を開発し、産業界へ標準供給する。
  - 3) 交流電力標準（基本範囲）  
「基本範囲：45-65Hz、100V、5A」について、必要な SI へのトレーサビリティを確保し、国家標準とし絶対値の決定を行う。その後、代表的な他の国立研究所と国際比較を実施する。
- ・高周波電力は、60GHz 導波管電力標準を完成させる。

コネクタを限定して18GHz帯インピーダンス標準を開発する。雑音標準は、2-26GHz、10MHz-2GHzまで周波数範囲を拡張する研究開発を行う。同軸減衰量標準を18-26.5GHz、50dBの範囲に拡張する。

- ・可視・近赤外10Wレベルのレーザーパワーに関し、校正実験と不確かさ評価を進め標準を実現する。1kWレーザーパワー標準の開発を継続する。パルスレーザーエネルギー標準用カロリメータを試作する。光ファイバー減衰量標準の波長範囲等拡大の研究を行う。
- ・電力は、60GHz帯導波管電力標準によりJCSS供給を開始する。雑音標準は10MHz-26.5GHzに周波数範囲を拡大して依頼試験により供給する。インピーダンス標準はPC7コネクタの10-500MHz、500MHz-18GHzで依頼試験を開始する。同軸減衰量標準は18-26.5GHzで50dBまでの依頼試験を開始する。可視・近赤外のレーザーパワー200mW以下について、特定標準器によるJCSS校正を開始する。光ファイバー減衰量標準の依頼試験校正を開始する。これら標準について品質システムを構築する。
- ・ダイポールアンテナのアンテナ係数のJCSS供給の技能試験を実施し、JCSS供給を開始する。広帯域アンテナとしてログペリオディックアンテナの標準アンテナ開発と電界標準計測の技術開発を継続する。
- ・外国NMIの標準供給を受け前年度に開始した4-26GHzのホーンアンテナ標準の依頼試験を拡張し、1-4GHzを加える。ループアンテナのアンテナ係数の標準器を完成させ、依頼試験校正を開始する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・測光放射測定分野では既存の6種類の計量標準の維持・供給を継続するとともに、4種類の開発に着手し、既着手分と合わせて5種類の開発を進め、そのうち4種類の供給を開始する。7種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては3件に参加し、6種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・光度、光束等の標準のJCSS、依頼試験での供給を行うとともに、極低温放射計用の仲介器の評価ならびに二国間比較を行う。アパーチャ開口面積測定装置の試作・評価を行い、測定技術を開発する。高温黒体炉による分光放射照度、輝度の紫外域（200-250nm）への拡張を図る。絶対反射率の短波長への拡張を図る。発光ダイオードの校正技術の開発に着手する。品質システムの整備を3件行い、ピアレビューを受けるとともにCIPM国際比較を3件実施する。JCSSの特定二次標準器の校正を5件、絶対反射率の依頼試験での校正を5件行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・放射線計測分野では既存の7種類の標準の維持・供給

を継続するとともに、15種類の開発に着手し、既着手分と合わせて17種類の開発を進め、そのうち7種類の供給を開始する。9種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては10件に参加し、8種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・γ線標準用1次標準器の形状の検討を進め、大γ線照射装置の改造のための設計を開始し、中硬X線照射線量（空気カーマ）標準では、BIPM仕様の線質での絶対測定を完成させて、国際比較を実施し、軟X線ではいくつかの線質での再設定を完成させる。またβ線組織吸収線量の絶対測定を行い、標準としての完成を図り、供給の開始にそなえる。放射光軟X線計測につき、極低温カロリメータとダブリイオンチェンバーでの比較測定を行い、標準を完成させる。軟X線と分子との詳細な相互作用機構につき、3次元イメージング法での研究を進展させる。JCSS、依頼試験での標準供給を約20件実施する。
- ・放射能標準高度化のため、デジタルコインシデンスシステムの構築、遠隔校正関連技術、および対数目盛を持つ新しいタイプの放射能面密度標準線源開発を行う。D(d, n)3Heの核反応を用いて2.5MeVエネルギー領域の中性子標準確立と高エネルギー分解能スペクトロメータの開発を行う。放射能・中性子標準のCMCリストを登録する。CIPM基幹国際比較約3量、地域比較を約3量、JCSS校正、依頼試験を約10件実施する他に、国内外の機関に対して、技術指導、共同研究を実施する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・物質質量分野では既存の76種類の標準の維持・供給を継続するとともに、60種類の計量標準の開発に着手し、既着手分と合わせて110種類の開発を進め、そのうち107種類の供給を開始する。46種類の計量標準に対して品質システム技術部分を構築して運営する。国際比較に関しては、20件に参加し、35種類の計量標準に関して国際相互承認（暫定承認を含む）を行う。

#### 《平成16年度計画》

- ・金属標準液2品目、環境組成標準物質2品目（PCBおよび塩素系農薬分析用底質標準（低濃度）、フェニルスズ分析用底質標準）を完成させる。また、新規金属標準液2品目の開発に着手する。電量滴定法等の一次標準測定法の高度化を進め、高純度標準物質1品目を開発する。pH標準に関して、Harnedセルを用いたシステムを確立し、精度の向上を目指す。これまでに開発した環境組成標準物質の安定性試験を行うと共に、今後開発予定の標準物質に関連する計測法や試料調製法を開発する。また、環境中微量PCBの簡易計測法などの新規分析法の開発に取り組む。
- ・CCQM活動に関しては、鉄鋼中の微量金属分析のパ

イロットラボラトリーとして基幹比較を進めるとともに、pH 測定、酸の定量、底質中有機スズ、生物組織中有機汚染物質、などの国際比較に参加する。

- 有機標準液に関しては PCB6種混合標準液を開発するとともに、JCSS 標準液に用いる基準物質の開発を継続して行う。コレステロールについては候補標準物質を選定し、認証標準物質として供給する。温度標準物質の開発を継続する。シマジン、チウラム、チオベンカルブの農業標準物質3種の開発を継続する。標準ガスについては、高純度標準ガス2種および2種の濃度標準ガスの開発を行う。また、アルデヒド類及び SF6 等の温暖化標準ガスの開発を継続する。標準ガス・標準液併せて2~3件の国際比較に参加する。PCB 簡易分析装置の評価を行う。光導波路を利用した水分センサ及び極微量物質の高感度測定法の開発を引き続き行う。高分子関連では、ポリスチレン分子量標準物質1種とビスフェノール A 含有標準物質1種を開発し供給する。また、高純度標準物質開発と分子量の高精度計測を目指し定量 NMR の精度評価を行う。多分散標準物質の開発を目指し SEC-MALS の不確かさ評価法の確立を目指し、ポリエチレングリコール標準物質の開発に着手する。臭素系難燃剤標準物質の調査を行う。また、開発した標準物質については速やかに供給するため、標準ガス、有機標準液、高分子の品質システムの整備を行う。
- 材料のマイクロ領域評価技術、表面・薄膜の超高精度高感度計測技術の開発を継続する。標準物質では実用合金により近い組成を持つ Fe-Ni-Cr<sub>3</sub>元系合金標準物質の開発に向けて、マイクロ偏析の少ない合金の試作を行う。平成12年度に開発・認証した GaAs<sub>2</sub>/AlAs 超格子標準物質の経時変化測定を行う。膜厚が10nm 以下の積層膜を利用した深さ方向スケール校正用の認証標準物質の開発に向けて、X 線、電子線などのビーム技術を駆使した高精度積層膜構造評価技術の開発を継続する。積層膜構造の値付けに用いるトレーサブル XRR(X 線反射率測定装置)の主要部分の開発を開始する。
- アルミニウム酸化炉の構造およびオゾン供給条件の最適化を行い、4-8インチシリコンウエハ上に厚さ3-10nm に対して、膜厚の変動が0.2nm 以内の均一酸化膜を作製する技術を確立し、深さ方向候補標準物質としての評価を開始する。また、オゾンの紫外光励起と基板移動式酸化炉を用いた200℃以下の超低温酸化膜作製法もあわせて開発する。

#### 【中期計画 (参考)】

- 統計工学分野では計量標準の開発・維持・供給・比較における不確かさについて共通的な評価手法を開発・整備し、文書発行・講習会開催などにより校正事業者、認定機関への成果普及を図るとともに、産業技術総合研究所内部に対しても不確かさ解析技術の支援を行う。

#### 《平成16年度計画》

- 入力量間の相関、束縛条件がある場合の回帰の扱いを検討するとともに、不確かさ伝播則における近似の妥当性を明らかにする。測定モデル式が陽関数として記述できない場合の不確かさをシミュレーションによって算出する一般的手法を定式化する。

#### 【中期計画 (参考)】

- グローバル MRA の枠組みの中で、我が国の国際比較への参加を企画・管理し、品質システムの審査に関しては海外の計量技術専門家による国際査察を企画・管理する。また我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画・管理する。

#### 《平成16年度計画》

- 平成15年度に引き続いて、計量標準国際比較を支援し、移送標準器の輸出入を滞り無く行うとともに、国際比較に必要な渡航を支援する。国際比較予定と結果の総表の更新、グローバル MRA の Appendix B (公認された国際比較結果)への登録については、Web 掲載プロセスの自動化に努める。
- グローバル MRA の Appendix C (参加研究所の校正能力リスト)について、第一期中期計画の目標である107項目を着実に上回る様に努める。また、我が国の国際的プレゼンスを高めるため、平成15年度に引き続き、各国から提出されたリストの国際評価プロセスに対して10名以上が協力する状態を維持する。
- 新たな項目に関する各国標準研究所相互の国際 peer review を着実に実行する。

#### 【中期計画 (参考)】

- 計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験における移送標準器の校正(参照値の導出)を行う。

#### 《平成16年度計画》

- 平成15年度に引き続き、認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査のための技術アドバイザーの派遣、及び、技能試験における移送標準器の校正(参照値の導出)を実施する。

#### 【中期計画 (参考)】

- 計量法認定計量管理事業者制度に基づいて極微量物質の分析を行う事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験における移送標準物質の校正(参照値の導出)を行う。

#### 《平成16年度計画》

- 平成15年度に引き続き、認定審査の円滑な実施に引き続き協力する。技術審査項目を精査し、その改正を検討する作業に関与する。
- 140機関以上の認定事業者の技能試験結果を解析し、技能試験を終了すると共に、次年度認定作業へ向けたフォローアップ作業を開始する。事業者の技術研修を行う。ノニルフェノール異性体別分析法の国際標準化

のために、ISO/TC147におけるラウンドロビンテストを行う。

【中期計画（参考）】

- ・開発された計量標準技術を活用して、化学物質の標準スペクトルデータ及び材料の熱物性に関する標準データを測定により取得し、その信頼性を評価して一般に公開する。

《平成16年度計画》

- ・分散型熱物性データベースに関しては、関連学協会、研究コミュニティとの連携により、熱物性データの不確かさを組織的に評価する体制を構築する。
- ・平成15年度に引き続きスペクトルデータベースでは、NMR、MS データの収集を継続するとともに、新規公開システムの開発・公開を行う。また、ユーザーサービスを行う。

②特定計量器の基準適合性評価

【中期計画（参考）】

- ・我が国の法定計量システムの整備に必要とされる国内外の動向とニーズを調査し、整備に係る実施計画案を策定するとともに、経済産業省に対して法定計量システムの企画・立案の支援を行う。また法定計量に係わる品質システムを構築して運営する。

《平成16年度計画》

- ・計量規制全般にわたり、新たなシステムの具体案のとりまとめを行うと共に、実施体制に関する調査研究を開始する。当研究所の実施業務についても、外部試験データの活用の為のシステム設計に着手する。ガイド65の品質システムのマニュアルを完成させ、実行体制を整備し、実施を行う。試験・検査についてもマニュアル完成を加速し、完成の計量器分野から実施を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較への参加を企画・管理し、品質システムの審査に関しては国際査察を企画・管理する。また、計量器の型式承認について試験データの受け入れに関してドイツ、オランダ、英国などとの国際相互承認を企画・管理する。

《平成16年度計画》

- ・相互承認対象国との間で、国際相互受入取り決めの扱いについて方針を協議・決定する。ロシアなど他の国との相互承認の可能性を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・法定計量の国際相互承認に必要な分野において品質システムを構築して運営する。

《平成16年度計画》

- ・相互受入取り決めを具体化する。登録機種の選定及びそれに伴う試験設備の整備、技術者の養成及び品質評価専門家の養成を行う。現行2機種に加え、新たに2機種の OIML 適合性証明書発行機関登録を目標として、

品質システム整備を進める。

【中期計画（参考）】

- ・我が国の特定計量器の技術基準に関し、国際法定計量機構（OIML）の国際勧告に対応して5機種について国際整合化を行う。タクシーメーター等の計量器に対する型式承認試験の国際比較に参画する。また4機種の型式承認に関して OIML 計量証明書の発行を行い、そのうち2機種に対して試験データの受け入れに関する国際相互承認を行う。

《平成16年度計画》

- ・整備済み6機種を除く特定計量器について、JIS 原案作成を継続し、併せて国際整合化もすすめる。モジュール評価手法によりアセンブリー評価に代替できる手続きを新たに導入させるため、モジュール毎の JIS の整備に着手する。
- ・（関西）検則 JIS 化に合わせ、技術基準の国際整合化を実現させる。

【中期計画（参考）】

- ・型式承認に係る技術審査、試験業務に関しては、非自動はかり、燃料油メーターなどを中心として要素型式承認の導入に基づき、試験及び技術審査業務を行う。また基準器検査等の検査業務に関しては、認定事業による校正を導入した新たな検査システムを構築して実施する。

《平成16年度計画》

- ・特定計量器の型式承認業務・基準器検査業務を適正に実施し、技術の高度化を図る。基準器業務の管理システムについては、行政的な理由等による平成15年度実施計画変更（1年延長）の為の体制整備、新基準器検査システムに関する調査・設計、機器類の整備とともに、検査マニュアルを整備する。
- ・（関西）型式承認については、平成15年度と同様に行う。基準器検査については、行政方針による期限延長にしたがい、平成16年度も適確に業務を担当する。
- ・型式承認の申請に関する手引きについて、新版作成の必要性の有無を当該器種ごとに検討を開始し、各事業者へのより有効な情報提供を目指す。
- ・リングゲージ・プラグゲージの持ち回りに参加すると共に標準供給を開始する。
- ・密度標準浮ひょうについて標準供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・特定計量器のうち、ガスメーター、水道メーター等の4機種について日本工業規格の原案作成を行う。

《平成16年度計画》

- ・すべての計量器について、JIS 原案の策定を継続して行う。また、原案素案が整備された特定計量器から原案作成委員会を開設する。タクシーメーター等の原案作成を終了した特定計量器については、検定検査規則の改正に向け、省令案作りに着手する。

## ③次世代計量標準の開発

国際度量衡委員会（CIPM）の勧告を考慮しつつ先導的な計量標準の技術開発を進め、次世代の計量標準に結実させる。

## 【中期計画（参考）】

- ・ 主要な研究課題として、原子泉方式による新時間標準、光周波数計測による高精度広域波長標準、電磁気量に基づく新質量標準、共晶点を利用した超高温度標準、高温白金抵抗温度計による新国際温度目盛、粘度の新国際標準、高速・高精度の交流電圧標準、イオンビーム堆積物質量標準、情報技術を利用した新しい標準供給方式などを考慮し、適宜柔軟な計画の見直しとチーム編成のもとに技術開発を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・ 共晶点を利用した超高温度定点の国際比較による再現性評価をさらに進め、性能を確立する定点数を順次増やすとともに高温域への拡張を行う。定点温度値決定に用いる高温測定用の高精度放射温度計を開発する。高温用白金抵抗温度計の銅点での特性評価を継続する。高絶縁白金抵抗温度計の絶縁特性を調べる。
- ・ 原子泉方式周波数標準器を用いた TAI の校正を行い、結果を国際度量衡局に報告する。光周波数計測システムをめざして、引き続きコンパクトなフェムトコムのスペクトルの高度化を行う。光ファイバーを用いたフェムトコムの伝送実験を行い、光周波数計測の不確かさなどにどのような影響があるか調べる。

## ④国際構築

## 【中期計画（参考）】

- ・ 我が国の計量技術を諸外国に積極的に発信するとともに、諸外国と協調して国際計量システムを構築する。その際、諸外国の計量システムと国際計量システムに我が国の技術を積極的に反映させる。

## 《平成16年度計画》

- ・ 平成15年度に引き続き、我が国からの国際計量システムのあり方について発信を増やすよう努力する。国際計量システム構築では、国際計量研究連絡委員会の内容を充実させ、医療・食品・環境等の新分野での計量システム構築を図る。

## 【中期計画（参考）】

- ・ アジアを中心とした開発途上国へ国家標準器の校正サービスを行い、共同研究を推進する。また、技術協力プロジェクトにおける専門家の派遣、技術審査員（ピアレビューアー）の派遣等、相手国の計量システムの構築と向上を支援する。

## 《平成16年度計画》

- ・ タイ国 NIMT 設立支援では JICA プロジェクトを進める。長期専門家の支援、NIMT スタッフ5名の JICA 研修、10名の短期専門家派遣、国内委員会事務局業務を着実に進行。APEC-TILF 基金による

APMP の途上国国際比較支援と APLMF の法定計量トレーサビリティシンポジウムに協力する。更に、引き続き平成17年度の APEC-TILF 資金獲得の努力を行うとともに、ASEAN 標準化 WG へは継続的に協力し、計量分野での ASEAN 技術協力を努める。

## 【中期計画（参考）】

- ・ 国際計量システムの発展に資するため、中国、韓国、欧米先進諸国の研究機関と共同研究・国際比較等を行う。

## 《平成16年度計画》

- ・ APMP2件、CIPM 比較11件、それ以外の二国間、多国間比較については3件、平成16年度実行中の国際比較の幹事国として2件を実施する。

## 【中期計画（参考）】

- ・ アジア太平洋計量計画（APMP）で議長国と事務局の役割を務める。また地域計量機関と国際度量衡局（BIPM）の合同委員会（JCRB）に参画する。また、メートル条約の CIPM 諮問委員会で作業部会の議長や委員を引き受ける。

## 《平成16年度計画》

- ・ APMP 事務局を引き続き運営する。APMP ホームページは技術指針等の充実や、オンライン業務での活用を引き続き図る。北京で開催される第20回総会を支援する。計量標準国際相互承認（MRA）の為に、APEC 資金を獲得し APMP で不足している国際比較の実施を組織する。引き続き、途上国メンバーとその政府機関に対し、メートル条約加盟と MRA への参加を呼びかける。世界レベルでの会議においてはアジアからの発言力の維持・強化に努める。また、各種委員会幹事等、適切な数の役職を確保して貢献する。
- ・ CIPM 委員（CCM 議長）を引き続き支援する。また、国際計量機関での役職数の増加を図る。

## 【中期計画（参考）】

- ・ 国際法定計量機構（OIML）の枠組みの中で、OIML の国際相互承認協定の締結に関し、OIMLTS3/SC5 の活動を積極的に行う。また、アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）の議長国と事務局を引き受ける。

## 《平成16年度計画》

- ・ 国際法定計量総会の対処方針をまとめ、同機関の2005年からの運営についてわが国の支援策を反映させる。国際委員会及び運営委員会での国際受入協定実施に向けた作業に積極的に協力する。技術委員会に於ける勧告・文書作成において、国内意見の集約と反映を図る。また、主要な法定計量国外機関との技術者の交流を通して相互信頼の為の基礎を築く。
- ・ アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）の事務局では、定期刊行物、情報ブックレット、ホームページ更新などを通して、引き続き全加盟国に対する情報発信を行う。また APEC 基金の援助により、合計4つの法定計量研修を開催する。さらに我が国としても、

穀物水分計やトレーサビリティに関する作業部会を通して独自の情報発信を追求する。

⑤計量の教習と人材の育成

【中期計画（参考）】

- ・一般計量士、環境計量士の資格付与のために、計量技術者向けに研修プログラムを作成し、講師と実習指導者を選任する。

《平成16年度計画》

- ・環境計測用微量元素分析装置を整備し、新たな実習科目を検討・実習する。

【中期計画（参考）】

- ・国内向けに年間12,000人日の一般計量の教習、年間4,000人日の環境計量の教習を企画・実施する。環境計量講習に関しては、民間の求めの増大がある場合これに対応する。計量士の再教育制度が設けられる場合には、計量教習機能を強化する。

《平成16年度計画》

- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習、短期計量教習、環境計量講習（濃度）、環境計量講習（騒音・振動関係）、および地方公務員のための特別教習などを合わせて、12,000人・日以上（必達目標、地方庁の公務員の研修義務の規制緩和に対応して目標の設定を昨年並みとした）の教習を企画し実施する。
- ・ダイオキシン類分析事業者のための特定計量証明事業管理者講習を引き続き実施するとともに、分析技術研修を開始する。
- ・一般計量教習などのカリキュラムの見直しに関して全国計量行政会議の分科会の審議結果を検討し、都道府県・特定市などの地方公務員にとって、ニーズの高い「非自動はかり研修」を、計測標準研究部門と協力して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・年間200人日の計量技術者研修を企画・実施する。

《平成16年度計画》

- ・計測標準フォーラム、(社)日本計量振興協会のプロジェクトにおいて、企業の計測技術者、計量士を対象とした研修プログラムの検討に協力する。

【中期計画（参考）】

- ・校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための品質システム研修を行う。

《平成16年度計画》

- ・試験所認定審査員研修を NITE との共催で平成16年4月中旬に、産総研の2号非常勤職員を対象に開催する。また、NITE 職員、産総研常勤職員対象の試験所認定審査員研修等も開催予定である。

【中期計画（参考）】

- ・アジア諸国を中心に JICA 技術協力等に基づき、法定計量と計測技術に関して年間500人日の技術研修の企画・調整を行う。

《平成16年度計画》

- ・平成15年度に引き続き、JICA アジア太平洋法定計量システム研修を、国際標準協力室、計量研修センターと日本計量機器工業連合会等との協力で実施する。また、タイとの二国間技術協力プロジェクトに伴う技術研修への協力を行う。

【中期計画（参考）】

- ・計量の技術分野毎に民間の計量技術者が校正業務、環境計量証明業務の遂行等に際して容易に参照できるような専門技術書（モノグラフ）を企画・編集する。

《平成16年度計画》

技術者向けモノグラフの2巻発行を目指す。

《別表4》

平成16年度予算

(単位：百万円)

区 別	金 額
収入	
運営費交付金	68,218
施設整備費補助金	3,340
施設整備資金貸付金償還時補助金	79,139
受託収入	19,095
うち国からの受託収入	10,995
うちその他からの受託収入	8,100
その他収入	3,912
計	173,704
支出	
業務経費	59,814
うち鉱工業科学技術研究開発関係経費	43,571
地質関係経費	4,932
計量関係経費	6,865
技術指導及び成果の普及関係経費	4,446
施設整備費	3,340
受託経費	16,886
うち中小企業対策関係経費受託	767
石油及びエネルギー需給構造高度化技術開発関係経費受託	3,169
電源多様化技術開発関係経費受託	1,468
特許生物寄託業務関係経費受託	313
原子力関係経費受託	662
公害防止関係経費受託	522
その他受託	9,985
借入償還金	79,139
間接経費	14,525
計	173,704

《別表5》

## 平成16年度収支計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
費用の部	93,567
経常費用	93,567
鉱工業科学技術研究開発業務費	40,565
地質業務費	4,627
計量業務費	6,349
技術指導及び成果の普及業務費	4,133
受託業務費	11,959
間接経費	13,426
減価償却費	12,500
退職手当引当金繰入	8
財務費用	0
支払利息	0
臨時損失	0
固定資産除却損	0
収益の部	96,256
運営費交付金収益	64,180
国からの受託収入	10,995
その他の受託収入	8,100
その他の収入	3,912
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	9,069
財務収益	0
受取利息	0
臨時収益	0
固定資産売却益	0
純利益	2,689
目的積立金取崩額	0
総利益	2,689

《別表6》

## 平成16年度資金計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
資金支出	173,704
業務活動による支出	81,067
鉱工業科学技術研究開発業務費	40,565
地質業務費	4,627
計量業務費	6,349
技術指導及び成果の普及業務費	4,133
受託業務費	11,967
その他の支出	13,426
投資活動による支出	13,498
有形固定資産の取得による支出	13,498
施設整備費の精算による返還金の支出	0
財務活動による支出	79,139
短期借入金の返済による支出	0
長期借入金の返済による支出	79,139
翌年度への繰越金	0
資金収入	173,704
業務活動による収入	91,225
運営費交付金による収入	68,218
国からの受託収入	10,995
その他の受託収入	8,100
その他の収入	3,912
寄付金収入	0
投資活動による収入	82,479
有形固定資産の売却による収入	0
施設整備費による収入	3,340
施設整備資金貸付金償還時による収入	79,139
その他の収入	0
財務活動による収入	0
短期借入による収入	0
前年度よりの繰越金	0

## 5. 職員

平成16年度形態別・機能別職員数

所属名称	役員	職員			総計	
		研究職員		行政職		
		総数	(内 招へい 型任期付研 究職員)			(内 若手 型任期付 研究職員)
理事	11				11	
監事	1				1	
研究コーディネータ		7	(2)		7	
企画本部		54		39	93	
評価部		18		3	21	
環境安全管理部		7		8	15	
業務推進本部				1	1	
監査室				4	4	
広報部		8		27	35	
深部地質環境研究センター		32		(4)	2	34
活断層研究センター		16		(3)	1	17
化学物質リスク管理研究センター		24	(5)	(10)	2	26
ライフサイクルアセスメント研究センター		12		(6)	1	13
パワーエレクトロニクス研究センター		13	(2)	(4)	1	14
生命情報科学研究センター		16	(5)	(10)	2	18
生物情報解析研究センター		24	(11)	(6)	2	26
ヒューマンストレスシグナル研究センター		10	(5)	(3)	1	11
強相関電子技術研究センター		15	(1)	(5)	2	17
次世代半導体研究センター		26	(3)	(4)	5	31
ものづくり先端技術研究センター		20	(2)	(3)	2	22
超臨界流体研究センター		13	(2)	(2)	3	16
界面ナノアーキテクニクス研究センター		19		(4)	2	21
グリッド研究センター		20	(3)	(4)	1	21
爆発安全研究センター		17	(1)	(4)	1	18
糖鎖工学研究センター		18	(3)	(8)	1	19
年齢軸生命工学研究センター		13	(5)	(3)	2	15
デジタルヒューマン研究センター		13	(1)	(4)	1	14
近接場光応用工学研究センター		10		(3)	1	11
ダイヤモンド研究センター		16	(4)	(5)	1	17
バイオニクス研究センター		13	(1)	(5)	1	14
ジーンファンクション研究センター		14	(3)	(6)	1	15
太陽光発電研究センター		25		(7)	1	26
システム検証研究センター		7		(4)	1	8
ナノカーボン研究センター		15	(3)	(5)	2	17
計測標準研究部門		234	(1)	(14)	3	237
地圏資源環境研究部門		68		(7)	2	70
知能システム研究部門		58	(1)	(6)	2	60
エレクトロニクス研究部門		67		(11)	2	69
光技術研究部門		74	(2)	(11)	2	76
人間福祉医工学研究部門		65		(13)	2	67
脳神経情報研究部門		58		(8)	2	60
ナノテクノロジー研究部門		80	(6)	(15)	3	83
計算科学研究部門		29	(1)	(6)	2	31
生物機能工学研究部門		77	(2)	(13)	2	79
計測フロンティア研究部門		65		(4)	3	68
ユビキタスエネルギー研究部門		45		(2)	2	47
セルエンジニアリング研究部門		36	(2)	(8)	3	39

## 産業技術総合研究所

所属名称	役員	職員				総計
		総数	研究職員		行政職	
			(内 招へい 型任期付研 究職員)	(内 若手 型任期付 研究職員)		
ゲノムファクトリー研究部門		32	(2)	(8)	2	34
先進製造プロセス研究部門		118	(2)	(23)	4	122
サステナブルマテリアル研究部門		74		(9)	2	76
地質情報研究部門		119		(7)	3	122
環境管理技術研究部門		99		(13)	3	102
環境化学技術研究部門		86	(3)	(13)	2	88
エネルギー技術研究部門		168		(20)	5	173
情報技術研究部門		63	(2)	(13)	2	65
メンブレン化学研究ラボ		22		(5)		22
マイクロ空間化学研究ラボ		7		(2)		7
単一分子生体ナノ計測研究ラボ		9	(1)	(2)		9
循環バイオマス研究ラボ		18		(2)		18
実環境計測・診断研究ラボ		16		(1)		16
フェロー		2				2
先端情報計算センター		5			18	23
特許生物寄託センター		4			3	7
ベンチャー開発戦略研究センター		5			7	12
地質調査情報センター		10			16	26
計量標準管理センター		18			11	29
技術情報部門		16			13	29
産学官連携部門		65			76	141
国際部門		4			16	20
知的財産部門		8			18	26
業務推進部門					189	189
能力開発部門		4			37	41
財務会計部門					80	80
研究環境整備部門					57	57
北海道センター		2			1	3
東北センター		1				1
つくばセンター		3				3
臨海副都心センター		1				1
中部センター		1				1
関西センター		2				2
中国センター		2				2
四国センター		2				2
九州センター		2				2
総計	12	2459	(87)	(358)	717	3188

## 6. 財務諸表

## 貸借対照表

(平成17年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額	
資産の部		
I 流動資産		
現金及び預金		8,201,976,972
研究業務未収金		4,393,888,556
たな卸資産		717,430,855
未収金		4,731,562,036
前払費用		4,123,164
その他流動資産		<u>267,110,930</u>
流動資産合計		18,316,092,513
II 固定資産		
1 有形固定資産		
建物	192,674,221,106	
建物減価償却累計額	<u>△26,885,207,827</u>	165,789,013,279
構築物	18,538,394,878	
構築物減価償却累計額	<u>△ 3,390,733,247</u>	15,147,661,631
機械及び装置	35,215,312,060	
機械及び装置減価償却累計額	<u>△ 5,392,599,619</u>	29,822,712,441
車両運搬具	128,272,358	
車両運搬具減価償却累計額	<u>△ 78,652,088</u>	49,620,270
工具器具備品	144,213,959,744	
工具器具備品減価償却累計額	<u>△ 72,952,480,167</u>	71,261,479,577
土地		114,545,614,731
建設仮勘定		<u>4,830,000</u>
有形固定資産合計		396,620,931,929
2 無形固定資産		
産業財産権		48,333,049
電話加入権		63,360,000
産業財産権仮勘定		<u>907,228,722</u>
無形固定資産合計		1,018,921,771
3 投資その他の資産		
敷金・保証金		<u>109,191,914</u>
投資その他の資産合計		109,191,914
固定資産合計		<u>397,749,045,614</u>
資産合計		<u><u>416,065,138,127</u></u>

## 貸借対照表

(平成17年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額
負債の部	
I 流動負債	
預り寄付金	14,247,011
研究業務未払金	7,430,492,497
未払金	5,692,863,507
リース債務	4,156,628
前受金	757,440,724
預り金	326,684,300
未払消費税等	842,794,000
その他流動負債	<u>4,279,900</u>
流動負債合計	15,072,958,567
II 固定負債	
長期リース債務	2,691,139
資産見返負債	
資産見返運営費交付金	19,523,203,411
資産見返補助金等	33,418,005
資産見返寄付金	914,667
建設仮勘定見返運営費交付金	4,600,000
資産見返物品受贈額	<u>7,408,420,344</u>
引当金	
退職給付引当金	<u>45,274,434</u>
固定負債合計	<u>27,018,522,000</u>
負債合計	42,091,480,567
資本の部	
I 資本金	
政府出資金	<u>286,086,122,813</u>
資本金合計	286,086,122,813
II 資本剰余金	
資本剰余金	128,449,223,182
損益外減価償却累計額(△)	<u>△ 56,542,831,036</u>
資本剰余金合計	71,906,392,146
III 利益剰余金	
研究施設等整備積立金	236,037,634
積立金	12,960,594,566
当期未処分利益	<u>2,784,510,401</u>
(うち当期総利益 2,784,510,401)	
利益剰余金合計	<u>15,981,142,601</u>
資本合計	<u>373,973,657,560</u>
負債資本合計	<u>416,065,138,127</u>

資料

損益計算書

(平成16年4月1日～平成17年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額	
経常費用		
研究業務費		
人件費 *1	37,457,233,770	
減価償却費	14,307,683,653	
その他の研究業務費 *2	<u>33,243,024,656</u>	85,007,942,079
一般管理費		
人件費 *3	6,647,604,435	
減価償却費	437,201,080	
その他の一般管理費 *4	<u>6,720,985,344</u>	13,805,790,859
財務費用		
支払利息	426,669	
その他財務費用	<u>38,371</u>	<u>465,040</u>
経常費用合計		98,814,197,978
経常収益		
運営費交付金収益		
運営費交付金戻入	62,889,410,561	
資産見返運営費交付金戻入	<u>4,922,140,759</u>	67,811,551,320
物品受贈収益		5,540,733,720
知的所有権収益		424,509,867
研究収益		2,600,738,967
受託収益		
国及び地方公共団体	11,581,991,250	
その他の団体	<u>10,893,536,088</u>	22,475,527,338
寄付金収益		11,641,434
補助金等収益		51,816,267
財務収益		
受取利息	264,618	
その他財務収益	<u>126,369</u>	390,987
雑益		
建物及び物件貸付料	2,184,078,407	
その他雑益	<u>348,655,611</u>	<u>2,532,734,018</u>
経常収益合計		<u>101,449,643,918</u>
経常利益		2,635,445,940
臨時損失		
固定資産除却損		288,748,352
過年度受託収益修正損		<u>18,471,218</u>
臨時損失合計		307,219,570
臨時利益		
資産見返運営費交付金戻入		34,426,190
物品受贈収益		249,330,346
研究施設補償収入		152,248,950
その他の臨時利益		<u>20,278,545</u>
臨時利益合計		<u>456,284,031</u>
当期純利益		<u>2,784,510,401</u>
当期総利益		<u><u>2,784,510,401</u></u>

## キャッシュ・フロー計算書

(平成16年4月1日～平成17年3月31日)

(単位：円)

科 目	金 額
I 業務活動によるキャッシュ・フロー	
研究業務支出	△ 33,319,072,232
人件費支出	△ 42,236,638,708
その他の業務支出	△ 7,322,271,415
運営費交付金収入	68,218,340,000
受託収入	21,333,857,242
手数料収入	95,490,810
寄付金収入	12,937,734
知的所有権収入	353,702,602
建物及び物件貸付料	2,354,408,972
消費税等還付金	3,092,018,962
その他の業務収入	2,848,029,810
小 計	15,430,803,777
利息の受取額	264,618
利息の支払額	△ 426,669
業務活動によるキャッシュ・フロー	15,430,641,726
II 投資活動によるキャッシュ・フロー	
有形固定資産の取得による支出	△ 52,696,334,626
無形固定資産の取得による支出	△ 549,627,444
有形固定資産の売却による収入	2,904,479
施設費による収入	11,350,998,000
その他の投資の回収による収入	3,400,041
投資活動によるキャッシュ・フロー	△ 41,888,659,550
III 財務活動によるキャッシュ・フロー	
ファイナンス・リース債務の返済による支出	△ 13,317,980
無利子借入金による収入	65,261,649
財務活動によるキャッシュ・フロー	51,943,669
IV 資金に係る換算差額	—
V 資金減少額	△ 26,406,074,155
VI 資金期首残高	34,608,051,127
VII 資金期末残高	8,201,976,972

資料

利益の処分に関する書類

(平成17年6月27日)

(単位：円)

科 目	金 額	
I 当期末処分利益		
当期総利益	<u>2,784,510,401</u>	2,784,510,401
II 積立金振替額		
前中期目標期間繰越積立金	—	
研究施設等整備積立金	<u>236,037,634</u>	<u>236,037,634</u>
II 利益処分類		
積立金		<u><u>3,020,548,035</u></u>

行政サービス実施コスト計算書

(平成16年4月1日～平成17年3月31日)

(単位：円)

項 目	金 額	
I 業務費用		
(1) 損益計算書上の費用		
研究業務費	85,007,942,079	
一般管理費	13,805,790,859	
財務費用	465,040	
臨時損失	<u>307,219,570</u>	99,121,417,548
(2) (控除) 自己収入等		
物品受贈収益	△ 2,103,876,635	
知的所有権収益	△ 424,509,867	
研究収益	△ 2,600,738,967	
受託収益	△ 22,475,527,338	
寄付金収益	△ 11,184,949	
財務収益	△ 390,987	
雑益	△ 2,532,734,018	
臨時利益	△ 172,527,495	<u>△ 30,321,490,256</u>
業務費用合計		68,799,927,292
II 損益外減価償却相当額		
損益外減価償却相当額	22,469,018,089	
損益外固定資産除却相当額	<u>798,029,851</u>	23,267,047,940
III 引当外退職給付増加見積額		△ 1,010,947,177
IV 機会費用		
国又は地方公共団体財産の無償又は減額された使用料による貸借取引の機会費用	372,361,047	
政府出資又は地方公共団体出資等の機会費用	4,214,418,835	
無利子又は通常よりも有利な条件による融資取引の機会費用	<u>521,884,212</u>	5,108,664,094
V (控除) 法人税等及び国庫納付額		—
VI 行政サービス実施コスト		<u><u>96,164,692,149</u></u>

## 注 記 事 項

### I. 重要な会計方針

#### 1. 運営費交付金収益の計上基準

費用進行基準を採用しております。

#### 2. 減価償却の会計処理方法

##### (1) 有形固定資産

定額法を採用しております。

なお、主な耐用年数は以下のとおりであります。

建物 10～50年

構築物 10～50年

機械及び装置 20～30年

車両運搬具 2～6年

工具器具備品 2～15年

また、特定の償却資産（独立行政法人会計基準第86）の減価償却相当額については、損益外減価償却累計額として資本剰余金から控除して表示しております。

##### (2) 無形固定資産

定額法を採用しております。

なお、産業財産権については、8年で償却しております。

#### 3. 退職給付に係る引当金及び見積額の計上基準

自己収入により退職給付を措置する場合には、当事業年度末における退職給付債務の見込額に基づき計上しております。なお、過去勤務債務及び数理計算上の差異は、発生年度において全額費用処理することとしております。

運営費交付金により退職給付の財源措置がなされる場合には引当金を計上しておりません。

また、行政サービス実施コスト計算書における引当外退職給付増加見積額は、事業年度末に在職する役職員について、当事業年度末の退職給付見積額から前事業年度末の退職給付見積額を控除した額から、業務費用として計上されている退職給与の額を控除して計算しております。なお、退職給付見積額のうち役員分については、事業年度末における退職手当要支給額に基づき算定しております。

#### 4. たな卸資産の評価基準及び評価方法

共通消耗品については、移動平均法に基づく低価法により評価しております。また、仕掛品については、個別法に基づく低価法により評価しております。

#### 5. 外貨建資産及び負債の本邦通貨への換算基準

外貨建金銭債権債務は、期末日の直物為替相場により円貨に換算し、換算差額は損益として処理しております。

#### 6. 行政サービス実施コスト計算書における機会費用の計上方法

##### (1) 国又は地方公共団体財産の無償又は減額された使用料による貸借取引の機会費用の算定方法

近隣の地代や賃貸料を参考に計算しております。

##### (2) 政府出資又は地方公共団体出資等の機会費用の計算に使用した利率

10年もの国債の平成17年3月末利回りを参考に1.320%で計算しております。

##### (3) 政府又は地方公共団体から無利子又は通常よりも有利な条件による融資取引の機会費用の計算に使用した利率

10年もの国債の平成17年3月末利回りを参考に1.320%で計算しております。

#### 7. リース取引の処理方法

リース料総額が300万円以上のファイナンス・リース取引については、通常の売買取引に係る方法に準じた会計処理によっております。

リース料総額が300万円未満のファイナンス・リース取引については、通常の賃貸借取引に係る方法に準じた会計処理によっております。

## 資料

### 8. 消費税等の会計処理

消費税等の会計処理は、税抜方式によっております。なお、資産に係る控除対象外消費税は発生年度の期間費用としております。ただし、個々の資産に対応すべき金額が合理的に算定可能なものについては、取得原価に算入しております。

### II. 貸借対照表

運営費交付金から充当されるべき退職給付の見積額は37,454,101,819円です。

### III. 損益計算書

#### \*1 研究業務費 人件費の内訳

役員報酬	97,026,312円
給与及び手当	17,613,290,831円
賞与	6,190,851,105円
法定福利費	2,968,261,088円
退職金費用	2,513,841,392円
非常勤職員給与及び手当	6,593,838,122円
その他の人件費	1,480,124,920円

#### \*2 その他の研究業務費のうち主要な費目および金額

消耗品費	10,366,386,735円
技術委託費	4,501,152,295円
ソフトウェア費	3,027,027,955円
保守費	2,687,360,604円
旅費交通費	2,204,027,657円

#### \*3 一般管理費 人件費の内訳

役員報酬	72,980,229円
給与及び手当	3,152,065,941円
賞与	1,130,949,218円
法定福利費	477,699,089円
退職金費用	934,017,138円
非常勤職員給与及び手当	696,465,372円
その他の人件費	183,427,448円

#### \*4 その他の一般管理費のうち主要な費目および金額

保守費	2,621,704,768円
電気料	713,910,937円
ソフトウェア費	667,004,079円

### IV. キャッシュフロー計算書

#### 1. 資金の期末残高の貸借対照表科目別の内訳

現金及び預金	<u>8,201,976,972円</u>
資金期末残高	<u>8,201,976,972円</u>

#### 2. 重要な非資金取引

無償譲渡等による資産の取得	<u>1,819,971,125円</u>
NTT 無利子借入金を施設整備資金貸付金	
償還時補助金の交付により相殺して返済	<u>79,138,627,149円</u>
	<u>80,958,598,274円</u>

## V. 退職給付関係

## 1. 採用している退職給付制度の概要

役員は産業技術総合研究所役員退職手当規程に、職員は国家公務員退職手当法に基づき給付します。

## 2. 退職給付債務に関する事項（平成17年3月31日現在）

退職給付債務	△ 45,274,434円
未認識数理計算上の差異	－円
未認識過去勤務債務	－円
退職給付引当金	<u>△ 45,274,434円</u>

## 3. 退職給付費用に関する事項（自平成16年4月1日至平成17年3月31日）

勤務費用	13,682,807円
利息費用	428,161円
数理計算上の差異の費用処理額	5,201,616円
過去勤務債務の費用処理額	－円
退職給付費用	<u>19,312,584円</u>

## 4. 退職給付債務等の計算の基礎に関する事項

退職給付見込額の期間配分方法	期間定額基準
割引率	1.6%
過去勤務債務の額の処理年数	－
数理計算上の差異の処理年数	発生年度において費用処理することとしております。

## VI. 重要な債務負担行為

当事業年度内に契約済（1億円以上）であるが、年度末時点において未履行のものではありません。

# 附属明細書

## 1. 固定資産の取得及び処分並びに減価償却費（「第86特定の償却資産の減価に係る会計処理」による損益外減価償却相当額も含む。）の明細

(単位：円)

資産の種類	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	減価償却累計額		差引当期末残高	摘要
					減価償却額	当期償却額		
有形固定資産	1,955,468,738	780,691,886	-	2,736,160,624	280,234,037	132,806,421	2,455,926,587	
(償却費損益内)	391,047,402	197,257,688	-	588,305,090	60,485,514	29,730,902	527,819,576	
機械及び装置	512,770,139	70,814,784	-	583,584,923	64,910,408	29,923,906	518,674,515	
車両運搬具	113,632,377	17,116,679	2,476,698	128,272,358	78,652,088	16,605,438	49,620,270	
工具器具備品	76,925,428,949	13,848,795,923	1,320,419,770	89,453,805,102	51,672,559,865	14,501,079,385	37,781,245,237	
計	79,898,347,605	14,914,676,960	1,322,896,468	93,490,128,097	52,156,841,912	14,710,146,052	41,333,286,185	
有形固定資産	174,714,905,054	16,109,452,738	886,297,310	189,938,060,482	26,604,973,790	8,245,251,692	163,333,086,692	
(償却費損益外)	16,755,955,508	1,194,094,280	-	17,950,089,788	3,330,247,733	901,443,017	14,619,842,055	
構築物	33,680,412,938	955,224,360	3,910,161	34,631,727,137	5,327,689,211	1,592,205,334	29,304,037,926	
機械及び装置	51,392,819,268	3,360,435,374	-	54,753,254,642	21,279,920,302	11,730,118,046	33,473,334,340	
工具器具備品	276,544,132,768	21,619,206,752	890,207,471	297,273,132,049	56,542,831,036	22,469,018,089	240,730,301,013	
計	6,900,000	-	-	6,900,000	-	-	6,900,000	
非償却資産	114,545,614,731	-	-	114,545,614,731	-	-	114,545,614,731	
土地	5,623,042,975	16,855,548,945	22,473,761,920	4,830,000	-	-	4,830,000	
建設仮勘定	120,175,557,706	16,855,548,945	22,473,761,920	114,557,344,731	-	-	114,557,344,731	
計	176,670,373,792	16,890,144,624	886,297,310	192,674,221,106	26,885,207,827	8,378,058,113	165,789,013,279	
有形固定資産合計	17,147,042,910	1,391,351,968	-	18,538,394,878	3,390,733,247	931,173,919	15,147,661,631	
構築物	34,193,183,077	1,026,039,144	3,910,161	35,215,312,060	5,392,599,619	1,622,129,240	29,822,712,441	
機械及び装置	113,632,377	17,116,679	2,476,698	128,272,358	78,652,088	16,605,438	49,620,270	
車両運搬具	128,325,148,217	17,209,231,297	1,320,419,770	144,213,959,744	72,952,480,167	26,231,197,431	71,261,479,577	
工具器具備品	114,545,614,731	-	-	114,545,614,731	-	-	114,545,614,731	
土地	5,623,042,975	16,855,548,945	22,473,761,920	4,830,000	-	-	4,830,000	
建設仮勘定	476,618,038,079	53,389,432,657	24,686,865,859	505,320,604,877	108,699,672,948	37,179,164,141	396,620,931,929	
計	31,607,896	23,306,493	-	54,914,389	6,581,340	5,171,783	48,333,049	
無形固定資産	63,360,000	-	-	63,360,000	-	-	63,360,000	
産業財産権	432,037,962	549,627,444	74,436,684	907,228,722	-	-	907,228,722	
電話加入権	527,005,858	572,933,937	74,436,684	1,025,503,111	6,581,340	5,171,783	1,018,921,771	
計	77,472,955	32,368,959	650,000	109,191,914	-	-	109,191,914	
投資その他の資産	35,119,000	-	35,119,000	-	-	-	-	
敷金・保証金	112,591,955	32,368,959	35,769,000	109,191,914	-	-	109,191,914	
互助会預託金	-	-	-	-	-	-	-	
計	-	-	-	-	-	-	-	

## 2. たな卸資産の明細

(単位：円)

種 類	期首残高	当期増加額		当期減少額		期末残高	摘 要
		当期購入・製造・振替	その他	払出・振替	その他		
共通消耗品	52,588,305	17,451,936	-	31,066,177	-	38,974,064	
仕 掛 品	1,329,530,821	678,456,791	-	1,329,530,821	-	678,456,791	
合 計	1,382,119,126	695,908,727	-	1,360,596,998	-	717,430,855	

## 3. 有価証券の明細

該当事項はありません。

## 4. 長期貸付金の明細

該当事項はありません。

## 5. 長期借入金の明細

(単位：円)

区分	期首残高	当期増加	当期減少	期末残高	平均利率 (%)	返済期限	摘要
NTT 無利子借入金	52,662,887,500	65,261,649	52,728,149,149	-	-		
計	52,662,887,500	65,261,649	52,728,149,149	-	-		

## 6. 債券の明細

該当事項は、ありません。

## 7. 引当金の明細

該当事項は、ありません。

## 8. 貸付金等に対する貸倒引当金の明細

該当事項は、ありません。

## 9. 退職給付引当金の明細

(単位：円)

区 分	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	摘 要
退職給付債務合計額	26,760,073	19,312,584	798,223	45,274,434	
退職一時金に係る債務	26,760,073	19,312,584	798,223	45,274,434	
厚生年金基金に係る債務	-	-	-	-	
整理資源負担金に係る債務	-	-	-	-	
恩給負担金に係る債務	-	-	-	-	
未認識過去勤務債務及び未認識 数理計算上の差異	-	-	-	-	
年金資産	-	-	-	-	
退職給付引当金	26,760,073	19,312,584	798,223	45,274,434	

資 料

10. 法令に基づく引当金等の明細

該当事項は、ありません。

11. 保証債務の明細

該当事項は、ありません。

12. 資本金及び資本剰余金の明細

(単位：円)

区 分		期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	摘 要
資本金	政府出資金	286,086,122,813	-	-	286,086,122,813	
	計	286,086,122,813	-	-	286,086,122,813	
資 本 剰 余 金	資本剰余金					
	運営費 交付金	77,472,955	32,368,959	-	109,841,914	増加理由：敷金・保証金を取得。
	施設整備費 補 助 金	27,158,869,244	100,757,833,901	-	127,916,703,145	増加理由：施設整備費補助金による資産取得及び施設整備資金貸付金償還時補助金の交付。
	政府出資	△526,783,210	-	890,207,471	△1,416,990,681	減少理由：政府出資財産の除却。
	無償譲与	1,839,668,804	-	-	1,839,668,804	
	計	28,549,227,793	100,790,202,860	890,207,471	128,449,223,182	
	損益外減価 償却累計額	34,165,990,567	22,469,018,089	92,177,620	56,542,831,036	増加理由：独立行政法人会計基準第86に特定された固定資産の減価償却費相当額。 減少理由：政府出資財産の徐却。
	差引計	△5,616,762,774	78,321,184,771	798,029,851	71,906,392,146	

13. 積立金の明細

(単位：円)

区 分	期首残高	当期増加額	当期減少額	期末残高	摘 要
通則法44条1項積立金	10,499,447,631	2,461,146,935	-	12,960,594,566	※注1
通則法44条3項積立金 (研究施設等整備積立金)	144,854,149	91,183,485	-	236,037,634	※注1

※注1 当期増加額は、平成15年度の利益処分によるものであります。

14. 目的積立金の取崩しの明細

該当事項は、ありません。

15. 運営費交付金債務及び運営費交付金収益の明細

(1) 運営費交付金債務

(単位：円)

交付年度	期首残高	交 付 金 当期交付額	当 期 振 替 額				期末残高
			運営費交付金 戻 入	資 産 見 返 運営費交付金	資金剰余金	小 計	
平成13年度	-	-	-	-	-	-	-
平成14年度	-	-	-	-	-	-	-
平成15年度	2,102,610,187	-	846,520,590	1,256,089,597	-	2,102,610,187	-
平成16年度	-	68,218,340,000	62,042,889,971	6,143,081,070	32,368,959	68,218,340,000	-
合 計	2,102,610,187	68,218,340,000	62,889,410,561	7,399,170,667	32,368,959	70,320,950,187	-

## (2) 運営費交付金収益

業務等の区分を行っていないため、作成しておりません。

## 16. 運営費交付金以外の国等からの財源措置の明細

## 16-1 施設費の明細

(単位：円)

区 分	当期交付額	左の会計処理内訳			摘 要
		建設仮勘定 見返施設費	資本剰余金	その他	
平成14年度「補正」施設整備費補助金	37,603,583,707	-	37,603,583,707	-	
平成15年度「繰越」施設整備費補助金	4,384,999,049	-	4,384,999,049	-	
平成16年度施設整備費補助金	3,339,990,411	-	3,339,990,411	-	
施設整備資金貸付金償還時補助金	79,138,627,149	-	79,138,627,149	-	
計	124,467,200,316	-	124,467,200,316	-	

## 16-2 補助金等の明細

(単位：円)

区 分	当期交付額	左の会計処理内訳					摘 要
		建設仮勘定 補助金等	資産見返 補助金等	資 本 剰余金	長期預り 補助金等	収益計上	
平成16年度研究協力事業助成金 (研究協力事業費補助金)	81,436,008	-	32,144,197	-	-	49,291,811	
計	81,436,008	-	32,144,197	-	-	49,291,811	

## 17. 役員及び職員の給与の明細

(単位：千円、人)

区 分	報酬又は給与		退 職 手 当	
	支 給 額	支 給 人 員	支 給 額	支 給 人 員
役 員	(1,200) 236,133	(1) 12	( - ) 22,198	( - ) 3
職 員	(7,994,321) 30,761,774	(2,790) 3,139	(134,286) 3,291,375	(1,387) 123
合 計	(7,995,521) 30,997,907	(2,791) 3,151	(134,286) 3,313,573	(1,387) 126

## (1) 役員に対する報酬等の支給基準

独立行政法人産業技術総合研究所役員給与規程に基づき支給しております。

## (2) 職員に対する給与の支給基準

独立行政法人産業技術総合研究所職員給与規程に基づき支給しております。

また、非常勤職員については、独立行政法人産業技術総合研究所非常勤職員給与規程に基づき支給しております。

## (3) 役員の期末現在の人数と上表の支給人員数に相違はありません。

## (4) 役員及び職員の報酬又は給与の支給人員数は、年間平均支給人員となっております。

## (5) 非常勤の役員及び職員は、外数として( )で記載しております。

## (6) 損益計算書上の「人件費」には福利厚生費、人材派遣人件費等1,663,552千円が含まれているため本表の支給額合計とは一致しておりません。

資 料

18. 開示すべきセグメント情報

(単位：円)

	第1号業務	第2号業務	第3号業務	第4号業務	計	法人共通	合計
事業費用	66,526,535,036	5,007,361,959	7,567,488,416	5,906,731,792	85,008,117,203	13,806,080,775	98,814,197,978
事業収益	71,143,008,879	5,092,030,930	8,587,752,395	6,352,647,642	91,175,439,846	10,274,204,072	101,449,643,918
事業損益	4,616,473,843	84,668,971	1,020,263,979	445,915,850	6,167,322,642	△ 3,531,876,703	2,635,445,940
総資産	36,289,252,039	1,903,979,449	4,693,440,908	2,326,868,499	45,213,540,895	370,851,597,232	416,065,138,127

(1) セグメント区分の方法

セグメントを業務に応じて1号から4号に区分しております。

(2) セグメントごとの業務内容

独立行政法人産業技術総合研究所法第11条第1項各号に掲げる下記の各業務

第1号業務：鉱工業の科学技術に関する研究及び開発並びにこれらに関連する業務を行うこと

第2号業務：地質の調査を行うこと

第3号業務：計量の標準を設定すること、計量器の検定、検査、研究及び開発並びにこれらに関連する業務を行うこと

並びに計量に関する教習を行うこと

第4号業務：前3号の業務に係る技術指導及び成果の普及を行うこと

(3) 事業費用のうち、法人共通は配賦不能の費用であり、その主なものは管理部門の経費であります。

(4) 総資産のうち、法人共通は各セグメントに配賦しなかった資産であり、その主なものは現物出資資産および現預金であります。

(5) 各セグメントにおける損益外減価償却相当額及び引当外退職給付増加見積額は以下のとおりとなっております。

(単位：円)

	第1号業務	第2号業務	第3号業務	第4号業務	計	法人共通	合計
損益外減価償却相当額	-	-	-	-	-	22,469,018,089	22,469,018,089
引当外退職給付増加見積額	△120,078,955	158,920,695	△97,621,238	△355,747,782	△414,527,280	△596,419,897	△1,010,947,177

19. 上記以外の主な資産、負債、費用及び収益の明細

該当事項はありません。

添 付 資 料

独立行政法人産業技術総合研究所

平成16年度決算報告書

(単位：円)

収入	区分	予算金額	決算金額	差額	備考
<b>運営費交付金</b> <b>施設整備費補助金</b> <b>施設整備費貸付金償還時補助金</b> <b>無利子借入金</b> <b>受託収入</b> 国からの受託収入 その他の受託収入  <b>その他収入</b>		68,218,340,000	68,218,340,000	—	(注1)
		3,340,000,000	16,068,602,167	△851	(注1)
		79,138,628,000	79,138,627,149	65,261,649	(注2)
		19,094,957,000	22,600,717,412	3,505,760,412	(注3)
		3,911,450,000	5,781,223,824	1,869,773,824	(注4)
<b>計</b>		173,703,375,000	191,872,772,201	18,169,397,201	
<b>支出</b> <b>業務経費</b> 中小企業対策関係経費 地質関係経費 計画関係経費 技術指導及び成果の普及関係経費  <b>施設整備費</b>  <b>受託経費</b> 中小企業対策関係経費受託 石油及びエネルギー供給構造高度化技術開発関係経費受託 電源多線化技術開発関係経費受託 特許生物寄託業務関係経費受託 原子力関係経費受託 公害防止関係経費受託 その他受託		59,813,671,000	64,666,625,644	4,852,954,644	(注5)
		3,340,000,000	16,123,308,777	12,783,308,777	(注6)
		16,886,077,000	19,367,752,420	2,481,675,420	(注7)
		79,138,628,000	79,138,627,149	△851	
		14,524,999,000	14,002,241,660	△522,757,340	
<b>計</b>		173,703,375,000	193,298,555,650	19,595,180,650	

- (1) 区分は、年度計画に記載されている予算区分であります。  
 (2) 予算金額は、当該年度の年度計画に記載されている予算金額であります。  
 (3) 決算金額は、収入については現金預金の収入額に期末の未収金等を加減算したものを記載し、支出については、現金預金の支出額に期末の未払金額等を加減算したものを記載しております。  
 (4) 予算金額と決算額の差額の説明  
 (注1) 施設整備費補助金の収入決算金額は、14年度及び15年度に交付決定を受けて当年度に精算私を受け、14年度に交付決定を受けた額を含まないため、予算金額に比して決算金額が多額となっております。  
 (注2) 無利子借入金の収入決算金額は、13年度に交付決定を受けて当年度に精算私を受け、13年度に交付決定を受けた額を含まないため、予算金額に比して決算金額が多額となっております。  
 (注3) 予算段階では予定していた収入が、主として次の理由により、予算金額に比して決算金額が多額となっております。  
 (注4) 予算段階では予定していた収入が、主として次の理由により、予算金額に比して決算金額が多額となっております。  
 (注5) 前年度の運営費交付金の繰越金が支出されたため、収入面での他の収入が予算金額に比して多額となったことに伴う影響  
 (注6) 施設整備費については、注1、注2で示した理由により、予算金額に比して決算金額が多額となっております。  
 (注7) 受託経費については、注3に示した理由により、予算金額に比して決算金額が多額となっております。

## 平成 16 年度 産業技術総合研究所年報

---

発 行 日：平成 18 年 6 月 30 日

編 集・発 行：独立行政法人 産業技術総合研究所

広報部出版室

〒 305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第 2

TEL：029-862-6211 / FAX：029-862-6212

---

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。